

Навчально-методичне видання

Демидюк Ольга Володимирівна  
Ткаченко Олександр Кирилович  
Федьович Микола Васильович

***НЕТРАДИЦІЙНІ УРОКИ ФІЗИКИ  
В ШКОЛІ***

Навчально-методичний посібник

Житомир

УДК 53(076.5)  
ББК22.3ря73-1  
Д 48

Рецензенти:

**Єфіменко О.К.** – методист кафедри педагогічних наук Житомирського обласного інституту післядипломної освіти;

**Сергієнко В.П.** – професор кафедри загальної фізики Київського національного університету імені Драгоманова;

**Коршак Є.В.** – професор, завідувач кафедрою методики викладання фізики Київського національного педагогічного університету ім. Михайла Драгоманова.

Д 48

Демидюк О.В., Ткаченко О.К., Федьович М.В.

Нетрадиційні уроки фізики в школі:

Навчальний посібник для фізичних спеціальностей.

- Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2007. – 318 с.

В навчальному посібнику зібрані цікаві нетрадиційні уроки з фізики для учнів 7, 8, 9, 10, 11 класів. Наведені орієнтовні експерименти і досліди, що допоможуть учням краще засвоїти навчальний матеріал, а також домашні завдання до кожного уроку згідно з чинним підручником.

Навчальний посібник призначений для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних ВНЗ та вчителів фізики середніх загальноосвітніх шкіл.

УДК 53(076.5)  
ББК22.3ря73-1

## ВСТУП

Вимоги сучасної концепції фізичної освіти, перевантаження інформаційного простору, важкість сприйняття матеріалу і значна його формалізація, приводять до зниження інтересу учнів до уроків фізики. Ці фактори змушують учителів шукати нові, більш раціональні форми і методи навчання, орієнтовані на індивідуальну, колективну і групову форми роботи учнів на уроці.

Основною характеристикою традиційної системи освіти є конкретно-практичні знання, викладені у вигляді готових зразків. Традиційна методика викладання предметів спрямована здебільшого на запам'ятовування програмового матеріалу і відтворення його.

Нині у школах потрібно змінювати пріоритети цілей навчання: на перший план треба висувати його розвиваючу функцію, культ самостійності і нестандартності думок.

У північних народів є простий і мудрий афоризм: “Якщо подарувати людині одну рибину, вона буде ситою один день. Якщо подарувати дві, буде ситою два дні. А якщо навчити ловити рибу – буде ситою все життя.” Так і в навчанні: скільки б у школяра не було предметних знань і вмінь, старанності, сумлінності – їх все таки буде замало для подальшого успішного навчання і розвитку.

Стратегія розвитку освіти в Україні відповідно до національної програми “Освіта” передбачає використання світового досвіду для створення системи освіти, яка б відповідала стандартам XXI ст. До таких наукових розробок належить система розвивального навчання, що є прообразом принципово нової системи освіти. Його основна мета – розвиток здібностей дитини, на відміну від “навчання”, де відбувається механічне засвоєння знань.

Розвивальна мета реалізується на всіх уроках в початкових класах. Якщо учень залишається звичайним виконавцем і йому не вдається відчути задоволення від творчості, то сформувані стійкі пізнавальні інтереси не можливо. Розвивальні можливості уроку мають такі важливі напрями роботи:

- 1) розвиток процесів сприймання;
- 2) оволодіння загально-навчальних умінь і навичок;
- 3) нагромадження індивідуального досвіду пошукової діяльності;
- 4) розвиток уяви, уваги.

Розвиваючи пізнавальні здібності, розвиваючи мислення, просторову уяву, фантазію, пам'ять, увагу дітей, допомагає дитині

оволодіти вмінням аналізувати, порівнювати, узагальнювати, проявляти кмітливість і винахідливість.

Проведення нетрадиційних уроків та позакласних заходів дає можливість значно доповнити і поглибити знання учнів, розвинути інтерес до предмету, формувати науковий світогляд учнів.

Проведення нетрадиційних уроків з фізики створюють умови для кращого пізнання дітьми фізики, себе і людей, взаємодії людини з навколишнім світом, усвідомлення зв'язків з природою, визначення поведінки в життєвих ситуаціях.

Правильно підібрані і добре організовані уроки з фізики, уроки-ігри, естафети, уроки КВН, логічні задачі, вправи для розвитку уваги, пам'яті, уваги сприяють усесторонньому, гармонійному розвитку школярів, допомагають виробити необхідні в житті і навчанні корисні навички і якості.

Урок-гра – це “чарівна паличка”, з допомогою якої можна навчити дитину читати, писати, і, головне, мислити, винаходити, доводити. Важливо, щоб гра захоплювала і була доступною, щоб у ній був елемент змагання, якщо не з кимось, то, принаймні, з самим собою.

Інтерес до гри, а майже всі уроки проводяться методом гри, до розв'язування задач, що вимагають активного мислення, з'являється не завжди і не у всіх дітей зразу, і тому пропонувати такі ігри треба поступово, не здійснюючи тиск на дітей. Природа гри така, що при відсутності абсолютної добровільності вона перестає бути грою. Грою можливо захопити, змусити гратися не можливо.

“Розвиваючі уроки-ігри” вимагають в цьому аспекті особливої обережності. Складні, непосильні завдання можуть дитину злякати. Тут особливо необхідно дотримуватися принципу від простого до складного. Але, зате, коли дитині вдається осмислити завдання, перебороти перші труднощі, вона відчує велику радість і буде готова до більш складної гри чи завдання. В дитини з'являється віра в свої сили, розвивається “розумовий апетит”, а це означає, що мета курсу досягнута.

Звичайно, коли діти відгадують головоломку, логічні завдання, вони, як правило, застосовують метод проб і помилок, перебираючи різноманітні варіанти. Частіше всього це не приводить до раціональних результатів. Виникає необхідність подумати, знайти якусь закономірність, зрозуміти, чому завдання не розв'язується, які нові прийоми слід застосувати, щоб наблизитись до мети. Цей

момент гри особливо важливий, бо починається інтенсивна робота думки (і індивідуальної, і колективної). В цей період необхідна допомога і підтримка вчителя, його пояснення і рекомендації. Іноді може бути корисна навіть підказка, що допомагає учневі знайти правильне рішення. При цьому дуже важливо мати на увазі, що під час розв'язування логічних завдань, роботи з текстом важливіше значення має сам процес, експериментування, а не прагнення досягнути якогось конкретного результату гри.

Саме нетрадиційні уроки з фізики дозволяють детально і послідовно вирішувати проблему розвитку розумових здібностей та психічних особливостей учнів для того, щоб вдосконалити розвивальну мету кожного уроку з усіх предметів у всіх класах.

Надзвичайно важливими з огляду на становлення особистості школярів є теми курсу, що сприяють ознайомленню зі способами само вивчення, самоспостереження, формування адекватної самооцінки, ознайомленню учнів з прийомами спілкування, розвитку вміння знаходити моральний вихід з суперечливих ситуацій, формуванню в учнів прагнення оцінювати інших, виходячи з їх моральних та людських якостей.

Ставлення дітей до таких уроків є надзвичайно позитивним: відсутня скутість, закомплексованість, страх помилки чи негативного результату. Діти з радістю, задоволенням і азартом працюють над логічними задачами, вправляються в розвитку уваги, пам'яті, творчості, уяви. Цей азарт діти переносять і в сім'ї, залучаючи до інтелектуальної праці батьків.

Зовсім іншими очима діти дивляться і на вчителя, що разом з ними розв'язує цікаві завдання, дає пізнавальну інформацію. Вчитель для них стає другом, порадиником, що ділиться своїми знаннями з дітьми. Атмосфера довір'я і співпраці з уроків переноситься на уроки інших предметів школи.

Успішну виконання дітьми завдань коректує оцінку вчителем учня. Віра вчителя в можливості своїх учнів, їх розумовий потенціал допомагає самим учням переборювати труднощі в навчанні, покращує стосунки учня і педагога.

На таких уроках вчитель отримує можливість вивчення індивідуальних і вікових особливостей учнів, що є важливою психологічною базою. Такі уроки подобаються учням, вони дають можливість для самовираження, самореалізації дитини в класі, розкриттю творчих здібностей і задатків учнів, розкриває ораторську

майстерність і акторські навички. Тому головним завданням нестандартних уроків є спонукання учнів до самостійної пошуково-творчої діяльності, спритності, виявлення організаторських здібностей, наполегливості у досягненні мети, створення продуктивної творчої діяльності.

# "БУДЬМО ЗНАЙОМІ: Я – ФІЗИКА! "

## Урок-вистава

**Мета.** Ознайомити учнів з тим, що вивчає фізика, з деякими фізичними поняттями; розвивати науковий світогляд учнів, логічне мислення, зв'язне мовлення; викликати інтерес до вивчення фізики, бажання пізнавати науковий світ.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

**Обладнання.** Оптичні прилади (фотоапарат, фільмоскоп, призма тощо), візок з кінематики та динаміки, частина розпрямленої спіралі з електроплитки, електронна машина, вовняна тканина, пластмасовий гребінець, «султан» електричний, магнітна стрілка, джерело постійного струму, провідники, ключ, реостат, електрична праска, праска з вугіллям, магельниця (пристрій для механічного прасування), електроплитка; таблички з написами: математика, мова, географія, історія, механіка, фізика; портрети видатних фізиків.

**Методологічні поради.** Перший урок. Яким він має бути? Таким, щоб дитина зрозуміла велич фізичної науки, що фізика є основою техніки, що фізичні знання постійно уточнюються і розвиваються з метою осягнення істини про природу. Фізика – це постійна боротьба ідей і думок в ім'я пізнання людиною законів навколишнього світу.

Школі не потрібен урок заради уроку, але перший має бути таким заради всіх наступних. Головна його мета – зацікавити, захопити, закохати в себе...

Діти краще розуміють один одного, тому надамо старшим учням можливість навчити молодших. На головні ролі вистави запрошуються учні 8 і 9 класів.

Даний урок можна організувати як справжню виставу з усіма її атрибутами. Якщо немає такої можливості, можна обмежитися табличками замість костюмів для виконавців ролей. Але оформлення класу обов'язкове. Зберемо все, що є цікаве у лаборантській або запросимо учнів під час перерви туди на «екскурсію», хай подивляться, доторкнуться, покрутять. Не зрозуміють навіщо ці прилади? Не встигнемо розповісти на першому уроці, тай мета в нього зовсім не та? Ну то й що? Кожна пружинка, кожен небачений прилад – це загадка для дитини. А як кортить дізнатися відповідь на неї. Побачити, як оживе «ота стрілка», доторкнутися до «отої

блискучої залізочки»! пізнати, навіщо воно?! У дитини виникло запитання? Будь ласка! Запрошуємо на урок! Сьогодні дізнався про одне, далі ще, але скільки непізнаного ще залишилося.

У запропонованому уроці беруть участь такі дійові особи: Математика, Мова, Географія, історія, Біологія, Фізика, Механіка.

### *Хід уроку.*

**Математика.** Добрий день. Сподіваюсь усі впізнали мене, я – Математика. Кажуть, що я цариця, але ще і мати. Я можу бути і лагідною, і суворою, але завжди справедливою. Усі ви добре знаєте нашу велику родину наук. Як і в будь-якій родині мої діти всі різні, але у нас є спільні риси – усі ми дуже важливі, складні та водночас цікаві, жодна людина не може обійтись без нас.

Настав час познайомити вас з моєю дочкою – Фізикою.

**Мова.** Шість класів жили і у 7 класі проживемо без неї. Теж мені наука: як не струмом вдарить, то яблуко з башти на голову кине.

**Математика.** Постривай, як не хочеш знайомити дітей з фізикою, то розкажи щось про себе, на те й ти мова.

**Мова.** Я найстарша, я народилася разом із людиною. Люди спілкувалися, набували життєвого досвіду і передавали його своїм нащадкам. Минули століття... завдяки своєму розуму і праці людина створила нові засоби спілкування – радіо, телефон, телебачення, Інтернет.

**Математика.** Але чи це було пов'язано з фізикою?

**Мова.** Мабуть, так. Якби не знання фізики, людина не зуміла б використовувати перо, виготовити чорнило, створити друкарські машини, які розширили межі спілкування між людьми. (звертаються до Географії). А ти що думаєш про фізику? Чи можеш ти обходитися без цієї всезнайки?

**Географія.** Що ти?! Без законів фізики не можна було б пояснити клімат, течії річок та морів, утворення вітру. Я вже не кажу про подорожі: без фізики ні човнів, ні повітряних куль, ні залізниця, ні літаків – на волах далеко не заїдеш.

**Мова.** Цікаво, а що скаже Біологія.

**Біологія.** Усім відомо, що фізика – основа техніки. Фізика широко використовується для досліджень у біології, допомагає зрозуміти особливості будови, життєдіяльності рослинного і тваринного світу.



**Мова.** Зрозуміло, географія і біологія заодно з фізикою – бо це науки про природу.

Цікаво, що б сказало про фізику Малювання? Почне казати – хто мені фарби зробить, як не фізика з хімією; та й художники, не знаючи фізики, не вдосконалювали б свої витвори. Навіть щоб продукти харчування та одяг створювати, потрібно фізику знати! Всюди влізла.

І чайник не так без неї кипить, і літак не летить, ліки в шприц не набереш, урожай не збереш; будинок не побудуєш, трактор не спроектуєш. Мабуть Математика має рацію: без фізики жити не можна.

- Історіє, розкажи нам, будь ласка, про неї. Хто, як не ти, може все розставити на свої місця, і навести лад.

**Історія.** Фізика зародилася дуже давно, спочатку вона об'єднувала всі знання людини про природу. Ще грецькі вчені за кілька сотень років до нашої ери намагалися пояснити походження світу й з'ясувати причини всіх змін, які відбуваються в природі. Слово фізика (грецьке *physic* – природа) вперше з'явилося у працях давньогрецького філософа Аристотеля. Правда, досліджувалися тоді лише поодинокі природні явища або зміни, які люди мали змогу спостерігати.

**Учитель.** (До учнів). Як ви гадаєте, які явища спостерігали давні греки? (Дощ, блискавку, вітер, утворення льоду, снігу, зміна пір року, веселку тощо.)

- Сучасна фізика вивчає також різні явища природи – механічні, теплові, звукові, електричні, світлові, а також фізичні властивості тіл, які нас оточують.

(До учнів). Які з названих раніше явищ є тепловими, звуковими, електричними, світловими?

- Людина, вивчаючи природу, встановила, що зміни, які відбуваються в природі, не випадкові.

(До учнів). Назвіть зміни у природі та причини, що їх обумовили. (Під час охолодження до певної температури вода перетворюється на лід; зміна пір року обумовлена обертанням Землі навколо Сонця; гори руйнуються під дією вітру, сонця, дощу тощо.)

- Перераховані явища є природними, бо вони обумовлені природними причинами, але існують зміни в природі, які відбуваються внаслідок діяльності людини. Людина не тільки відкриває закони природи, а й вдосконалює їх для своїх потреб. Вивчивши електричні явища, вона навчилася використовувати

електричну енергію. Вивчаючи світлові явища, людина навчилася виправляти вади зору, виготовила прилади, без яких важко уявити сучасне життя – кінотеатр, фотоапарат, телекамеру тощо.

Але тепер слово самій Фізиці.

**Фізика.** Добрий день, любі друзі. Я рада, що ви завітали до моєї країни. На початку нашої подорожі по цій дивовижній країні ознайомимося з нашим вірним помічником – підручником.

**Учитель.** *(Ознайомлює учнів з будовою підручника, розташуванням основних розділів, умовними позначеннями. Зачитує звернення до учнів на початку підручника.)*

- Кожна країна має свою мову, так і фізика має спеціальну мову, без знання якої подорож буде неможливою.

*Пропоную вам ознайомитись з тим, що вивчає фізика та з творцями фізичної науки. (Робота з підручником Коршак Є. В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф., «Фізика, 7», К.: Перун. – 1998. – С. 3-9, § 1,2.)*

- Наш словник ще невеликий, але для початку подорожі його достатньо. Запрошую вас до Механіки – розділу фізики, у якому вивчається рух і взаємодія тіл.

**Механіка.**

Знайомі з вами ми давно,

Ще з уроків математики.

Чому та як, та де було,

Як швидко рухалось, пливло,

Коли зустрінуться та де? –

Все вправи це механіки.

Але, крім цього, визнаємо ще,

Що падати допомагає,

Як «легким» робиться важке,

Що їхати вгору заважає.

**Фізика.** Дякуємо, нам дуже сподобалось у вас, Механіко, але нас чекають...

**Механіка.** Вибачте, я не можу відпустити вас без незначного іспиту.

*(Демонструється рух візка з набору з кінематики й динаміки. Підвішуючи різні важки до нитки, перекинutoї через блок і сполученої з візком, примушуємо його рухатись то рівномірно, то прискорено. Учні повинні охарактеризувати рух в обох випадках, пригадати, як знайти середню швидкість руху.)*

**Фізика.** Бачу, що математика добре вас підготувала до зустрічі з фізикою. Спробуйте впізнати, до яких явищ ми завітаємо далі.

Гарно влітку відпочили,  
Всі засмагли, підросли,  
Спини сонечком зігріли  
І на річці всі були.

На вогні варили юшку,  
Пригадати буде що.

Не побачим цього взимку,  
Біля груби сидимо  
І до школи йдемо у шубі –  
Барежем своє тепло.

- Так, ми потрапили до теплових явищ, знати які потрібно не менш за механічні. З ними теж трохи знайомі з уроків природознавства. (*Демонструється розжарення дротини електричним струмом.*)

**Учитель.** Як ви гадаєте, чому дротина провисла?

- Під час нагрівання тіла розширюються. Це ви вже знаєте. А чому вона починає світитися, ми дізнаємося, коли докладно вивчимо електрику. Електричні явища ми можемо спостерігати щоденно. Знімаючи в темряві шовковий чи вовняний одяг, можна побачити, як з'являються невеликі іскри, що супроводжуються потріскуванням.

Електричні явища мають знати не лише електрики, а навіть і перукарі. (*Демонструється дія наелектризованого пластмасового гребінця на електричний «султан».*)

- Навряд чи клієнтові сподобається така зачіска. При вивченні електрики, ми навіть компас зможемо примусити показувати не па північ, а так, як нам заманеться. (*Демонструється дія провідника зі струмом на магнітну стрілку.*)

- А яке електричне явище ми спостерігаємо влітку? (Блискавка під час грози.)

- Грізне явище природи, якого так лякалися наші предки. Зараз у кабінеті фізики зможемо створити блискавку, подібну до природної. (*Демонструється іскровий розряд електрофорної машини.*)

- Після літньої грози з'являється веселка. Яке це явище? (Світлове.) (*Демонструється явище дисперсії без пояснення.*)

**Мова.** Гаразд, ви мене переконали, фізику потрібно знати людині будь-якого фаху. Але як фізика може допомогти домогосподаркам?

**Учні.** Побутовою технікою.

**Історія.** Я пропоную завітати до домогосподарок різних часів і подивитися, які фізичні явища вони використовували під час такої звичайної роботи, як прасування. (До столу запрошуються три дівчинки з класу, їм пропонується випрасувати хустинку і надаються такі прилади: дерев'яна цегельниця і качалка; праска з вугіллям; електрична праска.)

- Які явища використовуються під час цієї роботи?

Учні відповідають:

- цегельниця (механічні бо є рух);
- праска з вугіллям (механічні й теплові);
- сучасна праска (механічні, теплові, електричні).

**Мова.** Я визнаю свою необізнаність, я теж хочу вивчати фізику.

**Фізика.** А ти вже її вивчаєш разом з нами. За такий короткий час ми дізналися чимало нового та цікавого, але урок добігає кінця, тому ми маємо поспішати. Пройдемо подумки всіма етапами подорожі та пригадаємо, чи не забули щось важливе, чи все побачили й почули.

**Мова.** Ми спостерігали з вами грозу, якими явищами вона супроводжується?

**Учні.** Це такі явища:

- електричні, світлові (блискавка);
- звукові (грім);
- механічні (падіння дощових крапель, вітер).

**Мова.** Отож, під час нашої грози був такий сильний вітер, що повидував деякі слова з тексту, я пропоную вам його відновити. Втрачені слова можна побачити в словнику біля дошки, куди їх занесло поривом вітру.

- наука про природу, завдання якої відкрити \_\_\_\_\_, які пов'язані між собою різні фізичні \_\_\_\_\_, що відбуваються у \_\_\_\_\_. Уперше слово «фізика» з'явилося в працях \_\_\_\_\_ філософа. Щоб вивчати фізику, використовують спеціальні слова - \_\_\_\_\_. Наприклад: фізичне \_\_\_\_\_. Кожне тіло має форму і \_\_\_\_\_. Крім того, тіла можуть відрізнятися \_\_\_\_\_, з якої їх виготовлено.

У деяких словах, що містяться у словнику, виділено окремі літери. Спробуйте скласти з них слово-похвалу.

(*Фі́зика, явища, закони, грецький, Аристотель, природа, термін, об'єм, тіло, речовина. Молодці.*)

**Фізика.** Так, ви справді сьогодні молодці, усі добре працювали. А тепер я пропоную, щоб мої родичі оцінили вашу працю. (Математика, Мова, Історія, Географія та Біологія оголошують оцінки учням, які були найактивнішими на уроці та на окремих його етапах.)

**Заключне слово вчителя.** Сучасна фізика з усіма її чудовими відкриттями – результат спільних зусиль багатьох поколінь дослідників. За кожною формулою шкільного підручника – копітка праця багатьох дослідників, учених. Людство не завжди вчасно оцінювало працю вчених-фізиків. Багато хто віддав життя за науку. Архімед загинув від меча варвара, захищаючи свої креслення. Джордано Бруно спалили на вогнищі, катували Галілео, який так і не зрікся своїх переконань; трагічно загинув Георг Ріхман, досліджуючи природу блискавки тощо.

Багато відкриттів зроблено у фізиці й українськими вченими-фізиками. Але не слід вважати, що це межа людських можливостей. І на вашу долю випаде немало відкриттів. Проте зробити навіть найменше відкриття не так легко. Для цього потрібно добре знати фізику.

*Домашнє завдання*

§ 1, § 3, завдання 1-2, ст. 9.

## "ПОЧАТКОВІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДОВУ РЕЧОВИНИ"

### Урок-змагання.

**Мета.** Закріпити поняття: фізичне тіло, речовина, явище, молекула, дифузія; пригадати властивості речовини у різних агрегатних станах; розвивати навички лабораторного та демонстраційного експерименту; розвивати вміння аналізувати побачене, робити висновки та узагальнення, розвивати логічне мислення і зв'язне мовлення, формувати світогляд учнів; виховувати інтерес до предмета та вміння співпрацювати через розв'язання нетрадиційних завдань і повідомлення цікавих відомостей з історії фізики.

**Тип уроку.** Підсумково-узагальнюючий урок.

**Обладнання.** Посудини з написами «Тіло», «Речовина», «Явище», дротини діаметром до 0,7 мм, одноразові шприци, вода, металева кулька з кільцем Гравезанда, скляні пластини, папір,

просочений парафіном; свинцеві циліндри, пластилін, тягарці, картопля, буряк, перманганат калію, олія, розчин нашатиру або парфуми, мензурки, кіно фрагмент «Життя і діяльність М.В.Ломоносова».

**Методичні поради.** Клас ділиться на дві команди – «теоретиків» та «експериментаторів». Для оцінювання результатів кожного туру змагання призначаються асистенти.

*Хід уроку.*

**Вступне слово вчителя.** Вітаю вас усіх на нашому уроці. Кожен урок для вас – це нові знання та несподіванки, радість перемоги над невідомим. Ми закінчили вивчення першої теми шкільного курсу «Початкові відомості про будову речовини». Сьогодні ми проведемо незвичайний урок, на якому повторимо і підсумуємо вивчене нами раніше.

Сучасні фізики поділяються на теоретиків і експериментаторів. Між ними триває своєрідне змагання. То ж і ми сьогодні позмагаємось, розділивши клас на дві команди – «теоретиків» та «експериментаторів».

Перед кожним змаганням спортсмени проводять розминку. Атлети розігрівають м'язи, а ми «розігріємо» наш інтелект.

**I тур.** «Розминка».

Учасникам змагання роздаються картки з написаними словами. Потрібно визначити, які з поданих слів означають фізичне тіло, які – речовину, а які – явище. Отримані картки кожен учасник змагання підписує зі зворотного боку, щоб була змога не тільки колективного контролю, але й індивідуального.

*На картках можуть бути написані такі слова: свинець, грім, рейка, хуртовина, алюміній, світає, буряк, Місяць, спирт, ножиці, ртуть, постріл, гелікоптер, нафта та інші.*

Підписані та відсортовані картки учасники змагання опускають у відповідні посудини з написами: «Тіло», «Речовина», «Явище».

Після того, як посудини з картками асистенти передали журі, на дошці вивішується таблиця із правильними відповідями. Потреби у корекції знань, зазвичай, на даному етапі не виникає.

За кожне правильно визначене слово виставляється 1 бал.

**II тур.** «Підгостримо списи».

**Учитель.** Перед боєм «Підгостримо списи», а наші списи – олівці і ручки. Як ви гадаєте, чи можна товщину дротини виміряти учнівською лінійкою?

*(Кожна група виконує свій експеримент і визначає діаметр дротини. Для залучення до роботи більшої кількості учнів кожна команда розбивається на кілька підгруп.)*

Максимальна оцінка за виконану роботу – 5 балів.

### ***III тур. «До зброї»***

«Експериментатори» отримують картки, на кожній із яких записано речення, на основі якого демонструють фізичний експеримент. «Теоретики», одержавши дублікати карток, повинні визначити, зміст якого речення демонструє «експериментатор». Вони повинні якнайповніше обґрунтувати побачене.

*(У цьому турі можна зберегти ті ж групи, які були сформовані у попередньому турі.)*

Обладнання розміщується на демонстраційному столі безладно. Учень повинен сам вибрати все необхідне. Щоб уникнути небажаного скупчення експериментаторів, біля столу одночасно перебувають не більше двох «практиків». Відібрані прилади «експериментатори» розміщують на своєму робочому столі, а експеримент демонструють по чергово.

На картках можуть бути речення такого змісту:

1. Стисливість газів значно більша від стисливості рідини. *(Для демонстрації використовують шприц без голки і вода.)*

2. Під час нагрівання тіла розширюються. *(Металева кулька з кільцем – прилад Гравезанда.)*

3. Речовини мають високий ступінь подільності. *(Перманганат калію і вода)*

4. Молекули мають дуже малі розміри. *(Вода й олія.)*

5. У газах легко відбувається дифузія. *(Розчин нашатиру або парфуми.)*

6. Тверді тіла змочуються або не змочуються рідинами. *(Скляні пластини; папір, просочений парафіном; вода.)*

7. Молекули взаємодіють між собою: притягуються і відштовхуються. *(Штатив з кільцем, свинцеві циліндри і тягарці або шматки пластиліну.)*

Максимальна оцінка за кожен експеримент і за кожне теоретичне пояснення – 3 бали.

### ***IV тур. «Ліричний відступ»***

Конкурс віршів або коротких прозових творів на фізичну тематику *(домашнє завдання попереднього уроку)*.

Максимальна оцінка – 5 балів.

### **V тур.** «Друге дихання»

*Експерименти, які проводять «теоретики».*

1. Розріжте стик картоплі і буряка. Обґрунтуйте побачене. (Проварені картоплину та буряк задовго до уроку зрізують та щільно притискають плоскими поверхнями зрізів одне до одного. На зрізі картоплини можна побачити шар, зафарбований у колір буряка – явище дифузії.)

2. Не торкаючись мензурок руками, з'ясуйте за допомогою перманганату калію (*марганцівка*), у якій мензурці вода гаряча, у якій – холодна. Експеримент обґрунтуйте. (*У гарячій воді дифузія відбувається швидше.*)

*Завдання, які виконують «експериментатори».*

1. Наука про природу зародилась давно. Першими робили спроби пояснити спостережувані явища вчені стародавньої Греції.

Було це у 250 році нашої ери. Цар доручив славнозвісному Архімеду перевірити чесність майстра, який виготовив золоту корону. Хоча корона важила стільки, скільки було відпущено на неї золота, цар запідозрив, що її виготовили зі сплаву золота зі сріблом. Архімедові було доручено дізнатися, не порушуючи цілісності корони, чи є у золоті домішки інших металів. Корона, як ви розумієте, мала неправильну форму, а Архімедові в першу чергу потрібно було визначити її об'єм. Як Архімед міг виміряти об'єм корони, виконуючи доручення царя? Продемонструйте це.

У нас немає корони, але є інші прикраси. Використайте їх.

*(Демонстрація проводиться на основі досвіду, набутого на лабораторній роботі «Визначення ціни поділки вимірювального приладу. Вимірювання об'єму тіла неправильної форми».)*

2. У стародавньому Вавилоні одиницею довжини була відстань, яку проходила доросла людина за час виходу диска Сонця із-за горизонту. Ця одиниця називалася стадієм. Чи могла така одиниця довжини бути точною? Чому?

Максимальна оцінка за кожне завдання – 3 бали.

### **VI тур.** «Конкурс капітанів»

**Учитель.** Пригадаймо наші звичайні уроки і те, як ви реагуєте на запрошення учителя вийти до дошки відповідати. На жаль, дехто з вас супроводить цю несподіванку стогоном: «О-о-о», а тому ми конкурс капітанів проведемо під назвою «О!»

Капітанам пропонується одним словом замінити такі визначення:



1. Найдрібніша частинка речовини. (*Молекула.*)
2. Вимірювальний прилад для знаходження об'єму. (*Мензурка.*)
3. Явище, яке обумовлене тим, що молекули рідини притягуються одна до одної слабше, ніж до молекул твердого тіла. (*Змочування.*)
4. Властивість газів, унаслідок якої легко змінюється їх об'єм. (*Стисливість.*)

Кожна правильна відповідь оцінюється 1 балом. Відповіді капітани записують на картках.

**Учитель.** Одним з основоположників учення про молекулярну будову речовини був відомий російський вчений Михайло Васильович Ломоносов. Щоб збагатити наші знання про цього вченого, переглянемо кіно фрагмент «Життя та діяльність Ломоносова».

*(Поки демонструється кіно фрагмент, учитель разом із асистентами підсумовує змагання команд і оцінює кожного учасника змагання відповідно до кількості набраних балів.)*

*Підсумок уроку.*

**Учитель.** Можливо, хтось із вас стане у майбутньому професором-теоретиком, а хтось експериментатором-віртуозом... Можливо. Але зрозуміло, що всі не можуть бути вченими-фізиками. Є такий народний вислів «фахівець своєї справи». Знання фізики допоможуть вам у майбутньому стати майстрами, справжніми професорами своєї справи.

*Домашнє завдання*

Зміст завдання визначає учитель індивідуально.

## "СУД НАД ІНЕРЦІЄЮ"

### Урок-рольова гра.

**Мета.** Узагальнити та систематизувати знання про явище інерції, показати значення інерції у житті людей, позитивні та негативні її прояви; розвивати навички критичного мислення, почуття відповідальності, уміння приймати свої рішення обґрунтовано.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Портрети Галілео Галілея та Ісака Ньютона.

**Методичні поради.** До уроку готуються заздалегідь. Учні класу (або паралельних класів) поділяються на дві групи: одна група – це свідки захисту, інша – свідки обвинувачення. Обирають головного суддю, суддів (2), прокурора, адвоката підсудного і секретаря суду. На такому уроці всі дії учнів визначаються тією роллю, яку вони виконують. Учні не лише готують свої виступи, а й організують підготовчу роботу в класі. Разом підбирають літературу, перевіряють готовність виступів, переглядають інші матеріали.

Виступ на суді має бути розумним і змістовним. Від переконливості промов ораторів залежить рішення суду.

Усе це стимулює творчу активність учнів, адже під час гри вони розкривають свій характер, розуміння явищ і змісту фізичних законів.

На час проведення уроку-гри кабінет перетворюється у «судовий зал», стіл суддів – у центрі. Праворуч у залі розміщений стіл адвоката, ліворуч прокурора. За окремими столами сидять: з боку прокурора – секретар суду, з боку адвоката – обвинувачуваний, навпроти суддів – лава для свідків. У другій частині залу сидять бажаючі побачити і послухати хід суду.

*Хід уроку.*

**Секретар.** Встати! Суд іде!

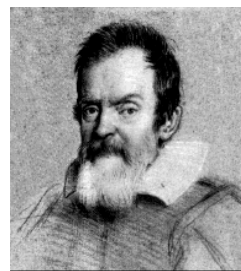
**Головний суддя.** Прошу сідати. Сьогодні слухається справа по звинуваченню Інерції. Вона обвинувачується у тому, що з її вини трапляється багато транспортних катастроф: розбиваються автомобілі, стаються аварії на автошляхах та залізницях. Є і безліч інших вчинків. Я закликаю усіх уважно і неупереджено вислухати свідків і усіх бажаючих висловитись з цього приводу, щоб ухвалити справедливий вирок.

Ввести підсудну! З'ясуємо особу підсудної. Підсудна, отже, Ваше прізвище, ім'я?

**Підсудна.** Інерція фізична.

**Головний суддя.** Ваші батьки?

**Підсудна.** Мати – Природа, батько – Галілео Галілей, хресний батько – Ісак Ньютон. (мал.. 1-2.)



Мал. 1.



Мал. 2.

**Головний суддя.** Коротко розкажіть свою біографію.

**Підсудна.** Старогрецький учений Аристотель вважав, що рух тіла, викликаний дією іншого тіла, повинен сам собою припинятися за відсутності такої дії, бо саме спокій є природним станом фізичного

тіла і всім тілам властиве прагнення до спокою. Він дивувався, чому камінь, кинутий рукою, продовжує рухатися, відокремившись від руки. Відповідь не це запитання була отримана через 2000 років в Італії видатним ученим Галілео Галілеєм, а згодом, у 1678 році, її точно сформулював Ісак Ньютон.

**Головний суддя.** Що ви можете?

**Підсудна.** Зберегти швидкість тіла після припинення дії на нього іншого тіла.

**Головний суддя.** Чи є у прокурора запитання до підсудної?

**Прокурор.** Чи є Інертність вашою родичкою?

**Підсудна.** Так. Але я – явище, а Інертність – властивість тіла.

**Суддя.** Чи є ще запитання у прокурора?

**Прокурор.** Дякую. Ні.

**Головний суддя.** Чи є запитання до суду у захисту?

**Адвокат.** Чи братиметься до уваги той факт, що батьком Інерції був видатний Галілео Галілей, а хресний батько – геніальний Ісак Ньютон?

**Головний суддя.** Ні. Суд візьме до уваги лише факти.

**Адвокат.** Дякую. У мене поки що немає більше запитань.

**Головний суддя.** Чи є запитання до підсудної у моїх помічників?

**1-й суддя.** Кому ви прислуговуєте?

**Підсудна.** Природі.

**2-й суддя.** У якій галузі застосовуються ваші дії?

**Підсудна.** У техніці, спорті, повсякденному житті.

**1-й суддя.** На адресу суду надійшли телеграми, що стосуються сьогоднішньої судової справи. Прошу заслухати їх.

**Телеграма №1.** Я, Аристотель, один з видатних мислителів стародавності, заявляю, що суд цей вважаю неправомірним. Усі описані у час попереднього слідства заслуги і злочини не мають жодного стосунку до так званої Інерції. Стверджую і наполягаю, що, після припинення дії на тіло інших тіл, це тіло не повинно рухатись

**Телеграма №2.** Я, Галілео Галілей, видатний фізик середніх віків, вітаю ваш суд, а кожен, хто намагається зрозуміти таємницю Природи, достойний похвали. Нехай же наука надасть вам мужності вистояти перед будь-якими катуваннями жорстокої інквізиції! Успіху вам, друзі і колеги!

**Телеграма №3.** Я, сер Ісак Ньютон, англійський фізик і математик, радий, що закони природи не залишили ваші голови

*байдужими. Сперечайтесь. У суперечці народжується істина, і якщо ви її відшукате, то перший закон механіки – закон інерції, відчинить вам двері у чудовий світ науки.*

**Головний суддя.** Переходимо до заслуховування свідків. Запрошується свідок Н. Що ви можете сказати про підсудну?

**Свідок Н.** Пробачте мені за хвилювання, бо я вперше виступаю у залі суду. Те, що я бачив, - жахливе. І я не можу мовчати. Дорогу переходила жінка. Раптом із-за повороту з'явилася величезна вантажівка. Вона збила жінку, хоч шофер натиснув на гальма. Це сталося через інерцію, бо з її вини автомашину миттєво зупинити не можна.

**Головний суддя.** Викликається свідок Ю.

**Свідок Ю.** Я дуже люблю спорт і часто по телебаченню переглядаю спортивні передачі. Нещодавно вели трансляцію з велогонки. Я бачив, як велосипедист наткнувся на камінь, що з якоїсь причини опинився на трасі. Спортсмен перелетів через руль велосипеда. Велосипед, вилетівши з рук велосипедиста, впав на трасу. Інші гонщики, не зумівши вчасно загальмувати через інерцію з ним теж попадали. Змагання для них пропало.

**Прокурор.** Я прошу всіх, хто перебуває у цьому залі, поставитись дуже серйозно до звинувачення підсудної і пригадати факти та випадки з вашого життя, що викривають злочинність дій Інерції.

**Свідок К.** Мене мама попросила накрити обідній стіл. Я несла тарілку із супом. З розгону поставила тарілку на стіл, а суп розлився на скатертину. Мама лаяла мене, але ж винна не я, а, як я зрозуміла, Інерція.

**Свідок У.** Моя бабуся лежить у лікарні з переломом ноги. Вона йшла дорогою і посковзнулась. Ноги бабусі поїхали вперед, а сама вона через інерцію упала й зламала ногу.

**Головний суддя.** Викликаються свідки захисту. Свідок В., будь ласка.

**Свідок В.** Мама нещодавно попросила мене випрасувати килим. При ударі «тріпачки» він відхилився вбік, а частина пилу за інерцією залишилася на місці. Якби не інерція, не почистила б килима.

**Свідок Я.** Завдяки інерції велосипедисти не весь час крутять педалі. Набравши швидкість, велосипедист припиняє крутити педалі – відпочиває. А велосипед продовжує їхати за інерцією.

**Свідок М.** Мій дядько столяр. Йому часто доводиться підгострювати лезо заліза. Щоб витягнути залізо з рубанка, він бере рубанок, повернувши підошвою вгору і злегка притримуючи залізко й клинчик рукою, вдаряє по торцю рубанка киянкою. Залізко легко витягується. Допомагає дядькові інерція.

**Свідок Ф.** Інерція і спортсменам допомагає. Так, спортсмен штовхає ядро на дуже малій ділянці шляху. А далі ядро летить за інерцією.

*(Захисники продовжують наводити факти.)*

**Головний суддя.** Слово надається прокуророві.

**Прокурор.** Шановний суд! Дорогі друзі! Для чого ми тут зібралися?.. Вина підсудної очевидна. Я не можу зрозуміти, як людина зі здоровим глуздом, - за всієї моєї поваги до захисника – може захищати підсудну. Кожен з нас відчував на собі знущання підсудної. Це через її вину відбуваються дивні зіткнення автомобілів, вдаряються об причал кораблі. Погляньте на неї! Їй соромно! А скільки з її вини зареєстровано травм. І попри все є такі, що намагаються стверджувати про її невинність. Облишимо це!

**Головний суддя.** Слово надається адвокатові.

**Адвокат.** Якщо розглянути дії Інерції з юридичного боку, то можна помітити, що переваг в Інерції більше, ніж недоліків. Усі недоліки спричинені недостатнім знанням законів фізики. Це підтверджується тим, що інерція використовується як у побуті, так і в техніці. Завдяки інерції досвідчений водій економить бензин. Правда, якщо шофер необережний, а пішохід легковажний, та ще й до того ігнорує елементарні правила дорожнього руху, то, раптово з'явиться перед автомобілем, спричиняє аварійну ситуацію. Відомо, що автомобіль після гальмування за інерцією проїжджає ще чимало метрів (*особливо під час ожеледиці*). У випадку, наведеному свідком У., винна не інерція, а незнання пішоходом законів фізики. Людина, що спіткнулася, як правило, звинувачує інерцію, а не саму себе і свою необережність. Якщо дорога ковзка, людині слід бути обережною. Можна навести безліч прикладів, які свідчать про корисність Інерції. Це інерція допомагає встановлювати світові рекорди при стрибках у висоту і довжину, при метанні молота і списа. Більше того, я вважаю, що ми мусимо дякувати Інерції, бо коли б не вона – всі планети зійшлися б зі своїх орбіт. Місяць упав би на землю, а Земля у свою чергу впала б на Сонце. І так сталося б з іншими планетами.

**Головний суддя.** Суд іде на нараду.

*(Через деякий час.)*

**Секретар.** Суд іде!

**Головний суддя.** Наш суд був швидким і справедливим. Уважно вислухавши обидві сторони, суд прийняв таке рішення.

Суд, покладаючись на знання фізики, промову шановного захисту і виступи свідків захисту, вважає, що значна частина звинувачень перебільшена і зумовлена незнанням законів фізики. А тому суд ухвалює: з урахуванням користі позитивних дій Інерції та шкоди від її негативних проявів, рекомендувати всебічне використання позитивних проявів дій Інерції і вести боротьбу з негативними на основі вивчення законів інерції. Щоб це успішно робити, необхідно старанно вивчати закони фізики, проникнути у таємниці природи і ставити їх на службу людині. Суд прийняв рішення засудити незнання законів фізики.

*Засідання суду оголошую закритим.*

## **"ЯВИЩЕ ТЕРТЯ, СИЛА ТЕРТЯ, ВИДИ ТЕРТЯ. ПІДШИПНИКИ"**

### **Урок із груповою формою роботи**

**Мета.** Встановити залежність сили тертя від тиску і роду поверхонь стичних тіл; удосконалювати навички вимірювання і зображення сил; виховувати активність, самостійність, наполегливість учнів; розвивати логічне мислення, експериментальні навички.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань та удосконалення вмінь і навичок.

**Обладнання:** трибометр, аркуш паперу, листок шліфувального паперу, брусок, тягарці – на кожний робочий стіл; кодоскоп.

#### *Хід уроку*

#### *1. Актуалізація опорних знань та активізація розумової діяльності.*

На дошці чотири учні розв'язують задачі, тексти яких записані на картках.

**Задача 1.** Вагонетку тягнуть два робітники, прикладаючи до неї в одному напрямі сили  $30H$  і  $45H$ . Сила опору рухові  $15H$ . Яке числове значення рівнодійної всіх сил, що діють на вагонетку? Зобразити ці сили графічно, вважаючи, що вони напрямлені горизонтально.

*Задача 2.* Один хлопчик штовхає санки ззаду із силою  $20H$ , а другий тягне їх за мотузку із силою  $15H$ . Зобразити ці сили графічно, вважаючи, що вони напрямлені горизонтально.

*Задача 3.* Скільки важить бензин об'ємом  $25л$ ? Зобразити вагу графічно.

*Задача 4.* Яка сила тяжіння діє на слона масою  $4t$ ? Зобразити силу тяжіння графічно.

Чотири учні розв'язують задачі зі збірника за редакцією В.І. Лукашика. Ці задачі учні розв'язують на аркушах паперу, перебуваючи на своїх робочих місцях.

Решта учнів розв'язують задачі усно. Тексти цих задач проєктуються на екран за допомогою кодоскопа.

1) Яка сила тяжіння діє на тіло масою  $100кг$ ?

2) Яка вага нерухомої людини масою  $70кг$ ?

3) Яка маса каменя, якщо його вага  $100H$ ?

4) Дві сили  $2H$  і  $5H$  дають рівнодійну:

$10H, 7H, 5H, 2H, 3H, 8H$ . Які із зазначених відповідей можуть бути правильними?

5) Яка рівнодійна двох сил  $15H$  і  $25H$ , якщо вони напрямлені вздовж однієї прямої в один бік?

6) Яка рівнодійна двох сил  $30H$  і  $45H$ , якщо вони напрямлені у протилежні боки?

Два учні виконують експериментальні завдання за допомогою обладнання, що знаходяться на демонстраційному столі.

*Експериментальні завдання*

*Завдання 1.* До динамометра, що закріплений у штативі, підвісити один тягарець, а потім другий. Визначити рівнодійну двох сил, що діють на пружину динамометра.

*Завдання 2.* Прикласти до демонстраційного динамометра дві сили, що діють у різні боки, і знайти їхню рівнодійну.

Після розв'язання усних задач і виконання експериментальних завдань учитель оцінює роботу учнів, що розв'язували задачі на дошці.

*II. Мотивація навчальної діяльності та повідомлення завдань уроку*

Ми вивчили такі фізичні величини: силу тяжіння, силу пружності і вагу тіла. Кожну з них ми характеризували як векторну величину. З'ясуємо, чи характерне це і для сили тертя.

*III. Засвоєння нових знань*

Французький фізик та військовий інженер Кулон Шарль Огюстен у 1781 році дослідив тертя кочення і ковзання. Сьогодні ми проведемо досліди для вивчення сили тертя і зробимо відповідні висновки.

Учитель пропонує самотійно, використавши підручник, встановити, які є види тертя. З'ясуємо умови виникнення сили тертя.

Способи вимірювання сили тертя різних видів демонструються за допомогою демонстраційного динамометра.

Вивчення особливостей сили тертя здійснюється за допомогою експериментів, які учні виконують групами за робочими столами.

#### *IV. Груповий експеримент*

*Експеримент 1.* Порівняти сили тертя спокою, ковзання і кочення.

Прилади: динамометр лабораторний, дерев'яний брусок, 2 тягарці, 2 скляні короткі трубочки (або круглі олівці).

*Порядок роботи:*

1. Виміряти і записати у зошит вагу бруска з тягарцями.
2. Виміряти максимальну силу тертя спокою. Для цього потрібно покласти брусок на стіл, а на нього два тягарці; плавно потягнути динамометр і записати його покази перед початком руху бруска.
3. Виміряти силу тертя ковзання бруска з тягарцями при його рівномірному русі по столі. Для цього потрібно переміщувати брусок рівномірно за допомогою динамометра. Записати результати вимірювань.
4. Виміряти силу тертя кочення. Для цього потрібно покласти брусок з тягарцями на дві скляні трубочки (круглі олівці) і переміщати його рівномірно за допомогою динамометра. Записати результат.
5. Дати відповіді на запитання.

Яка сила більша:

- максимальна сила тертя спокою чи сила тертя ковзання?
- сила тертя ковзання чи сила тертя кочення?
- Максимальна сила тертя спокою чи вага тіла?

*Експеримент 2.* Вивчення залежності сили тертя ковзання від роду поверхонь, що стикаються.

Прилади і матеріали: динамометр, лінійка, брусок з тягарцями, листок паперу, шліфувальний папір.

*Порядок роботи*



1. Виміряти силу тертя ковзання при рівномірному переміщенні бруска з тягарцями по:

- лінійці;
- листку паперу;
- шліфувальному папері;

2. Порівняти одержані значення сил тертя у трьох випадках і зробити висновок про залежність сили тертя від роду поверхонь стичних тіл.

*Експеримент 3.* Вивчення залежності сили тертя ковзання від сили тиску і від площі поверхонь тіл, що труться.

Прилади: динамометр, лінійка, брусок з двома тягарцями.

*Порядок роботи*

1. Покласти на лінійку брусок більшою гранню, на нього – один тягарець і виміряти силу тертя ковзання.

2. Покласти на брусок два тягарці і виміряти силу тертя ковзання.

3. Покласти брусок з двома тягарцями меншою гранню на лінійку і виміряти силу тертя ковзання.

4. Дати відповіді на такі запитання: «Чи залежить сила тертя ковзання від:

- сили тиску;
- площі поверхонь тіл, що труться, при незмінній силі тиску?»

*V. Осмислення і узагальнення знань*

Після виконання експериментальних завдань представники груп роблять висновки відповідно до завдань. Підсумовуючи, вчитель підкреслює, що у природі й техніці тертя має велике значення. Тертя може бути корисним і шкідливим. Коли воно корисне, його намагаються збільшити, коли шкідливе – зменшити.

*VI. Робота з підручником та поглиблення знань*

Учні самостійно опрацьовують §25 (с. 77) від слів «Сили тертя відіграють...» до кінця параграфа. На виконання цього завдання дається 4 хвилини.

Після опрацювання учнями матеріалу підручника здійснюється поділ класу на малі групи. У групах учні обговорюють та відповідають на запитання, написані на картках двох видів.

*Запитання першої картки*

1. Наведіть приклади, які свідчать, що тертя може бути корисним.

2. Яке значення тертя в побуті.
3. Які є способи збільшення тертя і як їх використовують в побуті?
4. Які підшипники використовуються в машинах?
5. Як побудований підшипник ковзання?
6. Підшипник якого виду зменшує тертя помітніше?

#### *Запитання другої картки*

1. Наведіть приклади, які свідчать, що тертя може бути шкідливим.
2. Яку шкоду завдає тертя машинам та верстатам?
3. Яким способом можна зменшити тертя?
4. Як побудований кульковий підшипник?
5. Яка відмінність у будові кулькових і роликів підшипників?
6. Чому потрібно змащувати підшипники кочення?

Представник групи, яка першою виконала завдання, доповідає усьому класові. Його, за потреби, доповнюють представники тих груп, що мали аналогічні картки.

Пізніше виступає представник від груп, що опрацьовували завдання картки другого виду. Його доповнюють представники груп з аналогічними картками.

#### *VII. Підсумок уроку*

Оцінюється робота учнів, робляться записи у журналі та учнівських щоденниках.

#### *VIII. Домашнє завдання*

§25, вправа 1 і завдання до §25.

## **"ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ, РІДИН, ГАЗІВ"**

### **Урок – КВН**

**Мета.** Узагальнити та систематизувати знання про тиск твердих тіл, рідин і газів; розвивати інтерес до вивчення фізики шляхом активації їхньої пізнавальної діяльності; вчити учнів творчо мислити, швидко і правильно орієнтуватися у нестандартній ситуації, знаходити правильну відповідь та висловлювати її у дотепній формі.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Плакати із зображенням емблем команд, аркуші чистого паперу, ручки, картки з дидактичними завданнями, прилади, робота яких ґрунтується на дії атмосферного тиску (наприклад,

шприц і посудина з водою, довга тонка трубка і посудина з водою), чорний ящик із захованим приладом, плакати з ребусами.

**Методичні поради.** Завдання даного уроку даються за два-три тижні до його проведення, щоб учні могли ретельно підготуватися. Клас поділяється на дві команди. Кожна з них вибирає капітана, придумує назву команди, привітання та виконує домашні завдання. Повторення та узагальнення проходить під час конкурсів, кожний з яких оцінюється членами журі. Учитель, крім оцінювання у балах заслуг команд, оцінює і заслуги кожного учня.

### *Хід уроку*

#### *I. Вступне слово вчителя*

На попередньому уроці ми закінчили вивчення теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів». Сьогодні ми узагальнимо і систематизуємо набуті знання.

Урок ми проведемо незвичайний (не робитимемо записів у зошитах, розміщення ваших робочих місць теж незвичайне) – це буде урок – КВН. Наше журі стежитиме за правильністю відповідей та оцінюватиме успіхи кожної команди і кожного її члена зокрема.

Отже, розпочинаємо змагання кмітливих і винахідливих, тих, хто чимало знає і хоче знати більше. Сьогодні зустрічаються команди «Юні фізики» та «Еврика». Запрошуємо команди до привітання.

#### *II. Гра – КВН*

##### *1-й тур. Привітання*

Виходять представники команд і вітають один одного.

##### ***Команда «Юні фізики»***

Продзвенів уже дзвінок,  
Всі прийшли ми на урок.  
Фізика тепер у нас,  
Тому ми прибігли в клас.

Молекули і атоми,  
Сили, тиск...Задачі...  
Коли не знали все це ми –  
Чекали нас невдачі.

Сьогодні ж виявимо знання  
У грі чудовій – КВК.  
І перемога тих чекає,  
Хто знань побільше має.

### **Команда «Еврика»**

Сьогодні в фізичнім зійшлись поєдинку,  
Хто любить дотепне, веселе, нове.  
Задачі, завдання... А через годину  
Журі переможцем когось з нас назве.  
І що б нам не випало трохи пізніше,  
Супернику, наше вітання прийми.  
Нехай перемаже, хто знань має більше,  
А краще нехай перемажемо ми.  
(Максимальна оцінка – 2 бали.)

#### **2-й тур. Наш девіз**

Кожна команда представляє свою емблему та девіз.  
(Максимальна оцінка – 2 бали.)

#### **3-й тур. Естафета**

Для цього конкурсу кожна команда делегує двох представників.  
Один член команди виконує перше завдання. Після його закінчення  
другий член команди виконує наступне завдання.

**Завдання 1.** Записати позначення фізичних величин та одиниці  
їхнього вимірювання: тиск, сила тиску, площа опори, об'єм тіла, вага,  
виштовхувальна сила.

**Завдання 2.** з поданого співвідношення фізичних величин  
зробити найбільшу кількість можливих записів.

1.  $p = \frac{F}{S}$ . Відповідь.  $F = pS$ ,  $S = \frac{F}{p}$ .

2.  $F_A = g\rho_p V_T$ . Відповідь.  $V_T = \frac{F_A}{g\rho_p}$ ,  $\rho_p = \frac{F_A}{gV_T}$ ,  $g = \frac{F_A}{\rho_p V_T}$ .

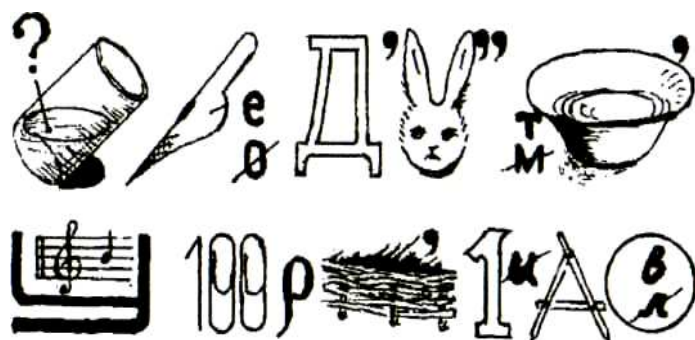
Команда, яка швидше і правильно виконала усі завдання,  
отримує 2 бали, команда-суперниця – 1 бал.

#### **4-й тур. Конкурс капітанів**

Перед капітанами ставиться завдання продемонструвати дію  
атмосферного тиску і прокоментувати побачене за допомогою  
приладу (установки), підготовленого командою-суперницею.  
Максимальна оцінка – 3 бали.

#### **5-й тур. Ребус**

Кожна команда представляє заготовлений плакат з ребусом.  
Команда-суперниця повинна прочитати текст-правило за 3 хвилини.

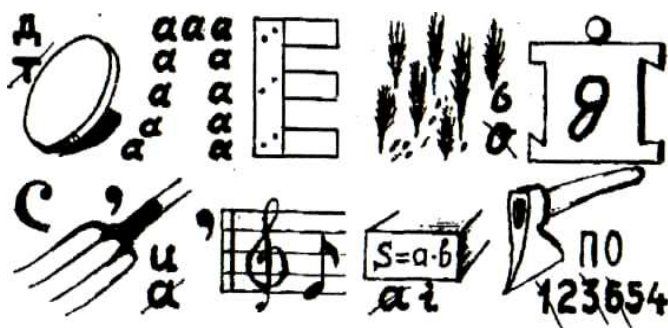


Мал. 1.

**Наприклад, команда «Юні фізики» (мал.. 1)**

*(Відповідь. Рідина передає тиск в усі боки однаково.)*

**Команда «Еврика» (мал.. 2)**



Мал. 2.

*(Відповідь. Тиск залежить від сили і площі опори.)*

### **6-й тур. Чорний ящик**

За описом необхідно визначити, що міститься у чорному ящику.

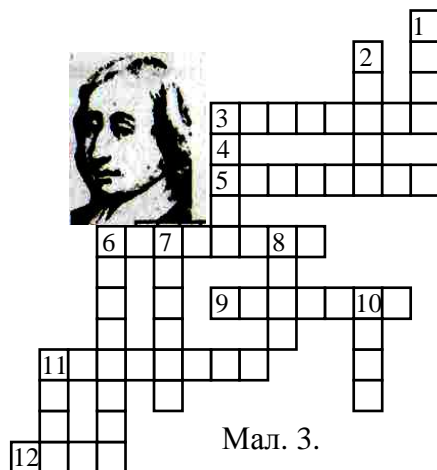
Ось опис одного з можливих приладів.

Цей прилад складається з двоколіїної скляної трубки, у яку наливають рідину. Рідина встановлюється в обох колінах на однаковому рівні, на її поверхні діє тільки атмосферний тиск. Ця двоколіїна скляна трубка прикріплена до прямокутної пластини, посередині якої є позначка «0», а вгору й униз від неї розміщені позначки 100, 200 тощо. Що це за прилад?  
(Рідинний манометр.)

### **7-й тур. Кросворд**

Кожній команді видається зображення кросворда. (мал..3) один із членів журі зачитує текст і фіксує правильну відповідь. За кожен правильну відповідь команда отримує 1 бал.

*По горизонталі:*



Мал. 3.

3. Цим словом можна назвати алюміній, воду, повітря, золото. 5. Прилад для вимірювання атмосферного тиску. 6. Прилад для вимірювання тиску більшого чи меншого за атмосферний. 9. Гази і рідини підлягають закону ... . 11. Фізична величина, що має напрям, є ... . 12. Величина, що визначається за допомогою терезів.

*По вертикалі:*

1. Причина зміни швидкості тіла. 2. Зміна у природі. 4. Добуток ширини, довжини і висоти. 6. Найдрібніша частинка речовини, яка зберігає її хімічні властивості. 7. Одиниця вимірювання сили. 8. Величина, що дорівнює відношенню сили, що діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні. 10. Частинка, з якої складається молекула. 11. Сила, з якою тіло, внаслідок притягання до Землі, діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс.

*Відповіді на кросворд*

*По горизонталі:*

3. Речовина. 5. Барометр. 6. Манометр. 9. Паска ля. 11. Векторна. 12. Маса.

*По вертикалі:*

1. Сила. 2. Явище. 4. Об'єм. 6. Молекула. 7. Ньютон. 8. Тиск. 10. Атом. 11. Вага.

### *III. Підсумок уроку*

Журі підраховує бали, набрані команди за кожний тур, і визначає переможця. У цей час учитель коментує внесок у результат учасників, визначає кількість балів, яку набрав кожний учень і виставляє оцінки.

### *IV. Домашнє завдання*

Учитель пропонує конкретне завдання з метою підготовки до контрольної роботи за темою «Тиск твердих тіл, рідин, газів».

## **"ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ, РІДИН, ГАЗІВ"**

### **Урок-естафета**

**Мета.** Закріпити і поглибити знання учнів про тиск твердих тіл, рідин і газів; розвивати інтерес до фізики й техніки; формувати навички колективної праці, вміння відповідально й зосереджено працювати.

**Тип уроку.** Урок узагальнення і систематизації знань.

**Обладнання.** Гральні кубики (2 штуки), аркуш чистого паперу, ручки, картки з кросвордом, посудина з водою, картоплина, сіль,

ложка, мензурка, скляна банка з водою, сірники, скляний циліндр без дна, кружок з картону, склянка з підфарбованою водою, широка посудина, гумові і скляні трубочки, затискач, штатив, кольоровий картон (цупкий папір), ножиці, ілюстрації до віршів, картки-завдання, «дидактичні» кубики, портрети Архімеда, Паска ля, Торрічеллі.

**Методичні поради.** На початку уроку вивчення теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів» попередити учнів про те, що підсумковий урок буде уроком-естафетою, в якому братимуть участь усі учні класу. Для підготовки до цього уроку в фізичному кабінеті вивішується перелік питань, які відображатимуть тематику підсумкового кроку. До початку уроку доцільно заготовити все необхідне обладнання, декоративну перегородку, а на титульних сторонах відкритої дошки намалювати сітки для кросвордів. Клас поділяється на дві рівносильні команди.

### Хід уроку

#### I. Вступне слово вчителя

Сьогодні, діти, у нас не звичайний урок, а урок-естафета. До цього уроку ви готувались протягом усього часу, коли ми вивчали тиск твердих тіл, рідин і газів. Важливим фактором гри є час. Економте його. Бажаю успіхів.

#### II. Гра-естафета

I. **Етап.** Гра «Чи знаєш ти формули?»

Учасники команд по чергово підбігають до столу і кидають гральний кубик, на гранях якого написані формули з вивченої та попередньої тем. На аркуші чистого паперу кожний учасник естафети дає письмове пояснення про зміст і застосування формули, яка була на верхній грані кубика

	$F_A = g\rho_p V_T$		
$p = \frac{F}{S}$	$P = gm$	$p = g\rho_p h$	$m = \rho V$
	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$		

*За повну і правильну відповідь – 3 бали.*

#### II. Етап. Конкурс кмітливих

Учасники команд розв'язують Якісні задачі:

1. Людина легко тягне човна у воді, однак на березі їй це робити значно важче. Чому?

2. Чому не провалюється дах будинку, хоча сила атмосферного тиску, яка діє на його поверхню, величезна?

3. Ходити босими ногами по морському березі, встеленому галькою, боляче, а ходити по дну моря, встеленому такою ж галькою, не боляче, якщо тіло людини занурене у воду вище пояса. Чому?

4. Часто нафтопродукти зберігають у спеціальних балонах із синтетичного м'якого матеріалу у воді на дні річки чи біля берега моря. Для чого в цьому випадку до балонів підвішують вантажі?

5. Стальна кулька плаває у ртуті. Чи зміниться глибина її занурення, якщо зверху в посудину долити води? Відповідь обґрунтуйте.

За кожну відповідь нараховується бали: за повну і правильну – 2 бали, за неповну – 1 бал.

### III. Етап. Змагання ерудитів

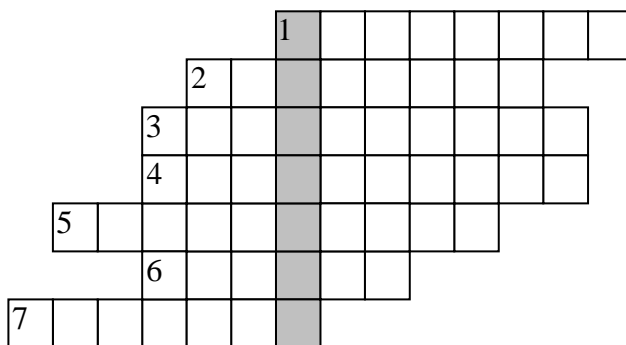
Кожна команда відгадує кросворд, малюнок і текст якого поміщені на картці. Перший учасник відгадує перше слово по горизонталі і передає картку другому, той вписує друге слово і передає третьому і т.д.

#### Кросворд (мал. 1)

У виділених клітинках прочитати назву і письмово описати його будову та призначення.

#### По горизонталі:

1. Прилад для вимірювання густини рідини. 2. Прилад для вимірювання тиску, який більший чи менший від атмосферного. 3. Лінія, яка вказує найбільшу осадку корабля. 4. Учений, який винайшов ртутний барометр. 5. Тип повітряної кулі, що застосовується для дослідження верхніх шарів атмосфери. У 1934 році на ньому було досягнуто рекордну висоту. 6. Вчений, який довів існування атмосферного тиску на досліді з «магдебурзькими півкулями». 7. Давньогрецький вчений, фізик, механік, математик.



Мал. 1.

Відповідь. *Анероїд*.

Максимальна оцінка – 9 балів.

### IV. Етап. Гра «Хто першим скаже «Еврика!»»

Команди повинні розв'язати по 5 задач (кожний учасник розв'язує одну задачу), які мають якісний, експериментальний і конструкторський характер.



Пропонуються задачі такого типу:

1. Перемістіть картоплину з дна посудини на поверхню води, не торкаючись до неї руками. Поясніть дослід. (Обладнання: посудина з водою, на дні якої знаходиться картопля, сіль, ложка.)

2. Визначте об'єм тіла неправильної форми. (Обладнання: мензурка, банка з водою, нитка, камінець, лінійка з міліметровими поділками.)

3. Зберіть воду з кювети у склянку, не переливаючи її. Поясніть свої дії. (обладнання: кювета з водою, склянка, смужка паперу, сірники.)

4. обґрунтуйте експериментально висновок: тиск рідин на дно посудини прямо пропорційний висоті стовпа рідини. (Обладнання: глибока посудина з водою, скляний циліндр без дна, кружок з картону, склянка з підфарбованою водою.)

5. Сконструйте і оформіть фонтан. Поясніть принцип його дії. (Обладнання: широка посудина, посудина з водою, гумові та скляні трубочки, затискач, штатив, кольоровий картон (цупкий папір, клей, ножиці.)

#### V. **Етап.** Конкурс «Вірші, малюнки і фізика»

Учасник команди підходить до столу і для вірша, текст якого декламується, відшукує серед запропонованих ілюстрацій ту, яка відповідає змісту вірша. Потім письмово на аркуші дає коротку відповідь на запитання, яке прозвучало у вірші.

Вірші, написані учнями при підготовці до уроку.

1. Як тіло в рідину ми опускаємо,  
На нього знизу тисне рідина.  
Чому ж тоді воно в ній потопає,  
Чому ж тоді воно сягає дна.
2. Все важче і важче нам дихати стає,  
Як на гору виходимо стежками крутими.  
Скажіть-но, які у нас прилади є,  
Що тиск вимірюється ними?
3. Тим, хто завжди помагає вдома,  
Хто прибирає в кімнатах, відомо  
(Соромно, мабуть, не знати цього)  
Як побудований наш помагальник,  
Наш прибиральник і замітальник,  
Що порохотягом назвали його?
4. Ану, сюди на мить зирни,

Це, певно, знає кожен –  
Тиск внутрішній у рідині  
Ти визначити можеш?

5. Хоч бачити нам наяву довелось, -  
Важко повірити було спочатку,  
Що не подужають силу півкуль  
Коней гладких два десятки.  
Ти нам логічно усе доведи:  
У чому причина такої «біди»?

#### VI. **Етап.** Гра «Чарівні кубики»

Член команди отримує комплект із шести дидактичних кубиків і картку завдань. Він повинен скласти з кубиків малюнок установки, що демонструє дію якого-небудь фізичного явища чи його технічне застосування. Упоравшись із завданням, учень передає комплект своєму товаришеві по команді, а суддя вручає йому нову картку-завдання.

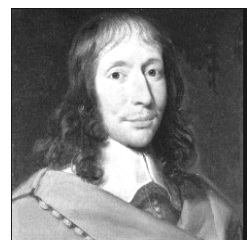
Зміст карток завдань:

1. Скласти з кубиків фігуру, що нагадує гідравлічний прес. Записати формулу, що виражає співвідношення площ його поршнів і відношення діючих на них сил.
2. Скласти з кубиків зображення автопоїлки для птахів. На якому фізичному явищі ґрунтується її робота?

#### VII. **Етап.** Вікторина «Чи знаєш ти фізику»

Запитання вікторини:

1. За якою формулою обчислюють тиск рідини на стінки посудини?
2. Якою формулою слід користуватись, щоб визначити тиск рідини на дно посудини.
3. Як математично записати закономірність, на якій ґрунтується робота гідравлічного преса?
4. Записати формулу для обчислення Архімедової (виштовхувальної) сили.
5. Вказати умову за якої тіло тоне.
6. За якої умови тіло плаває у рідині?
7. За якої умови тіло спливає на поверхню рідини?
8. Вставте пропущені цифри-слова в текст: «Атмосферний тиск, що дорівнює тиску стовпа ртуті висотою... при температурі..., називають нормальним».



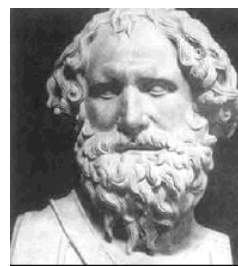
Мал. 1.

9. Вказати співвідношення між 1мм рт. ст. і 1 Па.

10. Що зробив цей фізик? (Портрет Паскаля з датами його народження і смерті, але без вказаного прізвища вченого. (мал. 1))

11. Які відкриття цього вченого ти знаєш? (Портрет Архімеда з датами «287-212 до н.е.», але без вказаного прізвища вченого. (мал. 2))

12. Який внесок у науку зробив цей учений? (Портрет Торрічеллі з датами його народження і смерті, але без вказаного прізвища вченого. (мал. 3))



Мал. 2.

### III. Підсумок уроку

Голова журі – вчитель фізики – підкреслює, яка команда була уважнішою, чіткішою у висловлюваннях, краще орієнтувалась у теоретичних питаннях, а яка – краще виконувала практичні завдання. Він оголошує результати, а також оцінює роботу кожного учасника естафети.



Мал. 3.

### IV. Домашнє завдання

Підготуватись до тематичного оцінювання за темою «Тиск твердих тіл, рідин і газів».

## "УРОК-ПОДОРОЖ У КРАЇНУ "ТИСК" "

### Урок-подорож

**Мета.** Закріпити і поглибити знання учнів з теми; розвивати інтерес учнів до фізики шляхом створення позитивних емоцій, яскравих емоційних вражень; розвивати вміння спостерігати, узагальнювати, експериментувати; формувати вміння і навички самоперевірки, взаємоконтролю знань і вмінь.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Барометр-анероїд, рідинний манометр, динамометр, посудина з водою, учнівська лінійка, карта подорожі, кросворд, роздатковий матеріал, гральні кубики з портретами вчених-фізиків.

**Методичні поради.** Клас поділяється на декілька груп-команд. Кількість команд визначається кількістю міст, у які здійснюється подорож. Час перебування команди у місті – 5-7 хвилин. «По ланцюжку» команди дають запитання чи завдання (перша – другій, друга – третій і т.д.). Якщо команда не може відповісти на запитання (або дає неправильну відповідь) чи виконати запропоноване завдання,



1. Хлопчик зірвав з гілки листок, приклав його до рота. Коли він втягнув у себе повітря з рота, то листок розірвався. Чому це сталося?

2. Чому під час відкачування повітря вода піднімається в трубці В, а в трубці А опускається (малюнок на дошці)?

3. Чому при зниженні літака пасажери відчувають біль у вухах?

4. Чому не провалюється дах будинку, хоч сила атмосферного тиску, яка діє на нього, дуже велика?

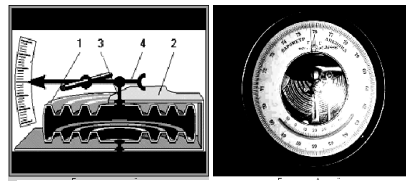
5. Яке фізичне явище ми використовуємо, набираючи чорнило в авторучку?

6. Чому парнокопитні тварини легше переміщуються по заболоченій місцевості, ніж не парнокопитні.

3. Подорож у місто Приладоград

У місті «живуть» різні фізичні прилади:

1) барометр-анероїд; (мал. 2.)



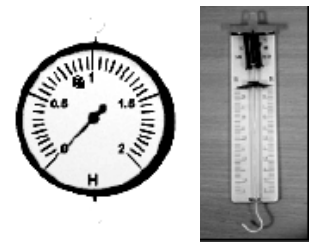
Мал. 2.

2) рідинний манометр; (мал. 3.)



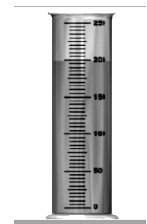
Мал. 3.

3) динамометр; (мал. 4)



Мал. 4.

4) мензурка; (мал. 5)



Мал. 5.

Пояснити будову та призначення цих приладів.

4. Подорож у місто Мислителів

Любителям добре помислити пропонується розв'язати задачу.

У ліве коліно сполучених посудин налили воду, у праве – гас. Висота гасу 40 см. У якому коліні рівень рідини нижчий і на скільки?

5. Подорож у місто Законоград

У місті діють закони фізики. Сформулюйте закони країни «Тиск», які Ви знаєте, вивчивши тему «Тиск твердих тіл, рідин і газів».

6. Подорож у місто нерозгаданих таємниць

Командам пропонується розв'язати кросворд. (мал. 6.)

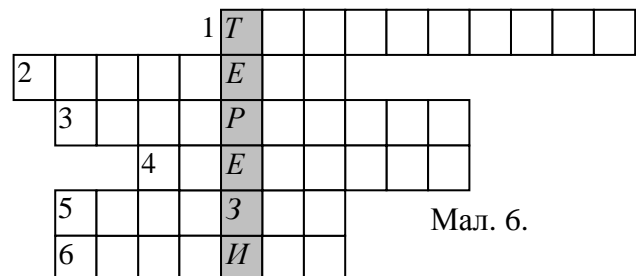
1. Прізвище вченого, який перший сконструював ртутний барометр. 2. Прилад для вимірювання тиску більшого або меншого від атмосферного.

3. Лінія, яка показує допустиму осадку корабля.

4. Прилад для вимірювання густини речовини.

5. Явище взаємного проникнення молекул однієї речовини у проміжки між молекулами іншої.

6. Величина, що чисельно дорівнює масі речовини в одиниці об'єму.



Мал. 6.

*Відповідь. 1. Торрічеллі. 2. Манометр. 3. Ватерлінія. 4. Аерометр. 5. Дифузія. 6. Густина.*

7. Подорож у місто Майстрів

Тут живуть майстри – «умілі руки», конструктори, винахідники.  
Завдання: сконструювати установку і пояснити принцип дії пристрою типу:

- a) фонтан;
- b) автопоїлка для домашньої птиці.

*III. Підсумок уроку*

Його робить учитель, аналізуючи хід гри на кожному її етапі. Успіхи членів команд, що боролися за перемогу, оцінюються у балах, які виставляються у журнал, а члени команд-переможниці нагороджуються ще й призами.

*IV. Домашнє завдання*

Підготуватись до контрольної роботи за темою «Тиск твердих тіл, рідин, газів» (завдання на розсуд вчителя).

## "АТМОСФЕРНИЙ ТИСК"

### Урок - наукове дослідження

**Мета.** Засобами фізичного експерименту довести існування атмосферного тиску; виховувати спостережливість та вміння пояснювати явища, спричинені атмосферним тиском; розвивати природне прагнення дітей до пізнання, їх цікавість як стимул до навчання.

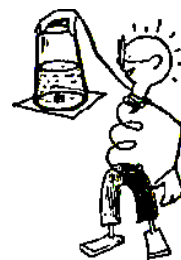
**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

**Методичні рекомендації.** Пізнавальна діяльність учнів на цьому уроці активізується створенням проблемних ситуацій. Урок проводиться як різновид лабораторної роботи «наукове дослідження». Форма виконання роботи групова: учні об'єднуються у групи, у кожній з яких учитель (*залежно від індивідуальних здібностей учнів*) призначає експериментатора», «теоретика» і «опонента», які за його допомогою описують хід відповідного досліду, ставлять проблемні запитання, роблять висновки. При цьому важливо, щоб учні розуміли основну мету роботи: засобами фізичного експерименту довести існування атмосферного тиску.

Автори багатьох підручників і посібників рекомендують почати вивчення цієї теми виконанням досліду зі склянкою, наповненою

водою і закритою папером, або дослідом з піднімання води за поршнем.

У посібнику «Фізичні вікторини» Б. Ф. Білимовича пропонується дослід з перевернутою склянкою.



Мал. 1.

*Дослід.* Наповнити склянку водою до половини, на дно покласти невеликий тягарець (наприклад, маленьку гайку, шайбу, дрібну монету). Закрити склянку аркушем паперу і, притримуючи рукою, перевернути. Не зважаючи на те, що зсередини на аркуш паперу тисне повітря, вода і тягарець, він не відкривається. Поясніть це явище. (мал.1)

*(Під дією ваги води і тягарця аркуш паперу прогинається, об'єм повітря у склянці збільшується і його тиск стає меншим від атмосферного. Тому зовнішній атмосферний тиск може зрівноважити тиск вмісту склянки.)*

Але такому поясненню суперечить серія дослідів: якщо склянку накривати тонкою жерстяною або пластмасовою пластиною (вони не прогинаються), ефект буде таким самим. На основі лише атмосферного тиску семикласники пояснити цей дослід не зможуть його можна буде пояснити після вивчення властивостей рідин у старших класах. (Виникає проблемна ситуація.)

Легко створюється проблемна ситуація у досліді, що демонструє піднімання води за поршнем, який рухається в скляній трубці, але у ланцюжку міркувань учнів, крім води й повітря, виникає третя ланка поршень. Учні зосереджують увагу на поршні і вважають його основним «винуватцем» піднімання води. Тому й можна почути, що «воду піднімає поршень», «вода притягується (прилипає) до поршня», «воду тягне (втягує) поршень». Пояснення цих дослідів вимагає активної допомоги вчителя, забирає чимало часу на уроці. Очевидно, демонстрування цього дослідів слід провести пізніше після постановки простих дослідів, результати яких учні можуть легко пояснити.

### *Хід уроку*

#### *1. Актуалізація опорних знань учнів*

Для фронтального опитування учням пропонуються такі запитання:

1. Яку силу називають рівнодійною кількох сил?
2. Чому дорівнює рівнодійна двох сил, напрямлених уздовж однієї прямої у протилежні боки? Як вона напрямлена?
3. Що називають тиском? Яка різниця між тиском і силою тиску?



4. Від яких величин і як саме залежить тиск усередині рідини?

5. Як пояснюють тиск газу на основі вчення про рух молекул?

6. Чи залежить тиск газу від його густини? Для пояснення використайте знання про молекулярну будову речовини.

7. Як залежить тиск газу від його температури?

## II. Засвоєння нових знань

Вивчення нового матеріалу здійснюється шляхом «наукового дослідження» самих учнів.

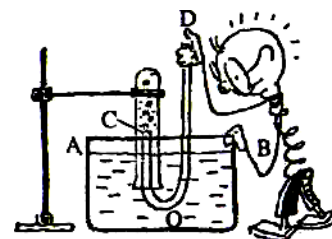
Під час евристичної бесіди вчитель пропонує запитання, зміст яких створює проблемну ситуацію і водночас є інструктивними вказівками до виконання певної частини досліду. Учні на основі раніше здобутих знань і дедуктивних розумових висновків розв'язують проблему. Після цього учні виконують дослід і за його результатами підтверджують зроблене ними передбачення.

*Дослід 1.* Через вузький отвір лійки, широкий отвір якої затягнутий гумовою або целофановою плівкою, учень вдуває повітря. Плівка при цьому вигинається назовні. Якщо повітря втягувати в себе, плівка прогинається всередину лійки.

*Дослід 2.* Лійку без плівки «експериментатор» широким отвором кладе на аркуш паперу, щільно притискає її до паперу і, відсмоктуючи з лійки повітря, піднімає її. Аркуш паперу, щільно притиснутий до лійки, піднімається разом з нею. Варто відкрити отвір у лійці, як аркуш паперу відпадає.

*Дослід 3.* Для проведення досліду використовується тонкостінна еластична пляшка місткістю 1,5-2 л, у якій є невелика кількість гарячої води. Воду виливаємо з пляшки, і заливаємо у неї незначну кількість холодної води, швидко закручуємо кришку і збовтуємо воду. Пляшка сплющується, втрачаючи свою форму. Якщо повільно відкручувати кришку, чується характерний усмоктувальний звук і пляшка набуває попередньої форми.

*Дослід 4.* У досліді використовується пробірка, всередину якої введено гумову трубку (мал. 2).



Мал. 2.

### Проблемні запитання:

1. Чи на однаковому рівні встановляться поверхні води у широкій посудині та в пробірці, якщо:

а) пробірку відкритим кінцем занурити у воду;

б) збільшити глибину занурення відкритого кінця пробірки, опустивши її вниз;

в) зменшити глибину занурення, піднявши її вгору?

2. Якими будуть результати попередніх дослідів, якщо під час їх проведення кінець 4 гумової трубки затиснути пальцями?

3. Якими будуть результати дослідів, якщо під час опускання чи піднімання пробірки відкрити затиснутий кінець гумової трубки?

4. Чи зміниться положення поверхні води в пробірці, якщо кінець 4 гумової трубки взяти у рот, і:

а) відсмоктати з пробірки частину повітря;

б) вдуги у пробірку повітря?

5. Що сталося б, якби вдалося повністю відсмоктати повітря з пробірки?

Оскільки під час відсмоктування повітря з пробірки вода легко піднімається майже на всю висоту пробірки, то висота стовпа води, вагу якого зрівноважує сила атмосферного тиску, має бути досить значною. Переконаємося у цьому, виконавши такі два досліди.

*Дослід 5 (демонструє й пояснює окрема група учнів).* Отвір довгої скляної трубки, закритої з одного кінця і наповненої водою, закривають пальцем. Якщо трубку перевернути, опустити в посудину з водою і прийняти палець, вода не вилитиметься.

*Дослід 6 (демонструє та пояснює окрема група учнів).* Для проведення дослідів треба заздалегідь зібрати простий прилад. Скляну колбу щільно закрити корком із пропущеною крізь нього скляною трубкою і з'єднаною з такою самою трубкою за допомогою короткого шматка гумової трубки. Багаторазове з'єднання таких трубок утворює канал, до кінця якого приєднується трубка з краном чи затискачем. Колбу прив'язати до кінця довгої дерев'яної планки, прикріпленої до краю дошки так, щоб дно колби доторкалося до стелі, а утворений трубками канал, опускаючись на підлогу, з'єднував колбу зі склянкою, розміщеною на демонстраційному столі. Склянку наповнити підфарбованою водою. Якщо кінець трубки з краном занурити в підфарбовану воду і відкрити кран, вода зі склянки, рухаючись каналом, бурхливим потоком заповнить колбу. Насамперед учні мають розгадати «секрет» дослідів з колби заздалегідь було підкачано повітря.

*Проблемні запитання:*

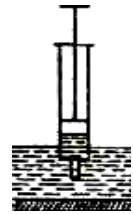
1. Що змушує воду підніматися у колбу?

2. Чому довжини з'єднувальних гумових трубок каналу мають бути якнайменшими?

Обговорюючи результати дослідів, підводимо учнів до ідеї порівняння атмосферного тиску з тиском стовпа рідини.

### III. Осмислення одержаних знань

Для перевірки глибини засвоєння нових знань проводимо серію дослідів зі шприцами. Для проведення цих дослідів треба мати склянку, на дні якої є гумова прокладка.



Мал.3.

*Дослід 1.* Опускаючи поршень, витискують зі шприца повітря. Після цього його кінець занурюють у воду, піднімають поршень і спостерігаються, як за ним піднімається вода (мал. 3). Чи немає якоїсь взаємодії між водою і поршнем за їхнього безпосереднього контакту, внаслідок чого піднімається вода? Чи не «тягне» поршень зверху воду?

*Дослід 2.* Витискуємо зі шприца воду і піднімаємо на невелику висоту, частково заповнивши шприц повітрям. Потім занурюємо його кінець у воду і знову піднімаємо поршень. Вода піднімається за поршнем, хоча безпосереднього контакту між ними немає (вода відділена від поршня шаром повітря). Чи існує якась сила, що «заштовхує» воду знизу у шприц? Адже вода у шприці й вода в посудині знизу сполучені.

*Дослід 3.* Продовжуючи підіймати поршень, усуваємо цей контакт, притиснувши нижній отвір шприца до гумової прокладки на дні склянки. Піднімання води припиняється, хоч поршень рухається вгору. Отже, сила, яка «заштовхує» воду знизу вгору у шприц, таки існує.

*Дослід 4.* Витискуємо зі шприца воду й повітря, занурюємо його в посудину з водою і, притиснувши отвір до гумової прокладки, піднімаємо поршень. При цьому помічаємо, що для піднімання поршня потрібно прикласти значну силу. Що протидіє підніманню поршня? Якщо в попередніх дослідах воду «піднімала атмосфера», то у цьому досліді ми «піднімаємо атмосферу», яка тисне на поршень згори вниз. Якщо звільнити отвір шприца, вода швидко заповнить шприц. Що змушує воду заповнити шприц?

*Дослід 5.* Покладіть на стіл учнівську гумку, видаліть із шприца повітря і щільно притисніть його отвір до гумки, підніміть поршень на найбільшу висоту. Якщо після цього відпустити поршень, то він,

рухаючись униз, гучно вдарить об дно шприца. Що змушує поршень рухатися вниз?

*Експериментальна задача.* Виконуючи дослід 5, ми користувалися шприцом місткістю 5 мл, площа поршня якого становить  $1,13 \text{ см}^2$ . Якщо атмосферний тиск у кімнаті дорівнював  $10 \text{ Н/см}^2$  (докладніше про це йтиметься на наступному уроці), то учень, піднімаючи поршень, приклав силу  $11,3 \text{ Н}$ . Чи зможе він виконати цей дослід, використовуючи інший шприц?

Для проведення експерименту використаємо побутовий трубчатий динамометр із межею вимірювання  $100 \text{ Н}$ . За допомогою цього динамометра вимірюємо максимальну силу, яку може розвинути учень, розтягуючи його пружину двома пальцями лівої і двома пальцями правої руки (вона дорівнює  $30 \text{ Н}$ ). За відомими значеннями атмосферного тиску і прикладеної сили визначаємо площу поршня. Вона має дорівнювати  $3 \text{ см}^2$  (діаметр  $2 \text{ см}$ ).

Такий чином, якщо під час виконання досліду учень використає шприц, площа якого більша  $3 \text{ см}^2$ , то підняти поршень такого шприца він не зможе. Підібравши відповідний шприц, учитель пропонує учням спробувати підняти поршень. Після невдалих спроб дослід слід повторити, частково заповнивши шприц повітрям.

#### *V. Підсумок уроку і повідомлення домашнього завдання*

Учням пропонується виконати домашній експеримент: тонкостінну еластичну пляшку місткістю  $1,5\text{-}2\text{ л}$  сполоснути гарячою водою і, не гаючись (щоб пляшка не охолола), занурити її шийку в холодну воду, налиту в широкую посудину. Якщо поливати поверхню пляшки холодною водою, вода заповнюватиме пляшку, піднімаючись над рівнем води в широкій посудині. Пояснити спостережуване вище.

## **"АРХІМЕДОВА СИЛА" ЛЕГЕНДА ПРО АРХІМЕДА.**

### **Театралізований урок**

**Мета.** Поглибити та закріпити знання учнів про закон Архімеда та архімедову силу; розвивати логічне мислення, виховувати інтерес до фізики шляхом активації пізнавальної діяльності.

**Тип уроку.** Урок засвоєння та систематизації знань.

**Обладнання.** Відливна посудина з водою, картоплина, циліндр з набору калориметричних тіл, прилад «Відерце Архімеда», динамометр.

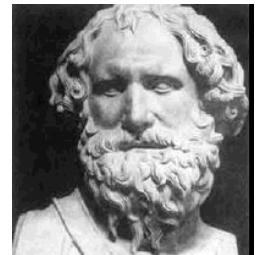
**Методичні поради.** Урок розпочинається у формі вистави, для якої потрібно підготувати декорації: трон (2 оздоблені крісла), учасники (одягнуті в білий одяг на зразок грецьких хітонів), вартові біля царя (тримають в руках опахала на довгих ручках), ванна для Архімеда (облаштована на двох кріслах, повернутих спинками до глядачів і закритих великим аркушем картону чи цупкою паперу з написом «ванна»), велику посудину з водою (поставити у «ванну» так, щоб глядачі її не бачили), халат і рушник для банщика, магнітофон з музичними записами.

*Хід уроку I.*

*Театралізована вистава «Легенда про Архімеда» (мал. 1)*

### **Частина перша**

*(Під музику у зал заходять цариця, жриця, Архімед, танцівниці, придворні, вартові. Цариця сідає на трон. Під музику танцівниці виконують танець. Раптом музика замовкає. Усі встають і, аплодуючи, вітають царя, який входить у зал.)*



Мал.1.

**Цар.** Сьогодні у нас великий день! Римляни зняли облогу міста і відплили від Сицилії. То ж подякуємо богам за нашу перемогу! (Усі піднімають руки вгору, аплодують, а танцівниці під музику виконують інший танець).

Перемога далася нам нелегко і вона не випадкова. Наші військові машини виявилися кращими за римські. Їх винайшов наш математик, механік, астроном та інженер Архімед. Серед них були машини, які кидали каміння та свинцеві кулі на величезні відстані. Вони навели на римлян такий жах, що ті побоялись йти на другий приступ. Наші воїни боронилися відважно, але не змогли б перемогти без мудрості та знань Архімеда...

**Цариця.** Так я і знала, що про нас забудуть. Під час того, як тривала облога Сіракуз, великий Архімед сказав, що без жінок з ворогами не впоратися. Він наказав нам взяти свої дзеркала і стати на стінах міста. Потім за його командою ми направили сонячні промені, відбиті від дзеркал, спочатку на вітрила одного корабля вони загорілися, потім на вітрила другого він спалахнув, далі на третій корабель і він також загорівся. Римляни з жахом відступали. А тепер про нас забули?

**Цар.** Що ви, ніхто не забув про вас. Ми ще раз вітаємо мудрість Архімеда та відданість наших жінок. *(Цар встає з трону і вітає царицю разом із присутніми.)*

**Цар.** Покликати сюди майстра! *(Входить майстер із короною в руках.)* Головна жриця храму Зевса! У знак перемоги над Римом дарую храмові золоту корону. Помісти її на головний вівтар. *(Жриця бере від майстра корону.)*

**Жриця.** Великий царю! Дякую! Але чи дозволиш ти мені перевірити чесність майстра! Ти дав майстру дві міри золота. Чи усе золото використав майстер на корону?

**Цар.** *Перевір. (Жриця бере динамометр і зважує корону.)*

**Жриця.** Так, тут дві міри. Але чи із чистого золота зроблена корона?! Може майстер додав до неї срібло, а частину золота забрав собі?.. Це може викликати гнів Зевса.

**Цар.** О, мудрий Архімеде! Це завдання гідне тебе. Визнач, чи є у короні домішки срібла. *(Під звуки музики всі виходять.)*

### **Частина друга**

*(Ванна кімната. Банщик під музику готує ванну. Заходить Архімед із короною і динамометром у руках.)*

**Архімед.** Яка красива корона і якої складної форми. Шкода ламати її. Але як визначити, чи є у короні домішки срібла?.. Золото дуже важкий метал, а срібло значно легше. Якщо корона зроблена не із чистого золота, а є сплавом золота і срібла, то її об'єм повинен бути більшим за об'єм корони з чистого золота такої ж ваги.

Отож, потрібно визначити об'єм корони.

**Банщик.** Архімеде! Ванна готова.

**Архімед.** Зараз іду.

**Банщик.** Ось так завжди. Спочатку каже: «Підготуй ванну», а потім: «Зараз, зараз». Вода ж холоне!

**Архімед.** Іду, вже іду.

*(Архімед скидає хітон, залишаючись у набедренній пов'язці, залазить у ванну. З ванни вихлюпується вода.)*

Дивись! Я занурився у воду, її рівень піднявся, а я ніби став легшим... Банщик! Подай сюди корону і вагу...

Зважую корону у повітрі, а потім у воді. У воді на корону діє виштовхувальна сила, яка дорівнює вазі витісненої води. Так... Густина води відома. Отож, зараз вирахую об'єм корони... Готово! Тепер треба пригадати об'єм двох мір золота. Так, так... Об'єм корони

більший, ніж об'єм золота. Отож, у короні є домішки срібла! Еврика!!!  
(Вискакує ванни і біжить, незабаром повертається.)

Е, ні! Голим я не піду, хоч би заради того, що про це розповідатимуть у школах протягом тисячоліть. (Одягає хітон і виходить.)

**Банщик.** Отак завжди. Думає, що він сам зробив велике відкриття. А я знаю: якби не моя ванна і я, то нічого не вийшло б. Отже, причина відкриття я. Ось так! (Гордо виходить.)

*Частина третя*

(Тронний зал, під музику заходять діючі особи. Вбігає Архімед.)

**Архімед.** Великий царю! Я виконав твоє завдання! Боги осінили мене, і я визначив, що в короні є домішки срібла. Майстер вкрав частину золота.

**Жриця.** Нехай гнів Зевса впаде на його голову!

**Цар.** Вартові! Арештуйте злодія!

(Майстер непритомніє, вартові його виносять.)

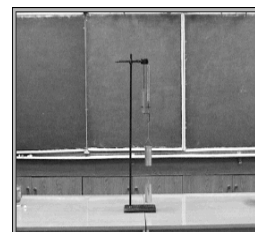
**Архімед.** Шляхом роздумів я дійшов висновку: «Тіла, перебуваючи у рідині, гублять у своїй вазі стільки, скільки важить рідина, взята в об'ємі тіла». Цей висновок настільки важливий, що я нарікаю його законом. Ним будуть користуватися віками.

(Усі аплодують Архімедові, під музику виходять.)

*II. Поглиблення та закріплення знань, умінь і навичок*

Поглиблення знань про архімедову силу здійснюється шляхом виконання експериментальних завдань.

За допомогою відливної посудини (велику відливну посудину можна виготовити з прозорої пластикової пляшки) (мал.2) учні визначають об'єми картоплини, циліндра від приладу «Відерце Архімеда», малого циліндра з набору калориметричних тіл.



Мал. 2.

За формулою обчислюється архімедова (виштовхувальна) сила, що діє на ці тіла у воді.

Результати обчислень учні перевіряють, зважуючи тіла у повітрі і у воді, а також визначають вагу води, що виливається з відливної посудини при зануренні у неї циліндра від приладу «Відерце Архімеда».

На основі цих експериментів учні ще раз переконуються у справедливості закону Архімеда.

Після цього пропонується учням відповісти на такі питання:

1. У посудину з водою опускають ложку. Яка з фізичних величин маса ложки, об'єм води, вага ложки, рівень води в посудині збільшується? Зменшується? Не змінюється?

2. Яка з величин об'єм тіла, густина рідини, густина речовини тіла не потрібна для обчислення виштовхувальної сили, що діє на тіло?

3. Три кульки однакові за об'ємом, перебувають у воді на різній глибині. Чи однакова виштовхувальна сила діє на них?

4. До терезів підвішені дві гирі однакової ваги фарфорова і залізна. Чи порушиться рівновага терезів, якщо їх опустити у посудину з водою?

### *III. Підсумок уроку*

Оцінюються відповіді учнів, записуються у щоденниках подяки учням, що брали участь у виставі.

### *IV. Домашнє завдання*

§37; задачі 1, 4, 7, с. 116.

## **"УМОВИ ПЛAVАННЯ ТІЛ"**

### **Урок-експериментальне дослідження**

**Мета.** Вивчити умови плавання тіл на основі поняття про архімедову силу; формувати інтерес до експерименту; розвивати вміння спостерігати, глибоко аналізувати, зіставляти, порівнювати, пояснювати явища; сприяти активізації творчого мислення учнів, пробуджувати в них пізнавальний інтерес; розкрити практичне використання умов плавання тіл у житті людини, природі; виховувати почуття відповідального і бережливого ставлення до природи.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

**Обладнання.** Посудини з водою, олією, солоною водою, гасом; дерев'яний і пінопластовий бруски однакових розмірів, парафінова кулька, важільні терези, динамометр, прилад «відерце Архімеда», магнітофонний запис уривків із художніх творів, плакат з рисунками «Відшукай фізичну помилку!», ігровий кубик, магнітна дошка, таблиця «Птиці на воді».

### *Хід уроку*

#### *I. Актуалізація чуттєвого досвіду та опорних знань учнів*

На попередніх уроках ми познайомились з дією рідини на занурені в неї тіла. А тепер перевіримо, як ви засвоїли цей матеріал.



1. Відповіді на запитання.

- Яка сила виникає при зануренні тіла в рідину?
- Як напрямлена ця сила?
- Від чого залежить ця сила?
- Якщо тіло не повністю занурене у рідину, то як знайти виштовхувальну силу?
- Якими експериментальними способами можна визначити архімедову силу?

2. Експеримент.

Трьом учням даються експериментальні завдання на визначення сили Архімеда трьома різними способами:

А. Визначити виштовхувальну силу, яка діє на дерев'яний брусок при його повному зануренні у воду, використовуючи лише лінійку. (Спосіб визначення архімедової сили за знайденим об'ємом тіла і густиною рідини.)

Б. Визначити виштовхувальну силу, яка діє на металевий циліндр, занурений у гас. **Обладнання:** динамометр, посудина з гасом, металевий циліндр. (Спосіб визначення архімедової сили за різницею показів динамометра при зважуванні тіла повітрі та у рідині.)

В. Яка виштовхувальна сила діє на картоплину, що знаходиться у воді? **Обладнання:** картоплина, відливна посудина з водою, пусте відерце, динамометр. (Архімедова сила дорівнює вазі рідини, витісненої тілом.)

3. Опитування за плакатом з рисунками «Відшукай фізичну помилку!».



Мал. 1.

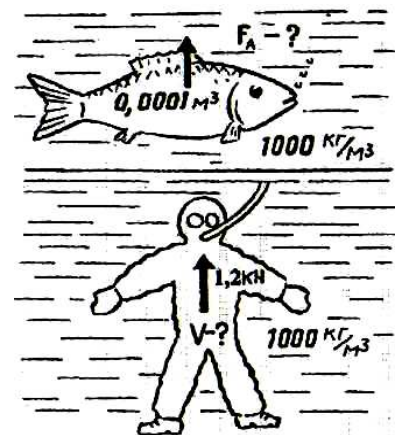
(мал. 1)

4. Розв'язування задач із використанням схематичних рисунків. (мал. 2)

Учні демонструють формули розв'язків задач за допомогою сигнальних карток і усно розв'язують задачі.

5. Розв'язування експериментальних задач:

А. На шальці терезів зрівноважено склянку з водою. Чи порушиться рівновага терезів, якщо у воду занурити гирю, підвішену на нитці до штатива?



Мал. 2.

Б. Чи порушиться рівновага терезів, якщо гирю спочатку зрівноважити на терезах разом зі склянкою, наповненою водою, а потім опустити її на нитці у воду?

В. На гачку динамометра висить відерце Архімеда. Чи зміняться покази динамометра, якщо відерце наповнити водою і занурити у воду?

б. Гра «Кубики».

Учні підкидають кубик і дають відповіді на запитання, написані на його гранях:

- Де легше тримати камінь: у воді чи у повітрі?
- Чи залежить виштовхувальна сила, яка діє на занурене в рідину тіло від глибини його занурення?
- Що легше тримати у воді: брусок заліза масою 1 кг чи шматок дерева такої ж маси?
- Чи однакова сила потрібна, щоб втримати тіло у воді і гасі?
- На який циліндр алюмінієвий чи залізний діє більша виштовхувальна сила у воді, якщо циліндри однакового об'єму?
- Чи діє архімедова сила в стані невагомості?

## II. Мотивація навчальної діяльності учнів

Отже, ми знаємо, що на всяке тіло, занурене у рідину, діє виштовхувальна сила. Але чи достатньо ваших знань, щоб пояснити, коли плаває тіло?

*(Створюється проблемна ситуація шляхом демонстраційного експерименту.)*

*Експеримент 1.* У склянку з водою опускається залізний циліндр він тоне, опускається дерев'яний брусок він спливає.

*Експеримент 2.* Опускається парафінова кулька у воду вона спливає, опускається у гас - тоне.

*Проблемні запитання:*

1. Чому одні тіла тонуть у рідині, а інші в тій же рідині плавають?

2. Чому одне й те ж тіло в одній рідині тоне, а в іншій плаває?

## III. Повідомлення теми, мети і завдань уроку

На сьогоднішньому уроці ми розглянемо умови плавання тіл, тобто з'ясуємо, за яких умов тіла тонуть, спливають, плавають усередині рідини. І ви зможете відповісти на запитання:

- Чому залізний цвях тоне у воді, а судна, виготовлені з металу, плавають?

- Чому риби плавають всередині рідини, а водо плавальна-птиця на поверхні води?

- Як піднімається і занурюється підводний човен?

#### *IV. Осмислення і засвоєння учнями нового матеріалу*

- Які сили діють на тіло, коли воно знаходиться у рідині?

- Як напрямлені ці сили?

- Які співвідношення можливі між цими силами?

Розглянемо співвідношення між силою тяжіння і архімедовою силою, які діють на тіло, що знаходиться у воді.

*(Використовується наочність: на магнітній дошці за допомогою магніту прикріплюється малюнок, на якому зображено посудину з водою. Магніт одночасно є тілом, що знаходиться у воді. Прикладаються до тіла паперові стрілки (вектори сили тяжіння і архімедової сили) і закріплюються тим самим магнітом.)*

Розглядаємо три можливі випадки:

a) якщо  $F_T = F_A$ , рівнодійна сил напрямлена вниз, то тіло тоне ;

b) якщо  $F_T = F_A$ , рівнодійна сил дорівнює нулю, то тіло плаває всередині рідини;

c) якщо  $F_T < F_A$ , рівнодійна сил напрямлена вгору, то тіло спливає.

*Перевіряється* за допомогою експерименту правильність висновків, зроблених учнями. При цьому використовується значення сили Архімеда, які учні отримали при розв'язуванні експериментальних задач на початку уроку і порівнюється їх із силами тяжіння, які діють на дерев'яне та металеве тіло.

Розглянемо докладніше третій випадок.

*Експеримент.* Повністю занурюю дерев'яний брусок у воду. Під дією архімедової сили він спливає.

Підводжу учнів до міркувань: якщо тіло показалося з води і далі спливає, то об'єм зануреної частини зменшується, зменшується вага води, яку витісняє тіло, тобто зменшується архімедова сила, що діє на тіло.

Доки тіло спливатиме? Доти, доки сила Архімеда не дорівнюватиме за модулем силі тяжіння.

*Учні роблять висновок.* Якщо тіло плаває на поверхні рідини, то вага витісненої ним рідини дорівнює вазі цього тіла в повітрі.

Переконаємо учнів у правильності висновку за допомогою експерименту.

*Експеримент.* У відливному посудині з водою учні опускають дерев'яний брусок, знаходять вагу води, що вилілась, вагу бруска в повітрі і порівнюють їх. Яким іншим способом можна визначити: тіло тонути, плаватиме всередині рідини чи спливатиме?

Розглядаємо випадок, коли тіло плаває всередині рідини.

Учень на дошці записує:

$$F_T = F_A;$$

1.  $F_T = mg = g\rho_T V_A = g\rho_P V_T;$

$$g\rho_T = g\rho_P V_T;$$

$$\rho_T = \rho_P - \text{тіло плаває всередині рідини.}$$

2.  $F_T > F_A, \rho_T > \rho_P, -\text{тіло тоне у рідині.}$

3.  $F_T < F_A, \rho_T < \rho_P, -\text{тіло спливає у рідині.}$

Учні знаходять у таблиці значення густин заліза, сосни, парафіну, води і переконуються у правильності теоретичних висновків.

Отже, умови плавання тіл можна сформулювати двома способами: порівнюючи архімедову силу і силу тяжіння та порівнюючи густини рідини і суцільного тіла, яке в ній перебуває.

#### *V. Осмислення одержаних знань*

1. Користуючись таблицею густин, назвіть метали, які можуть плавати у ртуті.

2. Відгадайте загадку: «У воді не тоне, у вогні не горить. Що це?» (Лід.) Учні порівнюють густини льоду і води.

#### 1. Експериментальні завдання:

А. Яке із двох тіл однакового об'єму дерев'яне чи пінопластове зануриться у воду на більшу глибину? Чому?

Б. Чи на однакову глибину зануриться дерев'яний брусок у воду і гас? Пояснити результат.

Поясніть фізичний зміст прислів'їв: «Як камінь у воду», «Плаває, як сокира», «Великому кораблю велике плавання».

3. Учні прослуховують магнітофонний запис уривка з китайської байки: «У хлопчика, який торгував жирними пампушками, вкрали монети. Для виявлення злодія суддя Бао-гун попросив принести великий жбан з водою. Сам стоїть поруч і дивиться. Ось підходить якийсь чоловік, опускає монету в жбан. Суддя закричав: «Це ти, злодію, у дитини гроші вкрав?! Зізнавайся!».

*Запитання.* У який спосіб суддя виявив злодія? Для підказки використовується експеримент. Пропонується учневі у посудину з

олією влити воду. Олія спливає вгору. Учні пояснюють це явище і на основі експерименту відповідають на запитання. Для підтвердження правильності відповіді включається магнітофон, учні слухають пропущені слова з байки: «... По воді поплили жирні плями».

4. Чи можна гасити палаючий гас, заливаючи його водою?

5. Учні слухають розповідь учителя: «У м. Солотвино Закарпатської області є, на перший погляд, дивне озеро. З давніх часів люди вважали, що на його дні живе чаклун, який нікому не дозволяє заходити у його володіння. Намагався селянин викупати свого коня в озері, не встиг він ступити в нього, як втратив рівновагу і впав. Предмети, кинуті у воду, не тонули, а підтримувались незрозумілою для людей силою. Про це озеро склали сумні легенди...І вода, і земля тут «прокляті» Богом».

*Запитання:*

А. Що ж це за диво-вода у цьому озері, у якому не тонуть предмети?

Б. Чи можна примусити плавати тіло, яке у звичайних умовах тоне у воді, наприклад, картоплину або пластилін?

*Демонструється експеримент.* Кидаємо ці тіла у воду. Що ви спостерігаєте? Вони тонуть у воді. Насипаємо у воду більше солі. Тіла плавають. Чому? Густина солоної води збільшилась, отже, збільшилась архімедова сила.

Один з учнів розповідає про Мертве море, вода якого містить 27% солі, тоді як у звичайному морі 2-3% солі.

6. Чому плавають риби у воді? Як вони змінюють глибину свого занурення?

*Учень.* Густина живих організмів, які населяють водяне середовище (китів, дельфінів, риб), дуже мало відрізняється від густини води. У китів це досягається за рахунок товстого жирового шару, який міститься під шкірою. Цікаву роль відіграє плавальний міхур у риб, який може стискуватись. Змінюючи об'єм міхура, риба змінює об'єм свого тіла. Завдяки цьому вона може регулювати глибину свого занурення. Кити регулюють глибину занурення, змінюючи об'єм легень.

7. Вивішується таблиця «Птиці на воді».

Які слова з української поезії про плавання ви знаєте? Учні декламують такі рядки:

Плавай, плавай, лебедонько,  
По синьому морі.

*Тарас Шевченко «Тополя»*

Пливе білий човник, хвилечка колише,  
Хвилечка гойдає.

Пливе білий човник, вітер ледве дише,  
Ледве повіває.

*Леся Українка «На човні»*

Пливе човник без весельця,  
К берегу звертає.

Ніхто човником не править —  
Вітром прибиває.

*Наталя Забіла «Човник»*

*Запитання.* Чому птахи не тонуть, а плавають на воді? Повідомляємо учням, що значну роль у тому, що водо плавальна птиця лебеді, гуси, качки дуже мало занурюються у воду відіграє товстий шар пір'я і пуху, в якому міститься багато повітря. Цей товстий шар не пропускає воду і має дуже малу густину. За рахунок цього середня густина птиці значно менша від густини води.

8. Повідомлення екологічного змісту.

Один з учнів інформує про застосування умов плавання тіл для очищення стічних вод. Останнім часом набуває катастрофічних розмірів забруднення Світового океану нафтопродуктами та іншими шкідливими домішками. Це призводить до загибелі значної кількості птахів і ссавців. У Північному морі і в Північній Атлантиці щорічно гине з цієї причини від 150 до 450 тисяч морських птахів. Тому очищенню стічних вод приділяється велика увага. На умовах плавання тіл ґрунтується дія очисних обладнань нафтопасток. Густина нафти менша за густину води, тому вона спливає на поверхню води. Нафтові плями за допомогою спеціального обладнання відгороджують від чистої води, стягують у менші площі і спалюють або посипають спеціальним порошком, який вступає з нафтою в реакцію, знешкоджуючи її.

*VI. Підсумок уроку*

*VII. Домашнє завдання*

§39; №515, №519, №522 зі збірника В. І. Лукашика.

# "ПРОСТІ МЕХАНІЗМИ. ВАЖІЛЬ"

## Урок з елементами гри

**Мета.** Сформувати поняття про важіль, як простий механізм; з'ясувати правило рівноваги сил на важелі та розкрити роль простих механізмів у житті людини; вчити дітей самостійно працювати з текстом підручника; формувати практичні уміння та навички у користуванні приладами.

**Тип уроку.** Комбінований урок.

**Обладнання.** Лінійка-важіль, ножиці, кусачки, плоскогубці, тягарці, штатив, блок, похила площина, діапроектор, графопроектор, діафільм «Прості механізми», переносні дошки, горіходавки, горіхи, пляшки від кефіру, сірники, варене яйце.

**Методичні поради.** Урок проводиться з використанням елементів гри «Щасливий випадок». Протягом уроку оцінки повинні отримати всі учні. Кожен вид роботи повинен бути оціненим. Учні повідомляється план уроку:

- а) повторення основних фізичних величин, розмірностей, формул;
- б) розв'язування кількісних і якісних задач на повторення;
- в) фізичний диктант (заповнення пропусків у тексті);
- г) вивчення нового навчального матеріалу.

### *Хід уроку*

#### *І. Перевірка раніше засвоєних знань*

*1. Повторення основних фізичних величин, розмірностей, формул* проводиться у вигляді конкурсу «Далі, далі...» з гри «Щасливий випадок». Учні по черзі зачитуються запитання такого типу:

1. Як називається довжина траєкторії? (*Шлях*)
2. Якою буквою позначається шлях? (*s*)
3. Яка основна одиниця вимірювання шляху? (*м*)
4. Яка формула для визначення шляху при рівномірному русі? ( $s = vt$ ).

*(Такі запитання задаються по кожній визначеній фізичній величині: шлях, швидкість, густина, сила, тиск. Учень, який дав першим правильну відповідь, отримує фішку. Оцінювання проводиться за кількістю набраних фішок.)*

2. Розв'язування кількісних і якісних задач методом змагання між двома командами.

Клас ділять на дві команди, вибирають капітанів. Одній команді дається кількісна задача. Капітан розв'язує задачу біля дошки, а члени команди у зошитах. Після того, як капітан розв'язав задачу, він пояснює її усій команді.

Із другою командою працює учитель. За час, поки перша команда розв'яже кількісну задачу, друга команда має розв'язати якнайбільшу кількість якісних задач. А потім навпаки. Наприклад:

1. Чи може тіло в одній рідині тонути, а в другій ні?

2. У посудину з ртуттю помістили залізну гайку. Чи потоне вона?

3. Чому молоко опускається на дно склянки, коли його підливають у чай?

Оцінюється та команда, яка розв'язала найбільше задач за певний проміжок часу. Якщо учень відповів неправильно, відповідь команді не зараховується.

3. *Фізичний диктант* «Заповни пропущений термін».

На екрані через графопроектор висвітлюється текст диктанту із пропущеними словами. Учні за партами (один на переносній дошці) заповнюють його. Для оцінювання міняються зошитами і, звіряючись із дошкою, оцінюють сусіда.

*Фізичний диктант*

1. Архімедова сила дорівнює \_\_\_ рідини в об'ємі тіла.

2. Тиск рідини залежить від густини рідини і \_\_\_\_\_ стовпчика рідини.

3. Тіло перебуває усередині рідини, якщо  $F_A$  дорівнює \_\_\_ .

4. В умовах невагомості Архімедові сили \_\_\_\_ .

5. Тіло плаває на поверхні рідини, якщо  $F_T$  \_\_\_  $F_A$  .

6. Тіло тоне у рідині, якщо  $F_T$  \_\_\_  $F_A$  .

Виставлення оцінок проходить методом самоперевірки і взаємоперевірки та перевірки вчителем.

Учитель підбиває підсумок.

*II. Сприйняття і усвідомлення учнями нового навчального матеріалу*

Пояснення нового навчального матеріалу починається із постановки проблемного питання перед учнями за допомогою фронтального експерименту.



На кожній парті знаходиться горіходавка і горіх. Ставиться питання до класу: «Чому горіходавкою можна роздавити горіх, прикладаючи мале зусилля, а рукою ні?»

Діти намагаються відповісти на запитання.

Повідомляється тема уроку.

З давніх-давен людина для того, щоб полегшити свою працю, винаходила і використовувала усілякі пристрої. Якщо ми зайдемо на сучасну кухню, то побачимо різні «машини» — м'ясорубку, тістомішалку, ніж для відкривання консервних банок, часникодавку, кухонний комбайн. Якщо ми відвідаємо будь-який завод чи фабрику, то побачимо ряд машин різних розмірів, починаючи від велетенських пресів до маленьких складних автоматів.

Вивчаючи будову всіх цих машин, ми побачимо, що багато з них складаються із простих механізмів: важелів, похилих площин, коловоротів, клинів, гвинтів і блоків.

Що ж таке прості механізми? Це пристрої для перетворення сили. Вхідна сила мала, а вихідна — велика.

До простих механізмів належать важіль і його різновиди: блок та коловорот; похила площина та її різновиди: клин і гвинт.

*(Демонстрація простих механізмів.)*

Ще в Стародавньому Єгипті для будування пірамід використовували важіль. Будівники добре знали, що за допомогою важеля можна малою силою рухати і піднімати великі глиби.

*(Демонстрація кадру №4 діафільму «Прості механізми».)*

Отже, важіль використовували, щоб отримати виграш у силі.

Сьогодні ми детальніше розглянемо один із простих механізмів - важіль.

Що ж таке важіль? Це тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухомої осі. Єдина точка, яка не повертається, називається точкою опори важеля.

*Розглянемо важіль — лінійку. (Демонстрація.)*

Найкоротша відстань між точкою опори і прямою, вздовж якої діє на важіль сила, називається плечем сили. Щоб знайти плече сили, треба з точки опори опустити перпендикуляр на лінію дії сили. Довжина цього перпендикуляра і буде плечем даної сили. Сили можуть повертати важіль за годинниковою стрілкою і проти. *(Демонстраційний дослід.)*

Але важіль може перебувати й у рівновазі.

Давайте за допомогою фронтального експерименту встановимо, коли ж важіль перебуває в рівновазі, тобто введемо правило рівноваги сил на важелі.

Але спочатку пригадаємо, від чого залежить дія сили? (*Точки прикладення, напрямку й абсолютної величини.*)

Приклад — дверні ручки. Подіємо із силою 2 Н на праве плече важеля. Важіль почне повертатися за стрілкою годинника. Зрівноважимо важіль за допомогою дії сили на ліве плече. Виміряємо плече сили  $(F_1) - l_1$  і плече сили  $(F_2) - l_2$ . Знайдемо  $\frac{F_2}{F_1} i \frac{l_2}{l_1}$ . Порівняємо

ці відношення. Які вони? (*Приблизно однакові.*)

Висновок роблять учні. Важіль перебуває в рівновазі, коли  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ . Це правило вперше вивів Архімед. З біографією цього вченого ви вже ознайомилися, коли вивчали силу Архімеда. (*Демонстрування кадру №9 з діафільму «Прості механізми»*). З цього правила випливає, що меншою силою за допомогою важеля можна зрівноважити більшу силу.

Правило рівноваги ми можемо сформулювати інакше, скориставшись основною властивістю пропорції.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}, F_1 l_1 = F_2 l_2; M = Fl, [M] = 1H \cdot 1m = 1Nm.$$

Важіль буде у рівновазі під дією двох сил, якщо момент сили, яка повертає важіль за рухом стрілки годинника, дорівнює моменту сили, що повертає проти. Момент сили — одна з основних фізичних величин. Він характеризує дію сили, показує, що вона залежить і від модуля сили, і від її плеча. (*Приклад із дверною ручкою.*)

Правило важеля або моментів сил лежить в основі дії різних інструментів і пристроїв, що застосовуються в техніці і побуті, там, де потрібний вигреш у силі або вигреш у шляху.

Вигреш у силі маємо, працюючи з ножицями. Ножиці — це важіль, вісь обертання проходить через, гвинт, що з'єднує дві половинки ножиць. (*Демонстрування ножиці, часникодавки, плоскогубців, кліщів.*)

Рушійна сила (*вхідна*) — м'язова сила рук, протидіюча (*вихідна*) — сила опору того матеріалу, який ріжуть.

*Різні важелі є в багатьох машинах. (Демонстрація кадрів № 13-17 діафільму «Прості механізми».)*

Важелями є також різні частини тіла людини та тварин. Організм людини містить понад 200 важелів. Вони побудовані таким чином, щоб виконувати великі переміщення в обмін на велику вхідну силу.

Який ще прилад ми не назвали, де використовувалася б рівновага важеля? (*Терези.*)

#### *IV. Осмислення знань, їх узагальнення та систематизація*

*Робота з опорним конспектом:*

1. Який простий механізм застосовується у Єгипті під час спорудження пірамід?

2. Які є прості механізми?

3. Що таке важіль?

4. У чому полягає правило рівноваги важеля?

5. Яка формула моменту сили?

6. Де використовуються важелі?

7. Чи виграємо ми в силі користуючись:

- ножицями,
- лопатою,
- велосипедом?

#### *V. Підсумок уроку*

Отже, ми з'ясували, що таке прості механізми, встановили умову рівноваги сил на важелі. А зараз спробуємо відповісти на запитання, поставлене на початку уроку.

Хто скаже, чому горіходавкою легше роздавити горіх? (*Виграш у силі.*)

Додатки

Це цікаво...

У Росії в 1654 р. майстри ливарники вилили відомий «Цардзвін» масою 8000 пудів (128 т), який на дзвіницю за допомогою важелів піднімали 9 місяців.

У скелетах тварин і людини всі кістки є важелями. Наприклад, у людини кістки кінцівок, нижня щелепа, череп (точка опори перший хребець хребта), фаланги пальців. У котів важелями є рухомі кігті, у багатьох риб колючки спинного плавника. Багато важелів можна знайти у тілі комах, птахів, вони є і в рослин. Типовий важіль стовбур дерева і його продовження корінь. Важелі в живих організмах дають виграш у силі. Наприклад, довгі ноги оленя дають йому можливість швидко бігати, короткі лапи крота розраховані на затрату великих сил

за малої швидкості, довгі щелепи мисливських собак дозволяють їм швидко схопити здобич під час бігу.

## "ТЕПЛОВІ ЯВИЩА"

### Урок-змагання

**Мета.** Поглибити і систематизувати знання учнів за темою: «Теплові явища»; розвивати творчі здібності учнів; виховувати інтерес до вивчення фізики.

**Тип уроку.** Урок узагальнення і систематизації знань.

**Обладнання.** Дидактичні картки із кросвордами та запитаннями.

**Методичні поради.** Проведення таких уроків сприяє розвитку писемного й усного мовлення, допомагає вчителю з'ясувати та порівняти знання окремих учнів.

Для проведення уроку клас ділять на дві команди, знання учнів яких приблизно однакові. Кожна команда обирає собі капітанів. Учням повідомляється, що в підсумку буде враховано активність кожного і всієї команди разом. Тому буде оцінена кожна відповідь, кожного учня. Перемагає та команда, що набрала найбільше балів.

Урок проводиться у формі конкурсів. «Чи знаєш ти формули», «Твоя кмітливість», «Любителі кросвордів», «Будь суддею у суперечці».

#### *Хід уроку*

##### *I. Конкурси*

##### **1. «Чи знаєш ти формули!»**

На гранях кубика написані формули з розділу «Теплота». Представники команд кидають кубик. Формулу, що випала, записують на дошці, пояснюючи її застосування і фізичний зміст кожної величини, яка до неї входить. Потім члени команди-суперниці ставлять додаткові запитання щодо даної формули, використовуючи таблиці підручника.

Наприклад:  $c = 230 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ . Як це розуміти?

##### **2. «Твоя кмітливість». Розв'язування якісних задач.**

Задачі записані на картках, кожна з яких містить вісім задач-запитань. Представники команд витягують по одній картці й відповідають на поставлене запитання. Якщо вони не можуть відповісти, звертаються за допомогою до команди. Якщо не можуть

упоратися і цього разу — допомагає команда-суперниця, але перша команда втрачає бали. Наводимо зразки запитань.

### **I. картка**

1) На шальки зрівноважених терезів поставили дві однакові склянки з гарячим і холодним чаєм. Через деякий час рівновага терезів порушилася. Чому?

2) «Хочете чаю?» — запитав господар дому Шерлока Холмса. «Так», відповів гість. «От і добре, — сказав господар. — Але я люблю гарячий чай, тому кладу в нього цукор тільки перед тим, як пити.» «Доцільніше робити це раніше, одразу після того, як Вам налили його», — порадив Шерлок Холмс. Чи мав він рацію?

3) Була зима. Шерлок Холмс увійшов у кімнату з вулиці. Крізь замерзлі шибки було видно лише край дороги. «Господарка квартири лінива», — подумав він. Чому він дійшов такого висновку?

4) Господарка дому, де був Холмс, підійшла до дверей і впустила кішку. Подивившись на кішку, Холмс зауважив: «Погода надворі холодна». Як він це визначив?

5) Чому в трубах, прокладених у приміщеннях продуктових складів, які потрібно охолоджувати, циркулює не чиста вода, а соляний розчин?

6) Чому під час сильних морозів для відновлення гладкості льоду ковзанку поливають гарячою водою?

7) Чим пояснити, що під час сильних морозів у лісі чути потріскування дерев?

8) Чому глибокі водойми навіть у дуже холодну зиму не промерзають до дна?

### **II. картка**

1) Як кип'ятінням примусити воду замерзнути?

2) У киплячу воду можна спокійно налити олії, але якщо в киплячу олію крапати воду, то вона розбризкується. Чому?

3) Чому влітку на луках після заходу Сонця туман спочатку з'являється в низинах?

4) Замерзаючи у закритій посудині (у закупореній пляшці), вода розриває її. Що станеться з чайною склянкою, якщо в ній заморозити воду?

5) Чому вода, яку налили на мерзлу калину, замерзає?

6) «Млинці смачні, коли гарячі», — сказала господарка, запрошуючи Шерлока Холмса до столу. «Щоб вони довше залишалися гарячими, — продовжувала вона, — я ставлю тарілку з

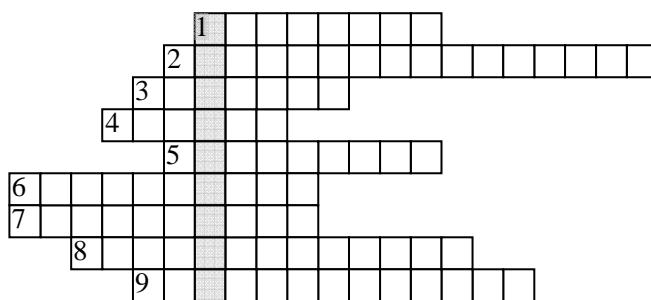
млинцями на плетену із дроту тацю». «Прошу Вас, краще — ставити їх на дерев'яну підставку», — порадив Холмс. На чому ґрунтується його порада?

7) Прийшовши у гості, Холмс підійшов до вікна і виглянув у нього. «Ваш будинок кам'яний і холодний», — зауважив він. Чому він таке сказав?

8) Холмс, увійшовши до квартири і розпочавши бесіду з її мешканцями, через хвилину сказав: «Шановні господарі, у Вас на кухні кипить чайник». Як він це визначив, якщо перебував у кімнаті, з якої кухні не видно?

### 3. Любителі кросвордів.

Запитання записані на дошці задалегідь. Форму сітки на картках роздають кожному учневі. Під картою — копіювальний папір і білий аркуш. Кросворд слід заповнювати, вписавши свої відповіді у картку (мал. 1.) Після цього карточки здаються, а другий аркуш, заповнений під копірку, діти залишають у себе для швидкої самоперевірки.



Мал. 1.

Запитання:

1. Як називається хаотичний рух молекул в тілі? (Тепловий.)

2. Вид теплопередачі. (Теплопровідність.)

3. Транспортна машина, у двигуні якої пара обертає вал за допомогою поршня, шатуна і кривошипа. (Паровоз.)

4. Посудина, що зберігає страву гарячою. (Термос.)

5. Вид теплопередачі, в якій енергія переноситься струменем газу або рідини. (Конвекція.)

6. Прилад для вимірювання кількості теплоти, що складається із двох посудин, розділених повітряним проміжком. (Калориметр.)

7. Вид теплопередачі, що може відбуватись і у вакуумі. (Променевий.)

8. Процес, оборотний до плавлення. (Кристалізація.)

9. Процес, оборотний до конденсації. (Пароутворення.)

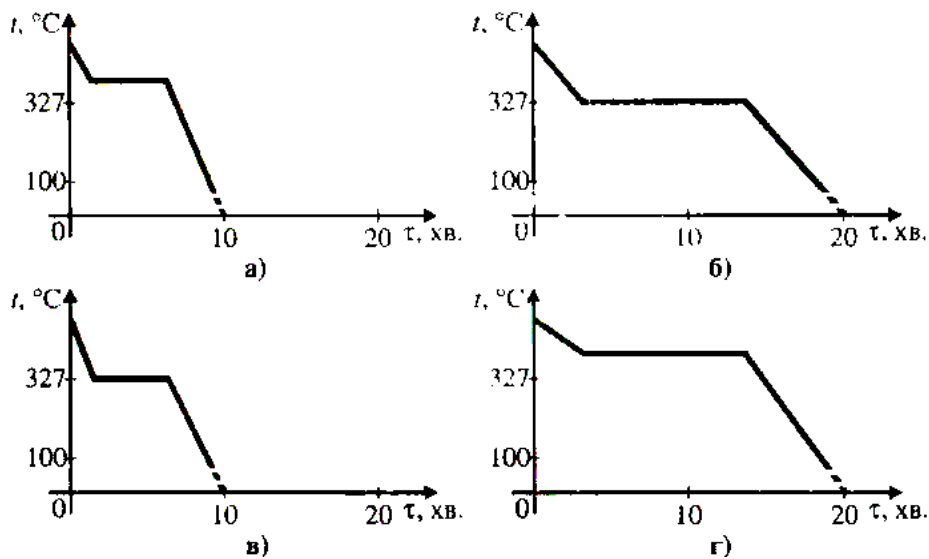
Виділений стовпець — контроль — назва приладу, без якого неможливо вивчати теплові явища. (Термометр.)

Самоперевірка здійснюється так: на дошці — епіпроекція кросворда з відповідями. Діти звіряють відповіді та виставляють собі бали.

#### 4. Графіки

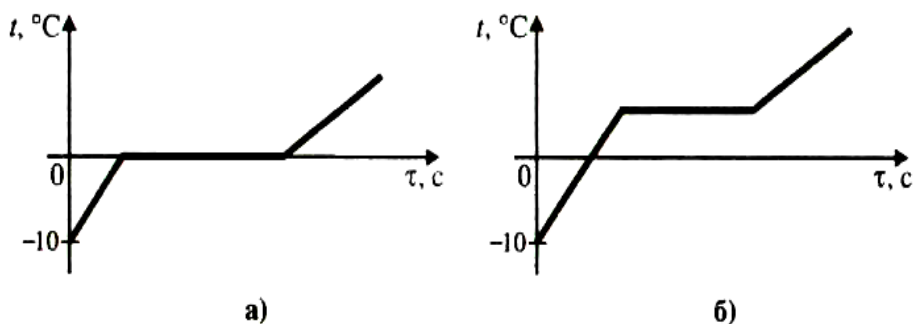
Учні кожної команди (*по троє*) беруть картки. Поряд із графіками – запитання.

1. Дві посудини з однаковими масами речовини (свинцю) охолоджуються у різних приміщеннях — теплому й холодному. Який із графіків (*рис. 2*) побудований для теплового, а який — для холодного приміщення?



Мал. 2.

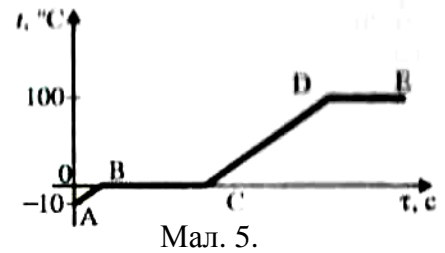
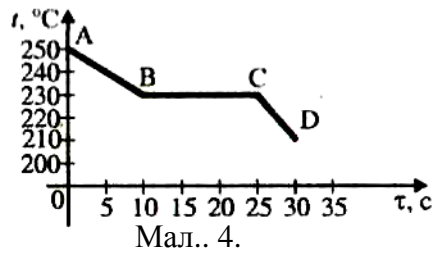
2. У посудині був лід за температури  $-10^{\circ}\text{C}$ . Посудину поставили на нагрівник, який за однакові інтервали часу виділяє однакову кількість теплоти. Вкажіть, який із графіків зміни температури з часом правильний (*мал. 3*). У чому помилковість іншого графіка?



Мал. 3.

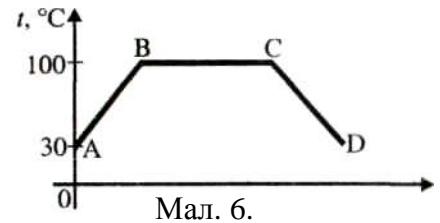
3. Які процеси зображено на графіку (*мал. 4*)? Для якої речовини? Що відбувається на ділянках АВ, ВС, СБ?

4. Які процеси зображено на графіку (мал. 5)? Для якої



речовини? Що відбувається на кожній ділянці?

5. Які процеси зображено на графіку (мал. 6)? Для якої речовини? Що відбувається на кожній ділянці?



6. «Будь суддею у суперечці»

Вислухавши основне завдання і кілька точок зору, вибрати правильну й обґрунтувати свій вибір.

Завдання:

За температури повітря  $0^{\circ}\text{C}$  лід не тоне у воді, що має таку саму температуру. Чому?

1. Це нам тільки здається. Вода завжди тепліша за лід, за рахунок цієї теплоти він урешті-решт розтане.

2. Якщо температура повітря, льоду і води однакові, то лід у воді не тоне, і вода не замерзає. Це пояснюється тим, що за однакової температури не відбувається теплообмін: якщо до суміші води з льодом підводити деяку кількість теплоти, вода замерзатиме.

3. Перехід з одного агрегатного стану в інший залежить не тільки від температури тіл і оточуючого повітря, а й від маси цих тіл. Якщо маса льоду більша за масу води то замерзає вода. І навпаки, якщо маса льоду менша за масу води, то тоне лід.

II. Підсумок уроку

Учитель робить загальний підсумок уроку. Найактивніші учасники конкурсів одержують оцінки і маленькі призи (лінійку, олівець тощо).

III. Домашнє завдання

За матеріалами журналів, книг підготувати невелике письмове повідомлення про практичне застосування теплових явищ.



# "ПО КРАЇНІ КАЛОРІЯ"

## Урок - подорож

**Мета.** Поглибити і систематизувати знання учнів за темою «Теплові явища»; розвивати вміння спостерігати, глибоко аналізувати та пояснювати явища; формувати інтерес до знань.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Схема маршруту, чайник, термос, масляний електронагрівач, калориметр, праска, електроплитка.

**Методичні поради.** Усіх мандрівників ділимо на 3 команди. У кожній буде: 1) капітан, який відповідатиме за своїх мандрівників; 2) провідник; 3) штурман, роль якого — вивчати відрізки вибраного маршруту і читати дорожні знаки; 4) лінгвіст, завдання якого — забезпечувати розуміння мови країни.

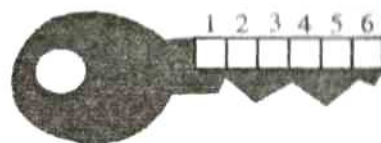
Капітани команд записують у свій «Щоденник подорожі» результати виконання завдань «Ключ», «Кросворд», «Мова», «Знаки-символи», «Формула», «Обчислення», «Вірші», «Досліди».

### Хід уроку

**Учитель.** Сьогодні у нас урок повторення за темою «Теплові явища». Ми проведемо його у вигляді гри «Подорож по країні Калорія». Вам подобається мандрувати? Так. Чудово! Ось маршрут, по якому ми сьогодні підемо. (Закріплюється на дошці схема маршруту (мал. 1).)

Зараз ми з вами перебуваємо перед зачиненими воротами країни Калорія. Щоб потрапити до неї, потрібно за 2 хв. розшифрувати ключ від замка. (Учитель показує макет ключа (мал. 2).)

Для цього необхідно виконати завдання 1. (Команди одержують дидактичний набір «Ключ» і картку із запитаннями.) Слово, яке ви прочитаєте в ключі, відкриє ворота. Розпочинайте роботу. Хто першим увійде до країни Калорія?



Мал. 2.

### Завдання 1.

1. Один з агрегатних станів речовини. З відповіді взяти третю букву і поставити в першу (1) клітинку ключа.

*Відповідь Газоподібний.*

2. Процес збільшення внутрішньої енергії тіла за умови збільшення його температури. З відповіді взяти перші дві букви і поставити їх у другу (2) клітинку ключа.

*Відповідь. Нагрівання.*

3. Один із видів теплопередачі. З відповіді взяти три останні букви і записати їх у четверту (4), п'яту (5) і шосту (6) клітинки ключа.

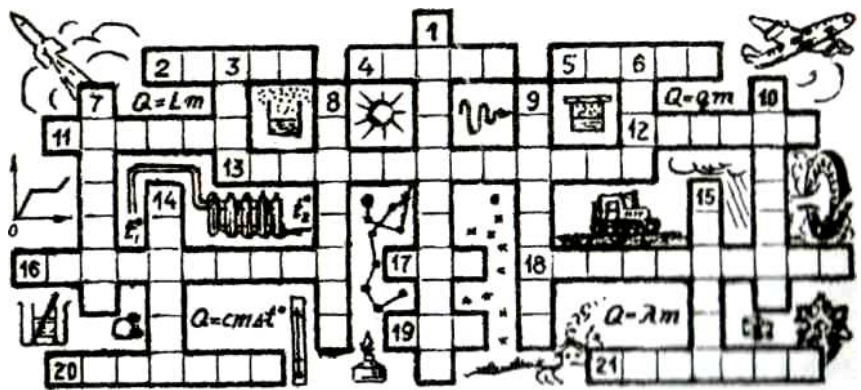
*Відповідь. Випромінювання.*

**Отже слово «ЗНАННЯ» відчинило нам ворота країни Калорія.**

**Першим містом, яке чекає на вас, є Теоретик.** Ті хто сюди прибувають, повинні показати свою солідарність з його жителями – знання теорії теплових явищ. Потрібно відповісти за допомогою кросворда на кілька теоретичних запитань. (Кросворд підготовлений у трьох екземплярах. Право виконати це нелегке завдання надається капітанам і їхнім провідникам. (мал. 3))

По вертикалі на запитання №1, 3, 6 кросворду відповідають провідники першої команди; №7, 8, 9 — провідники другої команди; №10, 14, 15 — провідники третьої команди.

По горизонталі на запитання №2,4, 5,11 — капітан першої команди; №12, 13,16,17— капітан другої команди, №18,19,20,21 — капітан третьої команди.



Мал. 3.

По вертикалі:

1. Явище перетворення пари в рідину за сталої температури. (Конденсація.)

3. Назва ходу поршня в ДВЗ (двигунах внутрішнього згоряння). (Такт.)

6. Рідина, що має питому теплоємність 4200 Дж/(кг °С). (Вода.)

7. Залізне знаряддя, за допомогою якого викресували вогонь із кремнію. Було в ужитку в багатьох народів протягом тривалого часу до винайдення сірників. В основі його дії лежить збільшення внутрішньої енергії кременю і тертя внаслідок виконання механічної роботи. (*Кресало.*)

8. Речовина, що має температуру плавлення  $3387^{\circ}\text{C}$  за нормального тиску. (*Вольфрам.*)

9. Пристрій, за допомогою якого нагрівають повітря в приміщеннях або охолоджують воду системи охолодження ДВЗ. (*Радіатор.*)

10. Один з видів теплових двигунів. (*Турбіна.*)

14. Побутовий прилад, у якому різними прийомами затрудняють теплопередачу, що дає змогу зберігати в ньому тривалий час як гарячі, так і холодні рідини. (*Термос.*)

15. Вид палива, що використовується в ДВЗ. (*Бензин.*)

*По горизонталі:*

2. Пористе тіло тваринного походження, яке між своїми волокнами містить повітря, а тому має погану теплопровідність. (*Хутро.*)

4. Тверда речовина, що має питому теплоту плавлення  $0,59-105$  Дж/кг. (*Олово.*)

5. Тверда речовина, що за нормального атмосферного тиску має температуру плавлення  $1200^{\circ}\text{C}$ . (*Чавун.*)

11. Наочний спосіб показу залежності між двома фізичними величинами. (*Графік.*)

12. Загальна назва машин, що перетворюють певний вид енергії у механічну енергію. (*Двигун.*)

13. Спосіб зміни внутрішньої енергії тіла без виконання роботи над тілом або самим тілом. (*Теплопередача.*)

16. Прилад, який застосовують у багатьох дослідах під час вивчення теплових явищ; його основна частина — дві посудини різних розмірів. (*Калориметр.*)

17. Паливо, що має питому теплоту згоряння  $4,6-107$  Дж/кг. (*Гас.*)

18. Явище перетворення рідини в твердий стан. (*Тверднення.*)

19. Кристалічне тверде тіло, що має температуру кристалізації  $0^{\circ}\text{C}$  за нормального атмосферного тиску. (*Лід.*)

20. Маленька частинка твердого тіла, що має правильну геометричну форму внаслідок впорядкованого розміщення в ній атомів та молекул. (*Кристал.*)

21. Метал, що має питому теплоємність 140 Дж/(кг °С) і температуру плавлення 327°С. (*Свинець.*)

Насамкінець потрібно знати мову, якою розмовляють жителі країни. Лінгвісти кожної команди за 2 хв. повинні написати якнайбільше слів-термінів, що належать до теми «Теплові явища». (*За кожне правильне слово зараховується 1 бал.*)

Отже, маршрут по країні Калорія вивчений, мова також, дорожні знаки-символи визначені. Учні повторюють їх ще раз. (*Повторюються одиниці вимірювання фізичних величин. За кожну правильну відповідь зараховується 1 бал.*)

### ***Школярі мандрують в інше місто — Купальне.***

У ньому учні, щоб скупатися, повинні виконати завдання.

#### **Завдання**

1. Яка кількість теплоти потрібна для нагрівання води в басейні від 12 до 24 °С, якщо басейн завдовжки 50 м, завширшки 15 м, а завглибшки 1,5 м? (*Відповідь: 60480МДж.*)

2. У ванну налили 100 л. води за температури 12 °С, після чого долили 50 л. гарячої води за температури 80 °С. Чому дорівнює температура суміші? Теплоту, яка затрачена на нагрівання ванни, не враховувати. (*Відповідь: приблизно 34,7°С.*)

*Ці завдання виконують усі учні. (За правильне виконання цих завдань учням нараховується 4 бали.)*

### ***Попереду нове місто — Очевидне.***

У ньому мандрівники познайомляться з цікавими фактами, спробують дати їм пояснення.

#### **Завдання:**

1. Кашалот на лобі має спермацетовий орган. Він служить для керування його плавучістю. Пояснити, як здійснюється це керування.

*Відповідь. Спермацетовий орган містить жир, який помітно змінює свій об'єм під впливом температури (з опусканням на глибину). При зниженні температури жир стає густішим і з рідини перетворюється у білувату кашку, що складається з кристалів. У такому стані він займає менший об'єм, витісняє менше води, тому плавучість кашалота зменшується.*

2. У Саксонії 4 грудня 1892 року випав сніг. Сніжинки у діаметрі сягали 12 см. Поясніть це незвичайне явище.

*Відповідь. У верхніх шарах атмосфери температура повітря завжди нижча, ніж біля земної поверхні. У цих шарах утворюються невеликі кристалики льоду — алмазний пил. Падаючи, вони потрапляють у шари повітря, температура яких постійно збільшується, і пара, що міститься у цих шарах, торкається до холодної сніжинки і конденсується на ній, збільшуючи її розміри*

*Якщо температура повітря близька до 0°C, то поверхні сніжинок оплаваються і, злипаючись між собою, утворюють сніжинки великих розмірів.*

3. Як утворюється град великих розмірів?

*Відповідь. На висотах, де температура від'ємна, у хмарі міститься велика кількість кристаликів льоду і краплин переохолодженої води. При зіткненні водяна крапля в потоці повітря з кристаликом льоду, краплина миттєво замерзає, утворюючи градину, яка росте доти, доки висхідний повітряний потік може утримати всю масу таких градин.*

*(Якщо ж «туристи» не знайдуть правильної відповіді на ці запитання, даємо їм правильні відповіді. Ці завдання оцінюються у 4 бали кожне?)*

**Наступне місто — Снігове.**

Цього року стежки вкрились значною кількістю снігу. На стежині діти повинні знайти цікаве явище природи з розділу «Теплота» і пояснити його. Якщо потрібно, продемонструвати явище. Ось перелік завдань і відповіді до них, які навели мандрівники під час своїх спостережень,

1. Пояснити, де швидше сходить сніг: із пагорбів чи рівнин? Чому?

*Відповідь. Із пагорбів, бо вони краще обдуваються теплим повітрям, ніж рівна місцевість.*

2. Чому навколо стовбурів дерев сніг тоне швидше?

*Відповідь. Стовбур дерева темний, він нагрівається швидше і випромінює багато тепла.*

3. Виміряти температуру снігу, на сніг посипати сіль, перемішати і знову за допомогою термометра виміряти температуру. Що спостерігаємо? Чому?

*Відповідь. Температура знизилась. Коли сіль перемішується зі снігом, внутрішня енергія снігу зменшується, оскільки частина її іде на руйнування кристаликів солі.*

4. Розгляньте уважно сніг. Чому після того, як почало пригрівати сонечко, він набув вигляду крупинок?

*Відповідь. Під дією Сонця верхні шари снігу тануть, вода, протікаючи вниз, зволожує нижні шари; вночі вони промерзають і утворюються кристалики льоду.*

Такі завдання тривалий час залишаються у пам'яті дітей. (За кожне спостереження і його пояснення зараховується по 2 бали.)

Наближаючись до міста Кмітливе, мандрівників чекає цікаве завдання «Кмітливий мандрівник у жителів міста».

### **Завдання:**

1. Була зима. Подорожуючий зайшов у кімнату з вулиці. Крізь замерзлі вікна був видимий лише край доріжки. Господиня квартири лінива, — подумав він. Чому він дійшов такого висновку?

*Відповідь. Вікна господині замерзли. Отже, в простір між рамами проникло з кімнати тепле і вологе повітря. Під час дотику до холодного скла водяна пара конденсувалася, охолола і замерзла. Отже, вікна погано утеплені.*

2. Через деякий час подорожній сказав: «Шановна господине, у вас на кухні кипить чайник». Як він дійшов цього висновку, якщо кухні він не бачив?

*Відповідь. Коли кипить чайник, то кришка підстрибує, оскільки у чайнику утворюється пара, тиск збільшується, піднімаючи кришку; при цьому частина пари виходить, тиск зменшується, кришка опускається, утворюючи при цьому звук.*

3. «Млинці добрі тоді, коли вони гарячі», — сказала господиня мандрівнику. «Щоб довше зберегти їх гарячими, я ставлю їх на плетений з дроту підніс». «Краще їх поставити на дерев'яну підставку», — сказав мандрівник. Завдяки чому він дійшов такого висновку?

*Відповідь. Теплопровідність дерева менша, ніж металу, тому на дерев'яному підносі тарілка остигає повільніше.*

4. Господиня відчинила двері і впустила кішку. Подивившись на неї, мандрівник сказав: «Погода на вулиці холодна». Як він це визначив?

*Відповідь. Очевидно, по шерсті кішки. Під час холодної погоди шерсть стає пухнастою, щоб між ворсинками було більше повітря — поганого провідника тепла.*

(За кожную правильну відповідь команді зараховується 3 бали.)

### ***Наступне місто — Приладоград.***

Штурманам команди потрібно пояснити, з точки зору фізики теплових явищ, назву і роботу речей, які зустрічались групам мандрівників на шляху. Він повинен взяти на столі цей прилад і назвати теплові процеси, які з ним пов'язані, розповісти про них. За це від одержує стільки балів, скільки процесів назве і прокоментує.

*(На столі знаходяться такі прилади: чайник, термос, масляний електронагрівач, калориметр, каструля, праска, електроплитка.)*

### ***Ви входите у місто Літературоград.***

Біля воріт цього міста лінгвісти кожної групи читають будь-який вірш, де йдеться про теплове явище і коментують поетичні рядки з точки зору фізики. Ось кілька епізодів цього конкурсу.

*М. Познанська:*

Це жито липневе у полі  
Дало соломи на бриля.  
Прив'яло листя на тополі,  
Від спеки аж пашить земля.

### **Запитання. Чому «прив'яло листя» і «пашить земля»?**

*Відповідь. Улітку за надто високої температури відбувається інтенсивне випаровування.*

*З української народної пісні:*

...Туман яром, туман долиною,  
За туманом нічого не видно,  
Тільки видно дуба зеленого...

### **Запитання. Чому «туман яром, туман долиною»?**

*Відповідь. У низьких місцях застоюється холодне повітря.*

*М. Вороний:*

Білесенькі сніжиночки,  
Вродились ми з води.  
Легенькі, як пушиночки,  
Спустились ми сюди.  
Ми хмарою носилися,  
Від подиху зими,  
І весело крутилися  
Метелицею ми.

### **Запитання. Про який процес ідеться в уривку вірша?**

*Відповідь. Кристалізація — перехід речовини з рідкого стану у твердий.*

*А. Костецький:*

Раптовий сніг упав на землю,  
Завис нечутно на гілках.  
І забіліла сосен зелень  
У неполоханих гайках.  
...А змерзлі клени та берези  
Ховають ноги в теплий сніг.  
І запихають обережно  
Аж до далекої весни.

**Запитання. Чому «клени та берези ховають ноги в теплий сніг»?**

*Відповідь. Сніг захищає коріння дерев від замерзання внаслідок поганої теплопровідності, оскільки між сніжинками є нерухоме повітря.*

*(За кожне завдання команді зараховується 1 бал, а за його обґрунтування — 2 бали.)*

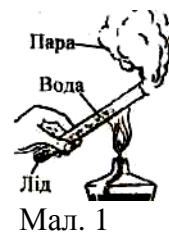
Ось і фініш нашої подорожі країною Калорія — місто Умілець. Нам потрібно показати свою практичну майстерність. У цьому місті кожна команда повинна продемонструвати один дослід із запропонованих їй і пояснити його. Викликаються по 2 учні від команди, вони одержують завдання з набору «Досліди» і розпочинають їх виконання. *(За правильну відповідь — 2 бали, за пояснення досліду — 2 бали.)*

**Завдання «Досліди».**

1. На чашках терезів зрівноважити склянку з холодною водою і таку ж склянку із гарячою водою. Що ви побачите через деякий час і чому? *(Рівновага терезів порушиться внаслідок інтенсивного випаровування зі склянки з гарячою водою.)*

2. Довести воду до кипіння у пробірці з льодом так, щоб лід не розтанув. Як це зробити і чому це можливо? *(Це можливо, якщо пробірку з льодом нагрівати у верхній її частині (мал. 1) При такому способі нагрівання не відбувається конвекція, адже теплі шари води не можуть опуститися нижче від холодних, важчих шарів.)*

3. Грубий залізний цвях щільно обмотати смужкою паперу і внести його в полум'я спиртівки (мал. 2). Папір не горить. Чому? Поясніть.





*(Залізо, маючи добру теплопровідність, відводить тепло від паперу, тому він не горить.)*

Ось і завершилась наша подорож країною **Калорія** — країною, яка існувала тільки тут, у класі, цілих 45 хвилин.

А тепер підіб'ємо підсумки. (Капітани підраховують бали, одержані кожним членом команди, здають вчителю «Щоденники подорожі»). За кількістю набраних балів всім виставляються оцінки в журнал.

Наша подорож засвідчила, що, вирушаючи у подорож країною Калорія, ви непогано озброїлись знаннями про теплові явища, які ми вивчали на уроках. Ви виявили уміння спостерігати, працювати в колективі. Це добре. Нових щасливих вам подорожей!

## "ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ"

### Урок-діалог

**Мета.** Сформувані поняття про роботу пари і газу; вивчити будову та принцип дії двигуна внутрішнього згорання; розвивати вміння учнів працювати з текстом підручника, користуватися таблицями; порівнювати й зіставляти процеси, що вивчаються; ознайомити учнів з екологічними проблемами, які пов'язані з використанням двигунів внутрішнього згорання.

**Тип уроку.** Урок вивчення нового матеріалу.

**Обладнання.** Модель двигуна внутрішнього згорання, таблиця чотирициліндрового двигуна внутрішнього згорання, велосипедний насос, діафільм «Теплові двигуни».

**Методичні поради.** На цьому уроці застосовується така схема вивчення теми: практичне застосування двигуна — ідеалізована схема його роботи — використання цієї схеми для пояснення дії реальних двигунів.

На уроці широко використовуються прийоми емоційного впливу на учнів: таблиці, діафільми, раніше підготовлені повідомлення учнів, незвичайна форма домашнього завдання — інтерв'ю. Для закріплення знань учні двічі проговорюють матеріал: один раз із використанням підручника, другий — під час «озвучування» діафільму. Урок проводиться за таким планом:

## *План уроку*

### **Зміст**

1. Вивчення й закріплення нового матеріалу.
2. Історія створення двигуна внутрішнього згоряння.
3. Застосування двигунів внутрішнього згоряння.
4. Будова двигунів
5. Робота двигунів.
6. Екологічні проблеми, пов'язані із застосуванням двигунів внутрішнього згоряння.
7. Цікаві факти
8. Висновки, завдання додому.

### *Методи і засоби*

1. Розповідь.
2. Бесіда.
3. Демонстрування моделі двигуна, таблиць, діафільму.
4. Робота з підручником.
5. Спостереження, зіставлення.
6. Повідомлення учнів.
7. Повідомлення учнів.
8. Оцінювання і коментування відповідей.

### *Хід уроку*

**Учитель.** Сьогодні ми ознайомимося з будовою і принципом дії двигуна внутрішнього згоряння. Двигуни внутрішнього згоряння були винайдені нещодавно. Трохи більше ста років тому німецький механік Г. Даймлер одержав патент на винахід бензинового двигуна. Цей двигун був установлений на перших автомобілях (1885-1886) у Німеччині компанією «Даймлер і Бенц». 1888 року капітан морського флоту Росії О. С. Костьович розробив проект бензинового двигуна. Цей двигун мав потужність 60 кВт і був призначений для дирижабля. Пізніше його застосовували на транспорті і в сільському господарстві.

Двигуни внутрішнього згоряння використовуються у мотоциклах, автомобілях, кораблях, тепловозах, комбайнах та літаках.

Поміркуймо, чому ці двигуни називаються двигунами внутрішнього згоряння.

(Демонстрування фрагменту «Третій такт» із діафільму «Теплові двигуни».)

Як бачите, пальна суміш згоряє всередині циліндра двигуна. Тепловий двигун, у якому паливо згоряє всередині самого двигуна, називають двигуном внутрішнього згорання.

*(Демонстрування моделі й діафільму.)*

Які частини двигуна ви бачите? Покажіть їх на моделі.

**Учень.** Двигун складається з циліндра, поршня, шатуна, клапанів, свічки, колінчастого вала і маховика.

**Учитель.** За рахунок якої енергії рухається поршень?

**Учень.** Поршень рухається за рахунок внутрішньої енергії нагрітого газу.

**Учитель.** Найпоширенішим двигуном внутрішнього згорання є чотиритактний. Один робочий цикл двигуна здійснюється за чотири ходи поршня, або, як кажуть, за чотири такти. Крайні положення поршня в циліндрі називають мертвими точками. Розгляньмо ці такти. То де ж згоряє паливо у двигуні?

**Учень.** Паливо згоряє всередині циліндра.

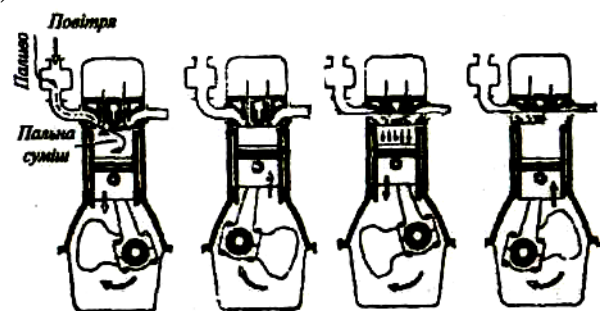
**Учитель.** Як паливо потрапляє всередину циліндра? Знайдіть відповідь у підручнику.

**Учень.** Під час повороту вала двигуна поршень рухається вниз. Об'єм над поршнем збільшується — створюється розрідження. У цей час відкривається впускний клапан, і в циліндр надходить пальна суміш.

*(Демонстрування I такту на моделі двигуна. Запис на дошці: I такт — впуск пальної суміші. (мал. 1))*

**Учитель.** Прочитайте, що буде далі.

**Учень.** Поршень піднімається вгору і стискає пальну суміш. Клапани закриті. У кінці II такту суміш загоряється від електричної свічки.



Мал. 1.

*(Демонстрування II такту на моделі. Запис на дошці: «II такт — стиск пальної суміші».)*

**Учитель.** Прочитайте у підручнику опис III такту. Як він називається?

**Учень.** III такт називається робочим ходом, тому що гази, які утворилися внаслідок згорання пальної суміші, тиснуть на поршень і рухають його вниз. Виконується робота.

*(Демонстрування III такту на моделі. Запис на дошці: «III такт — робочий хід».)*

**Учитель.** Прочитайте наступний абзац і ознайомтеся із IV тактом. Як він називається?

**Учень.** Випуск. У IV такті поршень рухається вгору і виштовхує газу через відкритий випускний клапан. У кінці IV такту клапан закривається.

*(Демонстрування IV такту за допомогою моделі. Запис на дошці: «IV такт — випуск відпрацьованих газів».)*

**Учитель.** Отже, за скільки тактів відбувається один робочий цикл у двигуні? Як називаються ці такти?

**Учень.** Ми розглянули чотири такти: впуск, стиск, робочий хід, випуск.

**Учитель.** Запишіть у зошити цикл роботи двигуна. Подивіться на модель. Що відбуватиметься при подальшому обертанні колінчастого валу?

**Учень.** Такти повторюватимуться.

**Учитель.** Чим пояснити вихід поршня з положень, що називаються «мертвими точками»?

**Учень.** Колінчастий вал із маховиком, отримавши поштовх від поршня під час робочого ходу, продовжує обертатися за інерцією і забезпечує подальший рух поршня.

*(Демонстрування таблиць із зображенням одноциліндрового і чотирициліндрового двигунів.)*

**Учитель.** Чим відрізняються ці двигуни?

**Учень.** Кількістю циліндрів.

**Учитель.** Як ви вважаєте, чи однакова потужність цих двигунів?

**Учень.** Потужність чотирициліндрового двигуна більша.

**Учитель.** Правильно. Багатоциліндрові двигуни забезпечують рівномірне обертання вала і мають більшу потужність. Одноциліндрові двигуни встановлюють на моторних човнах і мопедах. На мотоциклах встановлюють двоциліндрові, на автомобілях, тракторах — 4, 6, 8, 12-циліндрові двигуни. А чому поверхню циліндра часто роблять ребристою?

**Учень.** Така поверхня забезпечує краще охолодження двигуна.

**Учитель.** А для чого необхідно охолоджувати двигун? Як цього досягають?

**Учень.** Під час роботи двигун нагрівається. Якщо двигун не охолоджувати, пальна суміш може передчасно загорітися. Тому охолодженням підтримують певну температуру двигуна. Охолодження буває рідинне і повітряне.

*(Демонстрування нагрівання велосипедного насоса під час накачування повітря: учень робить кілька швидких рухів поршнем, прикриваючи вихідний отвір.)*

**Учитель.** Що відчуває палець?

**Учень.** Тепло.

**Учитель.** Отож, під час сильного і швидкого стискання газ нагрівається. Це явище використовується в дизельних двигунах. У цих двигунах паливо запалюється від нагрітого повітря. Про дизельні двигуни нам розповість інший учень.

*Повідомлення учня.*

Двигун внутрішнього згоряння із самозапалюванням сконструював у 1897 р. німецький інженер Рудольф Дизель. На честь винахідника цей двигун названий дизелем. У циліндрі дизеля стискається не пальна суміш, а чисте повітря, яке нагрівається при цьому до  $650^{\circ}\text{C}$ . У момент підходу поршня до верхнього положення у циліндр через форсунку впорскується пальне, яке в циліндрі загоряється.

Дизель економічніший і має вищий коефіцієнт корисної дії.

Дизельні двигуни ставлять на автомобілях великої вантажопідйомності, тракторах, морських суднах, тепловозах.

**Учитель.** Зараз у світі нараховується понад 300 мільйонів автомобілів і їхня кількість щорічно зростає ще на 30 мільйонів. Збільшуються масштаби транспортних перевезень, а заодно і масштаби екологічної шкоди, якої вони завдають природі. Про деякі екологічні проблеми розкаже нам учень...

*Повідомлення учня.*

Так, лише один сучасний реактивний пасажирський літак протягом восьмигодинного польоту з Європи до Америки «з'їдає» від 50 т до 75 т кисню, викидаючи в атмосферу десятки тонн оксиду карбону (вуглекислого газу), оксидів нітрогену та інших шкідливих сполук. Легковий автомобіль забирає з повітря кисню майже в 100 разів, а вантажний — у 200 разів більше, ніж одна людина. На автомобільний транспорт припадає понад 40% забруднення атмосфери великих міст. Підраховано, що якби з'єднати всі вихлопні труби автомобілів, які рухаються вулицями Києва, в одну трубу, то

утворився б зловісний кратер діаметром 25 м, з якого щорічно викидається 110 тис. тонн шкідливих газів. Справа погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря — саме в зоні нашого дихання.

**Учитель.** Як боротися із цим забрудненням?

*Повідомлення учня.*

У результаті спалювання вуглеводневого палива у двигунах внутрішнього згоряння в атмосферу викидається вуглекислий газ, концентрація якого зростає приблизно на 0,25% за рік. Це небезпечно, бо може викликати в майбутньому розігрівання атмосфери за рахунок парникового ефекту. З вихлопних труб автомобілів в атмосферу викидаються також оксиди сульфату й нітрогену, що спричиняється до виникнення кислотних дощів. Атмосфера забруднюється також дрібними твердими частинками попелу, шлаку, неповністю згорілого палива (сажею). Для зменшення токсичності вихлопних газів автомобілів застосовують регулювання двигунів, впроваджують екологічно чисті марки пального, встановлюють на автомобілях спеціальні каталізатори, які допалюють чадний газ до вуглекислого тощо.

**Учитель.** Підіб'ємо підсумок. Що ми сьогодні вивчили?

**Учень.** Ми вивчали будову і принцип дії двигуна внутрішнього згоряння.

**Учитель.** Чому він так називається?

**Учень.** Тому що в такому двигуні паливо згоряє всередині циліндра.

**Учитель.** Тепер озвучимо діафільм.

*(Демонстрування фрагментів діафільму. Учні називають такти робити двигунів і розповідають, що при цьому відбувається.)*

**Учитель.** Ви ознайомилися з двигунами внутрішнього згоряння двох видів. Що об'єднує ці двигуни?

**Учень.** Це теплові машини, в яких механічна робота виконується за рахунок внутрішньої енергії палива. В одному з них пальна суміш запалюється від іскри свічки, а в другому паливо запалюється в повітрі, розігрітому до високої температури завдяки стисканню.

**Учитель.** До якого виду двигунів можна віднести вогнепальну зброю?

**Учень.** До двигунів внутрішнього згоряння.

**Учитель.** До наступного уроку візьміть інтерв'ю у батьків, знайомих, професія яких пов'язана з двигунами внутрішнього згоряння, запропонувавши їм відповісти на такі запитання.

1. Якого типу двигуни встановлені на тракторах чи машинах?
2. Які потужності цих двигунів?
3. Які заходи вживаються конструкторами для охорони атмосферного повітря від забруднення?

*(Учитель оцінює й коментує відповіді учнів, їхнє вміння працювати з підручником, аналізувати діафільми, активну роботу на уроці, цікаві й змістовні повідомлення.)*

*Домашнє завдання:*

§20; № 920, 921 зі збірника задач В. І. Лукашика.

## "ТЕПЛОВІ ДВИГУНИ Й ОХОРОНА ПРИРОДИ"

### Урок творчості

**Мета.** Повторити й узагальнити знання учнів; Ознайомити їх з історією винаходів теплових двигунів; здійснювати екологічне виховання учнів; стимулювати розвиток творчості, ініціативи, кмітливості; зосередити увагу на глобальній планетарній проблемі сучасної цивілізації – екології.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Модель двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), модель парової турбіни, таблиці будови різних теплових двигунів, плакати.

**Методичні поради.** Основний метод проведення уроку «мозкова атака», вимоги якої написані на стенді «Сьогодні на уроці»:

- 1) Уміння висувати гіпотезу.
- 2) Уміння висувати незвичайні ідеї.
- 3) Уміння планувати й проводити експеримент.
- 4) Уміння аналізувати отриманий результат.
- 5) Уміння теоретично обґрунтувати висновки.

Для оформлення кабінету фізики використовуються плакати з висловлюваннями, які можуть бути девізом уроку:

«Охорона природи — це справа всіх і кожного, це державна справа» (Закон України «Про охорону навколишнього середовища»);

Ми господарі нашої Батьківщини, і вона для нас складова сонця з великими скарбами життя. Для риб потрібна чиста вода — охоронятимемо наші водойми. У лісах, степах, горах живуть різні

тварини — охоронятимемо ліси, степи, гори. Рибі — вода, птахам — повітря, звірям — ліс, степи, гори. А людині потрібна Батьківщина. І охороняти природу — значить охороняти Батьківщину.

«Винахідник не бореться проти законів природи, а використовує їх».

У першій частині уроку можна провести розминку у вигляді бліц-вікторини «Запитання — відповіді», які заздалегідь записані на стенді «Сьогодні на уроці» в колонці «Знай».

Можливий і такий спосіб узагальнюючого повторення: кільком учням роздаються картки із завданнями (на 5 хв.), що включають чотири рівні навченості: 1) розрізнення; 2) запам'ятовування, відтворення, 3) розуміння та елементарні уміння і навички; 4) застосування знань у стандартних і нестандартних ситуаціях. Робота з картками оцінюється пізніше.

Після актуалізації опорних знань учитель повідомляє завдання, які розглядатимуться на уроці (вони заздалегідь написані на плакаті й вивішені на магнітній дошці).

### *Хід уроку*

#### *I. Актуалізація опорних знань учнів*

**Учитель.** Наш сьогоднішній урок — заключний у розділі «Зміна агрегатних станів речовини». Проведемо розминку.

*(Запрошуються 4-5 учнів, один з яких виконує завдання, що записані на картці, біля дошки, решта — за партами.)*

З іншими учнями класу протягом 5-7 хв. проводиться повторення основних питань у вигляді бліц-вікторини (питання записані заздалегідь).

- 1) Що таке внутрішня енергія?
- 2) Як можна змінити внутрішню енергію тіла?
- 3) Як визначити кількість теплоти, потрібну для нагрівання тіла?
- 4) Як визначити кількість теплоти, потрібну для зміни агрегатних станів речовини?
- 5) Сформулювати закон збереження й перетворення енергії.
- 6) Які двигуни називаються тепловими?
- 7) З яких основних частин складається тепловий двигун?
- 8) Сформулювати загальний принцип дії теплового двигуна.
- 9) Що є робочим тілом у паровій і газовій турбінах?
- 10) Що є робочим тілом у ДВЗ?
- 11) Як визначити ККД теплового двигуна?

**Учитель.** Розминку закінчено.



*II. Повідомлення теми уроку і завдань, основних вимог «мозкової атаки»*

*Завдання*

- 1) Розглянути можливості підвищення ККД теплового двигуна.
- 2) Оцінити вплив теплових машин на екологію.
- 3) Винайти новий (раніше невідомий) комбінований тепловий двигун.

*III. «Мозкова атака». Основний зміст повідомлень учителя й учнів, розгляд ідей, їхній аналіз, оцінювання*

*Учитель.*

1. Яке значення має використання теплових двигунів у народному господарстві?
2. У чому проявляються негативні наслідки використання теплових двигунів?

*Перший учень.* Теплові машини широко використовуються у народному господарстві. Потужні парові турбіни на теплових і атомних електростанціях приводять у рух ротори генераторів електричного струму. Близько 60% усієї електроенергії в нашій країні виробляється на теплових електростанціях. Залізничними магістралями водять потяги потужні тепловози, водними шляхами — теплоходи. Мільйони автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння перевозять вантажі й пасажирів. Поршневі, турбогвинтові та турбореактивні двигуни встановлені на літаках і гелікоптерах; за допомогою ракетних двигунів здійснюються запуски штучних супутників, космічних станцій. Двигуни внутрішнього згоряння є основою механізації виробничих процесів у сільському господарстві. Їх використовують на тракторах, комбайнах, самохідних шасі, насосних станціях.

*Другий учень.* Одним із факторів негативного впливу теплових двигунів на природу є теплове забруднення. Досить порівняти температуру газоподібних продуктів згоряння з температурою навколишнього середовища (наприклад, у ДВЗ  $t = 1600 - 2500^{\circ}C$ ). Це призводить до поступового підвищення середньої температури на Землі. Нині споживана потужність двигунів становить  $10^{10} \text{ кВт}$ . Коли ця потужність досягне  $3 \cdot 10^{12} \text{ кВт}$ , середня температура підвищиться на  $1^{\circ}C$ . Подальше підвищення температури може спричинити загрозу танення льодовиків і катастрофічного підвищення рівня світового океану.

**Третій учень.** Другим фактором негативного впливу на природу є надмірно велике споживання кисню тепловими двигунами і викидання в атмосферу продуктів згоряння, які містять у собі шкідливі речовини.

У відпрацьованих газах міститься понад 170 різних шкідливих компонентів, наявність 160 з яких зумовлена неповним згорянням палива у двигунах. Зараз в усьому світі енергетичні установки викидають в атмосферу щорічно 200-250 млн. тонн золи і близько 60 млн. тонн оксиду сульфату ( $SO_2$ ). Повітря забруднюють і різні види транспорту, насамперед автомобільний. На рух автомобіля використовується лише 25% енергії палива, а 75% «вилітає у трубу». У вихлопних газах двигуна за нормального режиму міститься 2,7% оксиду вуглецю. Під час зменшення швидкості руху автомобіля ця частка зростає до 3,9%, а при повільному русі — до 6,9%. Жителі великих міст задихаються від вихлопних газів автомобільних двигунів.

**Четвертий учень.** Я розповім про порушення теплового балансу на Землі внаслідок збільшення в атмосфері кількості оксиду карбону ( $CO_2$ ), який виділяється в процесі згоряння палива у теплових двигунах.

Карбон (IV) оксид разом із водяною парою призводять до виникнення «парникового ефекту». Температура на поверхні Землі внаслідок «парникового ефекту» значно підвищується.

Об'ємна концентрація оксиду карбону в атмосфері нині становить 0,0314% від усіх газів атмосфери. Є серйозні підстави побоюватися, що навіть незначне збільшення цієї концентрації різко порушить тепловий баланс Землі. А вже тепер щороку в атмосферу викидається близько 5 млрд. тонн  $CO_2$ .

Учитель.

Ми атомні заложники прогресу,

Вже в нас нема ні лісу, ні небес.

Так і живемо від стресу і до стресу,

Абетку смерті маємо — АЕС.

Тема нашого уроку порушує дві глобальні проблеми людства — паливно-енергетичну й екологічну (*охорона навколишнього середовища*).

Актуальність природоохоронної діяльності пов'язана ще й з тим, що зараз уже недостатньо втручання у розв'язання екологічних проблем окремих груп людей і організацій. Сьогодні лише

безпосередня участь в охороні природи кожного з нас може дати позитивні результати.

А тому варто ще раз звернути увагу на важливість розв'язання цих проблем.

*Пропонується:*

1. дослідити можливі шляхи підвищення екологічності теплових двигунів (*ДВЗ або парової турбіни*);
2. розв'язати задачу.

Задача. Скільки дизельного палива спалить двигун міжміського автобуса за 1 год, якщо він розвиває потужність 110 кВт? ККД двигуна становить 25%, питома теплота згоряння дизельного палива дорівнює  $4,2 \cdot 10^7$  Дж / кг.

$$\begin{array}{l}
 t = 1 \text{ год} = 36000 \text{ с} \\
 N = 110 \text{ кВт} = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Вт} \\
 \eta = 0,25 \\
 q = 4,2 \cdot 10^7 \text{ Дж / кг} \\
 \hline
 m = ?
 \end{array}
 \left| \begin{array}{l}
 \begin{cases} A_k = \eta Q; \\ A_k = Nt; \end{cases} \Rightarrow NQ = Nt, Q = qm, \Rightarrow \\
 \Rightarrow \eta qm = Nt; m = \frac{Nt}{q\eta} \\
 [m] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{Дж}} = \text{кг} \\
 m = \frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot 3600}{4,2 \cdot 10^7 \cdot 0,25} = 37,7 (\text{кг}). \\
 V = \frac{m}{\rho}; V = \frac{38 \text{ кг}}{800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 0,047 \text{ м}^3 = 47 \text{ л}.
 \end{array}
 \right.$$

*Відповідь:*  $m \approx 38 \text{ кг}$  Витрата палива на цій ділянці становить приблизно 47 л.

Учитель повідомляє, що середня витрата палива двигуном автобуса на 100 км шляху становить 40 л. Фахівцями встановлено, що автомобіль щороку споживає з атмосфери 4 т кисню.

**Учитель.** Про що свідчить знайдене число 47 л?

Аналізуючи отриману формулу, визначаємо, що при заданій потужності й заданому часі для зменшення маси (об'єму) палива треба замінити його ефективнішим, у якого питома теплота згоряння більша, а також підвищити ККД двигуна.

**Учитель.** Які види палива використовують для роботи теплових двигунів?

Пропоную знайти на с. 138 підручника таблицю №2 «Питома теплота згоряння палива». Розгляньте дані таблиці й скажіть, як можна зменшити витрати палива під час роботи теплового двигуна?

**Учні.** Використати ефективніше паливо, тобто замінити його пропаном або воднем, оскільки їхня питома теплота згоряння більша:

$$q_{\text{пропану}} = 8,4 \cdot 10^7 \text{ Дж / кг}; \quad q_{\text{водню}} = 12 \cdot 10^7 \text{ Дж / кг}..$$

**Учень.** Є автомобілі, двигуни яких працюють на газі.

**Учитель.** До речі, під час спалювання природного газу викидання оксидів нітрогену на 20% менше, ніж при спалюванні інших видів палива (вугілля, бензину). Доведіть, що водень енергетично ефективніший, ніж бензин або дизельне паливо.

(Якщо учням складно це зробити, доцільно поставити таке навідне запитання: «У скільки разів питома теплота згоряння водню більша від питомої теплоти згоряння бензину?»)

**Учні.** Приблизно втричі.

**Учитель.** Зробіть висновок.

**Учень.** Це означає, що можна втричі зменшити масу палива (водню) у ДВЗ.

**Учитель.** Що можна сказати про екологічний вплив цього палива?

**Учні.** Під час згоряння водню утворюється чиста вода, а не шкідливі для організму людини вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) і, особливо, чадний газ ( $\text{CO}$ ).

**Учитель.** Отже, витрату палива можна зменшити, використовуючи високоефективне паливо.

Аналізуючи формулу  $m = \frac{Nt}{\eta q}$ , ми встановили, що економія

палива залежить також від збільшення ККД двигуна. Зверніть увагу на дані таблиці № 206 (див. «Додатки») і скажіть, де можна зекономити енергію, щоб підвищити ККД?

**Учні.** У автомобільному двигуні найбільше енергії втрачається з газами — 35% і з водою — 25%.

**Учитель.** Як зменшити ці втрати?

**Підказка.** Для чого потрібно охолоджувати двигун?

**Учні.** Якщо двигун не охолоджувати, він вийде з ладу.

**Учитель.** Саме це і відбувається, якщо система охолодження автомобіля не працює. А з іншого боку, якщо двигун не охолодити, це призведе до зменшення ККД. Охолодити двигун — означає

зменшити його внутрішню енергію. Якими способами можна зменшити енергію тіла?

**Учні.** Внутрішню енергію тіла можна змінити теплопередачею і виконанням роботи.

**Учитель.** Чи можна змінити внутрішню енергію тіла, не змінюючи його температури?

**Другий учень.** Можна, якщо змінюватиметься агрегатний стан речовини.

**Учитель.** Яким чином охолоджується автомобільний двигун?

**Учні.** За рахунок теплопередачі.

**Учитель.** А чи не можна охолодити двигун, змінюючи агрегатний стан (перетворюючи рідини на пару або виконуючи роботу)?

**Перший учень.** Якщо двигун охолоджувати, змінюючи агрегатний стан, двигун працюватиме при температурі кипіння рідини. Для води це  $100^{\circ}\text{C}$ . Вода буде інтенсивно випаровуватися, отже, її необхідно весь час доливати, а це означає, що потрібний радіатор.

**Учитель.** А якщо охолоджувати двигун і пару за рахунок виконання роботи?

**Другий учень.** Для цього двигун треба не охолоджувати, а, навпаки, тепло ізолювати. Тоді пару, що утворилася у водяній сорочці, можна подавати в циліндри парової машини, яка переміщатиме поршень і через систему передач обертатиме колеса автомобіля.

**Учитель.** Як працюють парові машини?

**Третій учень.** Вода у котлах кипить під високим тиском, а, отже, при температурі, вищій за  $100^{\circ}\text{C}$ . Пару подають у циліндр парової машини, де поршень переміщується за рахунок енергії пари.

**Учитель.** Ви сказали, що вода кипить під високим тиском. Крім того, пару додатково нагрівають до високих температур.

**Учні.** У тепло ізолюваному двигуні температура пари становитиме тільки  $100^{\circ}\text{C}$ , тобто буде м'якою, а тому потужність парової машини буде мала.

**Четвертий учень.** Для підвищення потужності двигуна можна використати частину енергії, що виходить із вихлопними газами. Адже температура цих газів (таблиця у «Додатках») становить  $900\text{--}1400^{\circ}\text{C}$ . Тобто вихлопні газы можна використати для газової турбіни.

**Учитель.** Отже, ви винайшли новий комбінований тепловий двигун. Як ми його назвемо?

**Учні.** «Трансформер», або «Паро-ДВЗ».

**Учитель.** Підіб'ємо підсумки. Ви тепло ізолювали двигун. Це означає, що ви заощадили близько 20% енергії, яка втрачалася з водою. Використовуючи пару і вихлопні гази як робоче тіло для парової машини і газової турбіни, ви реально збільшили ККД двигуна внутрішнього згоряння на 10-15%.

Які переваги має автомобіль із двигуном «Трансформер» порівняно з ДВЗ?

**Учні.** Збільшення ККД двигуна дає змогу зменшити витрати палива, а отже, і негативний вплив двигуна на природу.

#### *IV. Узагальнення й систематизація знань*

**Учитель.** Нам залишається узагальнити й обґрунтувати дослідження, зробити висновки. Яким чином можна зменшити негативний вплив теплових двигунів на природу?

**Учні**

1. Використанням вискоелективного палива (заміна існуючого палива екологічно чистим).

2. Підвищенням ККД.

**Учитель.**

3. Крім того, треба створити сприятливі умови для згоряння палива, реконструювати старі й створити нові типи двигунів.

4. Удосконалити систему управління міським транспортом — створити умови для безупинного руху машин на дорогах, бо під час гальмування і руху з місця кількість шкідливих речовин, що викидаються в повітря, збільшується у кілька разів, а також шукати шляхи зменшення рівня шумового забруднення.

5. Підвищити ефективність використання енергії, боротися за її економію. (Урок закінчується аналізом виконання завдань уроку, оцінюванням відповідей учнів та завданням додому.)

#### *V. Домашнє завдання*

1. Винайти спосіб збільшення кількості пари та підвищення її температури в самому ДВЗ.

2. Подумати над тим, які будуть розміри і маса «Паро-ДВЗ», оскільки з'явиться додаткова парова машина і газова турбіна.

3. Що означають вислови «економити тепло», «берегти природу»?

4. Написати реферат «Екологічно чисті джерела енергії».

## *Додатки*

### *Температура газу в циліндрі двигуна внутрішнього згорання.*

#### *Карбюраторний ДВЗ*

Кінець процесу впуску - 50-80°C

Кінець процесу стиску - 250-300°C

Кінець процесу згорання - 2500°C

Кінець процесу розширення - 900-1400°C

*Наближені енергетичні баланси процесів установок, машин, електростанцій. Двигун автомобіля (карбюраторний)*

Втрати енергії з відпрацьованими газами - 35%

Втрати енергії з водою - 25%

Втрати енергії на роботу сили тертя механізмів - 10%

Втрати енергії від неповного згорання палива - 5%

Корисна енергія - 25%

#### *Парова машина*

Втрати енергії з охолоджувальною водою - 57,2%

Втрати енергії в котлі - 24%

Втрати енергії в трубопроводах - 2%

Втрати енергії від охолодження - 1,8%

Корисна енергія - 15%

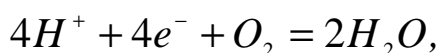
### *Реферат на тему*

*«Паливні комірки як екологічно чисті джерела енергії майбутнього»*

До недавнього часу людство забезпечувало свої енергетичні потреби за рахунок спалювання мінерального палива — нафтопродуктів, вугілля, природного газу. Сподіватися, що така ситуація триватиме і в майбутньому безпідставно із двох причин: 1) обмеженості мінерального палива в надрах Землі й 2) забруднення навколишнього середовища продуктами згорання. Тому вже впродовж тривалого часу людство шукає нових джерел енергії — гідроенергії, атомної енергії, перетворення сонячної енергії тощо. Ці джерела мають як позитивні, так і негативні сторони, з огляду на екологічні наслідки їхнього використання та фінансові затрати.

Розглянемо таке нетрадиційне джерело енергії, як паливні комірки, які сьогодні ще маловідомі. Ключовими компонентами паливної комірки є: анод, до якого підводиться паливо (в даному разі водень); катод, до якого підводиться кисень; електроліт, у якому між катодом і анодом можуть рухатися лише іони, що дуже суттєво.

При цьому відбувається реакція



тобто та сама, що й за звичайного спалювання водню.

Явище отримання електричного струму безпосередньо з палива було відкрито ще 1839 році Вільямом Гроувом. Проте способів його практичного застосування, попри інтенсивні дослідження, не було знайдено аж до 60-х рр. минулого століття, коли НАСА використала паливні комірки як джерело електроенергії на борту «Gemini» та «Apollo» під час польотів на Місяць.

ККД різних паливних комірок доволі високі — до 90% і вище (для порівняння: найефективніші сучасні тепло електрогенератори мають ККД лише 35-40%). Більше того, для деяких паливних комірок можливий ККД, близький до 100%!

У найближче десятиліття паливні комірки можуть стати альтернативними двигунам внутрішнього згорання в автомобілях. Демонстраційні проекти використання паливних комірок замість двигунів внутрішнього згорання вже створені в США, Канаді, Німеччині. За прогнозами, зробленими 1993 р., автомобільні двигуни на паливних комірках при їхньому масовому виробництві матимуть ту ж вартість, що й двигуни внутрішнього згорання, але вартість обслуговування таких двигунів буде нижчою завдяки простоті експлуатації.

Підсумовуючи, можна сказати, що висока ефективність паливних комірок, їхня екологічність будуть і надалі привертати до них увагу, результатом чого стане їхнє широкомасштабне практичне застосування вже в недалекому майбутньому.

*Післямова (роздуми вчителя)*

Пролунав дзвінок, але урок не закінчився, він триває. Серед учнів завжди знайдуться раціоналізатори ідей. Група дітей намагалася розв'язати завдання, запропоновані на уроці. Глобальність теми уроку захопила їх. Відповідь шукали в науково-популярній літературі, у підручниках для старших класів, сміливо бралися до питань, які й досі нерозв'язані. Учні пропонували доволі цікаві, а інколи просто фантастичні проекти теплових двигунів.

Одне з найважливіших завдань сучасної школи — розвиток особистості. Ідеться не про те, щоб учні обов'язково створили проект якогось винаходу. Важливо, щоб був пошук нових, нетрадиційних методів навчання, заснованих на колективній творчості під час розв'язання проблемних задач, ділового спілкування учнів, що



базується на принципах демократії, ведення діалогу, альтернативності.

Завдання уроку успішно розв'язані, хоча сам урок далекий від завершеності. Його можна продовжити в старших класах після вивчення законів термодинаміки.

## "У ГОСТЯХ У ПАННИ ЕЛЕКТРИЗАЦІЇ"

### Урок - діалог

**Мета.** Узагальнити знання учнів про електризацію, розкрити широкі можливості використання і врахування явища електризації; розвивати інтерес учнів до читання додаткової літератури; виховувати толерантність, вміння вести діалог.

**Тип уроку.** Урок повторення та поглиблення знань.

**Обладнання.** Електрофорна машина, електроскоп, скляна та ебонітова палички, хутро або шерсть, аркуш паперу або шовк.

**Методичні поради.** Зараз велику увагу приділяють формуванню в учнів засобами різних навчальних предметів сучасного стилю поведінки. У поведінку входить, зокрема, вміння вести діалог.

Як розпочати діалог? Реплікою учня, його запитанням, його незгодою з позицією вчителя; чи проблемою, висунутою перед учнями вчителем. Дітям можна запропонувати самим розробити правила ведення уроку-діалогу.

Правила можливі такі:

- у класі немає спостерігачів: кожен — активний учасник розмови; перешіптування, невдалі злі жарти забороняються, влучне слово вітається;

- кажи, що думаєш, думай, що кажеш; уважно прислуховуйся до слів співбесідника, вникай у їхній зміст;

- будь тактовним, щирим, відкритим, ввічливим, самокритичним, принциповим; умій вникати у доведення, доводити, оцінювати аргументи, заперечувати, підбивати підсумки.

На основі цього пропонується урок-діалог «У гостях у панни Електризації».

### *Хід уроку*

#### *I. Вступ*

**Учитель.** Діти, ми розглянули одне з важливих природних явищ — електризацію. Це явище було помічене ще дві тисячі років тому. Спостерігали, що бурштин, натертий вовною, притягував легкі

тіла. Досліди з бурштином проводив давньогрецький філософ Фалес Мілетський. (*Учитель проводить досліди з електризації ебонітової та скляної паличок, натертих хутром та аркушем паперу, використовуючи електроскоп.*) Пізніше інші вчені спостерігали аналогічні явища, які назвали електризацією. Сьогодні ми з вами завітаємо у гості до панни Електризації. Вона запросила нас і пообіцяла нам чимало цікавого.

## *II. Гра-діалог*

Розігрується така сценка: учні, запрошені в гості до панни Електризації, розміщуються в прийомній залі її дому і сідають там півколом. Кожному подають чашку компоту (*або чаю*). У зал входить панна Електризація. Вона велична і прекрасна, через її груди пов'язана широка стрічка. Усі вітають її. Але хтось кидає репліку: «Увійшла панна «художниця без пензлика».

**Учень І.** Я думаю, що ця репліка неприйнятна: вона принижує гідність людини, а це суперечить правилам гарної поведінки.

**Панна Електризація** (*у бік учня І*). Дякую вам. (*Звертається до всіх.*) На мою думку, репліка правильна: я справді можу виступати в ролі «художниці без пензлика». Наприклад, деяку деталь потрібно пофарбувати. Заряджаю, тобто електризую, її позитивно, а частинки розпиленої фарби — негативно. Різномірні електричні заряди притягуються, а тому фарба суцільним тонким шаром розтікається по деталі. Запропонований мною метод дає економію фарби і широко використовується на різних підприємствах.

**Учень О.** Я думаю, що панна Електризація на мене не образиться, якщо я запитаю її про неприємні речі: під час накачування пального в автоцистерну утворилась іскра і виникла пожежа; при вальцюванні каучуку на шинному заводі вздовж каучукового полотна виникла велика іскра і почалось загорання. Кажуть: все це — ваша вина. Правда?

**Учень Р.** Хочу з'ясувати таку деталь: чи під час накачування пального цистерна була з'єднана із Землею?

**Учень С.** Від своїх батьків я знаю, що приміщення шинного заводу насичені легкозаймистими парами. Очевидно, в цьому і є головна причина іскри.

**Панна Електризація.** Так, до подій, про які розповідає О., я маю стосунок. Я їхній автор (*вклоняється вправо, потім вліво*).

**Учень Ю.** Я вважаю панну Електризацію у цьому випадку невинною. Причина — у дисципліні людини; якщо вона не

дотримується правил техніки безпеки — нещастя. Я вважаю, що на шинному заводі корпуси станків і машин не були заземлені, повітря не було зволожено; і у бензовоза, під час заповнення його паливом, не було «заземлення».

**Учень 3.** На мою думку, Ю. має рацію. Пам'ятаєте, ми у класі робили дослід з електрофорною машиною. Якщо її диски привести в обертання і піднести до кульок-індукторів шматочок вати, змоченої ефіром, то від іскри вата може загорітися, тобто може виникнути пожежа. (*Учень демонструє утворення іскри.*)

**Учень А.** Пригадую як одного разу я зауважив, що з бензовоза звисає і волочиться по землі залізний ланцюг. Я підняв його і закріпив на баку. А через деякий час при русі бензовоза стався вибух. Водій, що ледве залишився живим, в усьому звинувачує мене.

**Учень Ц.** До чого тут ти? Головною виною тут є панна Електризація, вона і сама так каже.

**Панна Електризація.** Яка цікава бесіда йде у мене в салоні! А тепер я вам пропоную трохи відпочити і провести гру «Я — знавець електризації». Кожний вибере собі роль, яку бажає, наприклад: водія, працівника органів державного нагляду, електрика, будівельника-покрівельника, технолога шинного заводу, економіста, друкаря на поліграфічному комбінаті, домогосподарки та ін. Один із «спеціалістів» починає гру: він придумує і проголошує яке-небудь твердження (*фразу*), пов'язане з електризацією та його професією, або повідомляє який-небудь факт, який задовольняє ці умови. За це одержує один бал. Друга людина, яка в цей момент грає роль «шановного співбесідника», повинна швидко або заперечити це твердження, або визнати і підтвердити його правоту. За це — також один бал. Виграють ті, хто набере більше балів.

*Отже, гра розпочинається.*

**Учень Т.** Одяг із синтетичної тканини мало забруднюється.

**Учень І.** Я заперечую. Ні, ця тканина електризується і тому, притягуючи до себе частинки пилу, легко забруднюється.

**Учень Н.** Я — авіаційний електрик. Я винайшов прилад, за допомогою якого покращив ефект розпилення отрутохімікатів з гелікоптера. На сопло розпилювача надів тонку металеву сітку, яку зарядив позитивно. При розпиленні крапельки отрутохімікатів електризуються однойменними зарядами і відштовхуються одна від одної, а тому вони рівномірніше, ніж звичайно, падають на рослини. Отже, дістаємо рівномірне розпилення і економію отрутохімікатів.

**Учень О.** (Вислухавши повідомлення учня Н., одразу відповідає.) Ти — молодець! Мудро придумав. Клас! Напевно, вже і премію одержав?

**Учень В.** Я — домогосподарка. Нещодавно купила дві каністри з різних матеріалів — металеву і поліетиленову. Мені потрібно перенести рідку легкозаймисту речовину. Напевно, не має значення в яку каністру її налити?

**Учень М.** Я уважно вислухав В. і дозволю собі не погодитися з нею. Я використав би металеву каністру, тому що завдяки добрій електропровідності з неї стікатимуть заряди, які утворюються при терті рідини об стінки посудини, в землю. Поліетиленова каністра ці заряди накопичуватиме, і може статися вибух.

**Учень О.** Я за професією будівельник. Покрівельник висунув ідею про спорудження особливого громовідводу для сільського дому з бляшаним дахом. Він запропонував заземлити лише кути даху і не будувати інших спеціальних пристроїв.

**Учень Г.** Я підтримую цю пропозицію, бо в якому місці даху не накопичувалися б заряди, вони завдяки добрій електропровідності заліза, стікатимуть до його кутів, а звідти через провід заземлення — в землю.

**Учень К.** Я — технолог шинного заводу. Я внесла пропозицію про добавлення сажі в гуму, з якої виготовляють шини. Це дуже вигідно.

**Учень С.** Я знаю, як обґрунтувати твою пропозицію. Усе дуже просто: сажа зменшує електризацію шин, бо вона добре проводить заряди.

**Учень Ю.** Я — представник поліграфічної промисловості. При друкуванні папір в друкарських машинах від тертя дуже електризується, а від цього закручується і рветься. Унаслідок цього багато його йде у відходи. Я вирішила зволожувати виробничі приміщення.

**Учень Т.** Ти маєш рацію, Ю. Зволоження робить повітря провідником електрики. Завдяки цьому заряди на папері не накопичуються — вони стікають з нього.

**Панна Електризація.** Мені дуже сподобались ваші діалоги. Ми гарно провели час. Я дуже всім вдячна за цей вечір і за знання моєї вдачі. А зараз я зроблю вам сюрприз. Моя приятелька Є. виступить перед вами з цікавими повідомленнями, які називаються «Чи знаєш ти?..»

### **Учень Є.**

- Під час снігових бур можна спостерігати електричні іскри в повітрі, причина яких — електризація сніжинок унаслідок тертя об повітря.

- Електризація синтетичної білизни, що виникає під час носіння, є корисною для деяких людей. Полівінілхлоридна білизна допомагає при лікуванні деяких хвороб.

- Сильні електричні поля використовуються в медицині при створенні електроаерозолей. їхні крапельки сильно подрібнюються, менше злипаються, краще проникають у легені, створюючи умови для проникнення в організм біологічно активних речовин.

- У домашніх умовах усунути заряди статичної електрики легко, слід лише збільшити відносну вологість повітря до 70%.

- Хімічна промисловість випускає аерозоль — «Антистатик».

На базальтових стінах і колонах древньоєгипетських храмів серед зображень є священна риба — нільський електричний сом.

- Древньоримський лікар Скрибоній лікував подагру в старих римських патриціїв за допомогою «освіжаючого» удару електричного вугра.

- Двометровий електричний скат створює електричний імпульс напругою 50-60 В за сили струму 50 А і паралізує рибу трохи меншу за нього.

- Електричні вугрі, що живуть в Амазонці й створюють імпульси 500 В, — небезпечні для життя людини.

Панна Електризація. Урок добіг кінця.

*(Усі дякують панні за прекрасний прийом, за добре проведену зустріч. Панна радісно усміхається. У кінці вбігає листоноша і приносить телеграму панні Електризації.)*

Зачитується текст: «Вітаємо панну й усіх присутніх із вдалою зустріччю і добрим вмінням вести діалог. Вважаємо, що потрібно збільшувати число корисних справ Електризації; необхідно всесторонньо дослідити її шкідливі дії, щоб успішно боротися з ними. Для цього радимо вивчати і глибоко осмислювати закони фізики. Усього вам доброго».

### **III. Домашнє завдання**

Поміркувати, чи всі обґрунтування і заперечення, що прозвучали на прийомі у панни Електризації, були правильними. *(Магнітофонний запис уроку-діалогу можна у позаурочний час прослухати у фізкабінеті.)*

# "ПРИГОДИ У КРАЇНІ ЕЛЕКТРОНІЯ"

## Урок - казка

**Мета.** Використовуючи казкові пригоди Електрона, повторити вивчений матеріал з теми «Електричний струм. Електричне коло»; формувати уміння учнів самостійно проводити досліди; спрямовувати творчу діяльність учнів на виявлення проблем та їхнього розв'язання, формування гіпотез, самостійне застосування знань у нестандартних ситуаціях.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Електромагніт, електрофорна машина із «султанами», розбірний конденсатор, прилад «Розряд-1», паперові фігурки (для досліду «електричний танок»); електромметр, ебонітова паличка, сірники (для демонстрації посліду несамотійного розряду у газах); джерело постійного струму на 8 - 12 В (для демонстрації «блискавка»); гальванометр, яблуко, залізна і мідна дротини (для демонстрації «яблучного» джерела струму); «хімічне» озеро (скляна посудина з дистильованою водою, електроди, джерело струму, лампочка, хлорид натрію), чорний ящик.

**Методичні поради.** Біля одного краю демонстраційного стола стоїть макет (або малюнок) замку царя Мінуса, біля другого — замок царя Плюса. Між ними — довга лава із ширмою. По ходу казки ширма відтягується і із-за неї з'являються малюнки «об'єктів», з якими зустрічається під час подорожі Електрончик: камінь на роздоріжжі, Молочна річка, Медуза Горгонка тощо. Досліди демонструються на лаві.

У кінці кабінету в одній із шаф заховано скарб. Це книги, куплені за допомогою спонсора.

*Ведучим (і казкарем) виступає учитель. У нього в руці фігура Електрончика (краще її зробити зі сталюї коробочки, приклеївши знак «—», щоб можна було проводити досліди з електромагнітом).*

### *Хід уроку*

Було це не в тридев'ятому царстві, не в тридесятому государстві, а трапилася ця пригода у країні Електронія, якою правив цар Мінус.

Було у царя три сини: Нейтрон, Протон і Електрон. Але знаєте, як писали у казці про Горбоконику:

В батька було три сини:

Старший — розум з дивини,

Середущий — так і сяк,  
А молодший був «дурак».

Старший — Нейтрон. Він взагалі не брав участі у струмові, бо не мав заряду, але завжди вихвалявся, що він найважчий, а тому найважливіший. І не хотів дружити з усякою там «дрібнотою».

Нейтрон сидів собі у ядрі атома і посвистував. Середущий — Протон. Він хоча і мав заряд, але рідко покидав ядро і царський замок. Він вважав, що успадкує всі батькові землі і нічого не дасть братам.

А наймолодшим і найменшим був Електрон. За маленьку масу і найбільшу рухливість його прозвали «Електрончик».

Ось про пригоди Електрончика ми сьогодні на уроці і поговоримо. А оскільки він маленький, то постараємося йому в цій подорожі допомогти: де підказкою, де справою. Усі, хто допомагатиме, одержуватимуть зірочки, вартість яких уціниться у кінці уроку.

Дізнався цар Мінус, що у сусідньому царстві царя Плюса є скарб, а стереже його Чахлик Невмирущий. Як не просив цар своїх старших синів дістати цей скарб, але не погодилися вони. Довелося іти за скарбом Електрончику.

Отож, у дорогу!

Не маючи ні коня, ні меча, ні списа, Електрончик озброївся лише своїми знаннями (та і вашими також).

Чи довго, чи коротко ішов він, аж дійшов до роздоріжжя.

1. Три дороги розійшлися від каменя. І нічого не було написано на камені, крім того, що одна дорога залізна, друга — мідна, а третя — алюмінієва.

Як ви гадаєте, по якій з них пішов Електрончик і чому? Правильно, по мідній, бо опір її найменший. А чому він взагалі пішов від «-» до «+», адже за напрям струму прийнято напрям руху позитивних частинок від «+» до «-» джерела струму? (Учні дають відповідь.)

2. Ішов-ішов Електрончик далі, та перетнула йому дорогу Молочна річка. А човна ніде немає. Як же йому перебратися через неї? (Учні проводять дослід з електромагнітом.)

3. Тільки-но перейшов він через річку, аж суне йому назустріч Медуза Горгонка, у якої на голові змії замість волосся.

- Скажіть, чому це так наїжачилися змії на Медузиній голові? (Дослід із «султанами».)

От і каже вона Електрончику: «Як ти посмів ступити на землі, які належать мені? Ще ніхто не витримав мого погляду і моїх заклинань, щоб не скам'яніти. Якщо розгадаєш всі мої загадки, зашифровані в цих ребусах, то пропущу тебе далі. А ні — то перетворю в камінь».

Діти, допоможімо малому Електрончикові. Що зашифровано в цих ребусах?

1. Напруга. Вольт.
2. Сила струму. Ампер.
3. Електричний опір. Ом.

Як позначаються ці фізичні величини? Якими приладами вимірюються? Як вони позначаються на схемах? (мал. 1.)

Розгадали ми усі Горгонині ребуси і загадки та й підемо далі.

4. А на Калиновім мості здалеку чути пісню, свист і тупотіння. Це витанцьовують «романтики з великої дороги — розбійники».

Спочатку



мал. 1.

Електрончик кинувся шукати броду, але ніде не було жодних дротин, якими йшов би струм, не було більше й електромагніта. І подумав він:

«Ах, пан чи пропав. Піду на міст». (Дослід «електричний танок» — танцюючі чоловічки.)

Що ж треба зробити, щоб перейти через міст? Перш за все — відповісти, чому танцюють «розбійники».

А по-друге — показати вміння розпізнавати схематичні позначення приладів і знання формул. (Написані на закритій дошці.)

5. А за Калиновим мостом жила Баба-Яга Явдоха. Сидить Баба-Яга у великій печалі, бо не може спокійно літати у ступі і поганяти помелом.



Каже вона Електрончику: «Перебуваю я на службі у Чахлика. Служу йому вірою і правдою. І договір ми з ним уклали. Але не дає мені Чахлик зарплату. От і живу я на гуманітарну допомогу. Дісталось мені диво-помело (*із Марса прислали марсіани*). Але воно з якогось ебоніту, а не з дерева. І ступа у мене гарна, стальна. Літаючу тарілку із Сатурна подарували. Але одяг з тієї допомоги весь штучний — то капрон, то нейлон, то дедерон, бо ж натурального не дадуть. От тільки сяду в ступу, вона одразу ж зарядиться. І не можу її ніяк розрядити. Спробуй, як не віриш». (*Дослід по зарядженню електрометра.*)

- Діти, хто допоможе Бабі-Язі розрядити її ступу, не торкаючись до неї руками?

(*Розрядка електрометра полум'ям сірника.*)

- А як ще можна розрядити? Як називають такий розряд у газах?

Зраділа Баба-Яга, що ступу нарешті розрядили, і каже: «Дам я тобі за це подарунок — наливне яблучко. Воно допоможе перемогти Триголового Змія, що стереже царство Чахлика». Подякував Електрончик Бабі-Язі і порадив їй літати в ступі вдень, бо тоді вона розряджатиметься ультрафіолетовими променями від Сонця. І пішов собі далі.

**6.** Швидко казка говориться, та не швидко діло робиться. Поспішає Електрончик знайти скарб у царстві Плюса, та бачить здалеку вогняні стріли, чує грім. Це Триголовий Змій їх посилає. (*Дослід із «блискавкою» за допомогою «Розряду-1»*).

- Діти, що це за Змій? Чому блискавка завжди пов'язана із громом? Підійшов ближче Електрончик, а Змій каже йому: «Три голови у мене.

Кожна загадає загадку. Розгадаєш — пропущу далі».

1) Що по дроту ходить, пільму розгонить? (*Електрика.*)

2) Чий закон, якщо не знати,

*Радить дома спочивати. (Закон Ома.)*

3) Два брати рідні: одного всі бачать, але не чують, а другого всякий чує але не бачить. (*Блискавка і грім.*)

От і каже тоді Змій: «Переміг ти мене. То скажу я тобі, де смерть Чахлика. Вона у Яйці-Райці. Але дістатися до нього не так просто. Бо лежить воно у чорному ящику, а ящик із секретом».

**7.** Втомився Електрончик, добираючись до царства Плюса. Йому б знайти якесь хоч маленьке джерельце струму і підкріпитись.

Але де взяти те джерело? Є у нього тільки подарунок Баби Яги — яблучко. Чи не можна з нього зробити джерело? (Дослід з «яблучним» джерелом струму.)

- Хто скаже, із яких ще плодів чи овочів можна зробити джерело струму? Чому?

**8.** Пішов, підкріпившись, Електрончик далі. Але розкинулось перед ним Поле запитань. І поле міряне (*1 сторінка*), і вівці лічені (*7 запитань*), і пастух — це наш експерт. Треба перейти поле за 10 хв. Уперед!

*(Учні дають відповіді на тестові завдання, які пізніше перевіряє експерт за допомогою шаблона.)*

Тестові завдання

**1.** Які перетворення енергії можуть відбуватися усередині джерела струму?

- a) Хімічної в електричну;
- b) світлової в електричну;
- c) механічної в електричну;
- d) внутрішньої (теплової) в електричну;
- e) усі вказані вище.

**2.** Яку дію завжди викликає електричний струм у будь-якому середовищі?

- a) Теплову;
- b) світлову;
- c) магнітну;
- d) хімічну;
- e) механічну.

**3.** Струм у колі має напрям:

- a) за рухом електронів;
- b) від «+» до «-» джерела;
- c) від «-» до «+» джерела;
- d) за напрямом руху позитивних частинок.

**4.** Яка з поданих одиниць є основною в СІ?

- a) Кулон;
- b) вольт;
- c) ом;
- d) ампер;
- e) усі одиниці.

**5.** Який із приладів служить для вимірювання електричного опору?

- a) Амперметр;
- b) вольтметр;
- c) омметр;
- d) електроскоп.

6. Сила струму дорівнює 200 мА. Опір провідника 14 Ом. Яка напруга на провіднику?

- a) 2800 В;
- b) 15,7 В;
- c) 70 В;
- d) 2,8 В;
- e) 0,07 В.

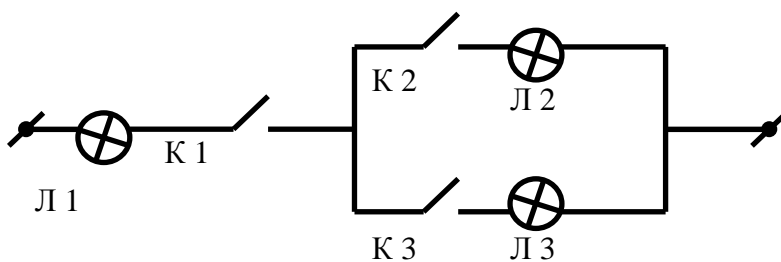
7. Довжина мідного провідника дорівнює 1000 м, площа перерізу —  $0,5 \text{ мм}^2$ . Знайти опір провідника.

- a) 3,4 Ом;
- b) 34 Ом;
- c) 0,34 Ом;
- d) 340 Ом;
- e) вірної відповіді немає.

8. Та постала нова перешкода — «хімічне» озеро. А Електрончик може йти тільки тією дорогою, де є струм. Як бачимо, джерело струму є, але лампочка не горить. Що потрібно зробити, щоб вона спалахнула? Правильно, до води додати солі. (Дослід із «хімічним» озером.)

9. Перш ніж дістатися до скарбу, потрібно перемогти Чахлика, а хитрий Чахлик приготував «чорний ящик» із лампочками. (Перед початком дослідження «чорного ящика» всі ключі розімкнеш. На кришку «ящика» виведено ключі К1—К3 і лампочки Л1-Л3 (мал. 2))

- Якщо замкнути ключ К1, то не горить жодна лампочка. Якщо при замкненому ключі К1 замкнути ще й К2, то горять лампочки Л1 і Л2. Якщо після цього



Мал. 2.

розімкнути ключ К2, а замкнути ключ К3, то горять лампочки Л1 і Л3. При всіх одночасно замкнених ключах горять усі лампочки. Хто розгадає схему, яка міститься у «чорному ящику»? (Учні креслять у зошитах схему, розташовану у «чорному ящику».)

- Тремтить Чахлик, бо близько підібрався Електрончик до його смерті.

**10.** (Дістають із ящика Яйце-Райце, розділяють його на дві частини. З яйця випадає ключик і падає у «хімічне» озеро.)

- Як дістати ключик, не замочивши рук? (За допомогою магніту або електромагніту дістають ключик з води.)

- От і прийшли ми разом з Електрончиком до замку царя Плюса. А тут скринька. Може, скарб у ній? Відкриємо скриньку ключем.

Тут якась записка: «Іди прямо по проході між партами до кінця кімнати, відкрий верхню шафу (праві дверцята) і візьмеш скарб — він твій. Поділися ним із друзями. Нехай всі ваші справи завжди будуть зі знаком «плюс».

(Учень, який читав записку, іде до шафи, дістає скарб і роздає товаришам.)

- Так, діти. Цей скарб — книга. Адже не дарма наш великий Каменяр — Іван Франко писав:

Книги — морська глибина,  
Хто в них пірне аж до дна,  
Той, хоч і труду мав досить,  
Дивнії перли виносить.

- То ж бажаю вам завжди виносити «дивнії перли» з усіх книжок.

А зараз підіб'ємо підсумки. Ми з вами добре потрудилися, то й оцінки відповідні. (Виставляються оцінки за тестові завдання і по кількості зірочок додатково.)

## "СУД НАД ОПОРОМ"

### Урок – рольова гра

**Мета.** Поглибити та систематизувати знання учнів за темою «Електричний опір», показати їхнє використання у побуті та техніці; навчити учнів застосовувати знання у змінній ситуації, самостійно оцінювати явища, факти; виявити і відстоювати особисту позицію.

**Тип уроку.** Урок повторення та поглиблення знань.

**Обладнання.** Повзунковий реостат, важільний (ступінчастий) реостат, портрети Ома, Джоуля, Ленца, Камерлінг-Оннеса.

**Методичні поради.** На час проведення уроку-гри кабінет перетворюється у «судовий зал», стіл суддів — у центрі класу.

Праворуч у залі розташований стіл адвоката, ліворуч — прокурора. За окремими столами сидять: із боку прокурора — секретар суду, із боку адвоката — обвинувачуваний, навпроти суддів — лава для свідків. У другій частині залу сидять бажаючі побачити і послухати хід суду.

До уроків цього типу готуються заздалегідь. Учні класу (*або паралельних класів*) поділяються на дві групи: одна група — це свідки захисту, інша — свідки обвинувачення. Обирають головного суддю, суддів (2), прокурора, адвоката підсудного і секретаря суду. На такому уроці всі дії учнів визначаються тією роллю, яку вони виконують. Учні не лише готують свої виступи, а й організують підготовчу роботу в класі. Разом добирають літературу, перевіряють готовність виступів, переглядають інші матеріали.

Від кількості виступаючих і переконливості їхніх промов залежить рішення суду, а, отже, й перемога групи учнів.

Усе це стимулює творчу активність учнів, адже під час гри вони розкривають свій характер, розуміння явищ і змісту фізичних законів.

*Хід уроку*

**Секретар.** Встати! Суд іде!

**Головний суддя.** Прошу сідати. Сьогодні слухається справа №2 зі звинувачення Опору в тому, що він має поганий вплив на електричний струм і це спричиняє короткі замикання і навіть пожежі. З його вини відбуваються виробничі й побутові травми (ураження струмом) та інші злочини. Ми закликаємо сьогодні детально з'ясувати поставлене нами питання, уважно заслухати свідків і ухвалити справедливий вирок. Увести підсудного.

**Головний суддя.** Підсудний, Ваше прізвище, ім'я, по батькові?

**Опір.** Опір електричний.

Головний суддя. Ваші батьки?

**Опір.** Георг-Сімон Ом та Клод Пуйє.

**Головний суддя.** Ваша біографія.

**Опір.** Німецький фізик Георг Ом у 1825 році досліджував гальванічні явища і властивості кола постійного електричного струму. На основі цих досліджень він дійшов висновку, що в різних ділянках кола, з'єднаних послідовно, сила струму однакова, що сила струму залежить від довжини провідників, площі їхнього поперечного перерізу, а також від матеріалів, з яких виготовлені провідники.

У 1826 році Георг Ом уперше ввів поняття «опір кола», а у 1827 році сформулював основний закон електричного кола, що пов'язує опір, напругу і силу струму. Цей закон було названо законом Ома.

Через 10 років після відкриття закону Ома французький фізик Клод Пуйє на основі власних експериментів дійшов таких же висновків, як і Ом. Але йому було повідомлено, що встановлений ним закон ще у 1827 році був відкритий Омом. Цікаво, що французькі школярі і нині вивчають закон Ома під ім'ям закону Пуйє.

**Головний суддя.** Що Ви можете?

**Опір.** Впливати на електричний струм.

**Головний суддя.** Чи є запитання до підсудного в обвинувачення?

Прокурор. Ні.

**Головний суддя.** У захисту?

**Адвокат.** У мене є запитання до суду. Чи братиметься до уваги той факт, що батьки Опору були такими видатними людьми?

**Головний суддя.** Суд розгляне усі факти.

**Адвокат.** У мене все.

**Головний суддя.** Чи є запитання до підсудного у моїх помічників?

**Перший суддя.** Яка причина виникнення Опору?

**Опір.** Взаємодія рухомих електронів з іонами кристалічних ґраток.

**Другий суддя.** Кому Ви належите?

**Опір.** Усім тілам.

**Другий суддя.** Яка галузь застосування ваших можливостей?

**Опір.** Фізика, техніка, життя.

**Перший суддя.** До суду надійшли телеграми, які прошу заслухати.

**Телеграма № 1.** Я, Камерлінг-Оннес, нідерландський фізик, лауреат Нобелівської премії, заявляю, що суд цей вважаю неправомірним. Не можна звинувачувати Опір в усіх злочинах людства. Я, досліджуючи властивості різних речовин за наднизьких температур, відкрив явище надпровідності, яке полягає в тому, що тіла втрачають опір за певних умов (за низьких температур).

**Телеграма №2.** Я, Георг-Сімон Ом, німецький фізик, радий, що закони природи (фізики) не залишили ваші душі байдужими. Сперечайтеся, у суперечці народжується істина, яка відчиняє вам двері у чудовий світ науки.

*Телеграма №3. Ми, Джоуль Джеймс-Прескотт і Ленц Емілій Християнович, англійський і російський фізики, вітаємо ваш суд, бо кожен, хто намагається зрозуміти таємниці природи, гідний поваги. Успіхів вам, друзі й колеги.*

**Головний суддя.** Тепер заслухаємо свідків обвинувачення. Свідок Р., будь ласка.

**Свідок Р.** Я дуже хвилююся. Я ніколи не виступала в суді, але те, що я бачила, жахливо. Я не можу мовчати. Мій маленький 4-річний братик ножицями підрівняв бахрому на шторах і надрізав електричний провід до телевізора. І струм його вразив.

**Головний суддя.** Викликається свідок М.

**Свідок М.** Я хотів викрутити перегорілу електричну лампочку із патрона. Лампа лопнула. Я взяв викрутку і намагався нею витягти цоколь лампи з патрона. І раптом із патрона посипалися іскри, мене щось ударило по руці, і я кинув викрутку. Батько мене сварив, але ж винний не я. Учитель мені пояснив, що замикати звичайну освітлювальну мережу привідником малого опору, тобто викруткою, небезпечно. Сила струму буде такою великою, що може призвести до тяжких наслідків. Що якоюсь мірою і сталося зі мною.

**Головний суддя.** Викликається свідок обвинувачення З.

**Свідок З.** Я дуже люблю спорт і часто по телебаченню переглядаю спортивні передачі. Нещодавно транслиювався футбольний матч «Динамо» Київ — «Реал» Мадрид. Телевізор вимкнувся, бо перегорів запобіжник. Я зробив саморобний запобіжник (припаяв мідну дротину), і знову ввімкнув телевізор, але телевізор раптом задимів і почав горіти. Від нього зайнялися штори на вікні, почалася пожежа, яку ледь вдалося загасити. Батьки кажуть, що збитки під пожежі становлять тисячі гривень. А винен не я, а опір запобіжника.

**Головний суддя.** Викликається свідок захисту І.

**Свідок І.** Я не хочу бути голослівним і подаю речові докази: повзунковий і важільний (або ступінчастий) реостати.

**Адвокат.** Прошу внести до зали речові докази.

**Свідок І.** Реостати мають неабияке значення у народному господарстві. Вони допомагають регулювати силу струму в колі, ділити напругу (у цьому разі реостати називають потенціометрами). Без реостатів і потенціометрів не можуть працювати не тільки радіоприймачі й телевізори, а й електронно-обчислювальні машини, осцилографи, електровимірювальні прилади.

У кінотеатрах і театрах застосовують повзункові реостати. Ви всі бачили, як повільно і поступово гасне в кінотеатрах світло. Це необхідно для того, щоб очі глядачів встигли адаптуватися до темряви. Важільні реостати використовують у регулювальних пристроях електротранспорту, наприклад, у трамваях. Водій за допомогою цього реостата зменшує силу струму в колі, швидкість руху трамвая зменшується.

**Прокурор.** Я хочу сказати, що цю функцію реостатів можуть виконувати, наприклад, фотоелементи. Оскільки струм, який вони створюють, залежить від світлового потоку, що падає на елемент, а цей потік можна регулювати за допомогою діафрагми.

**Свідок захисту Ч.** Даремно пропонують знищити опір. Я наведу приклад, коли великі опори дуже корисні людині. Щоб новорічна ялинка не загорілася, електричні лампочки вмикають у ялинкову гірлянду послідовно. Загальний опір кола стає дуже великим, а сила струму — малою. Виходить красиво і безпечно.

**Свідок звинувачення П.** Ялинкова гірлянда — гарна прикраса, але не завжди безпечна?

**Другий суддя.** Чим Ви керуєтесь у своїх свідченнях?

**Свідок П.** Власним досвідом. Зі мною трапився такий випадок. Перегоріла лампочка у ялинковій гірлянді, я викрутив її і випадково вставив палець у патрон. Мене так вдарило, що й зараз із жахом згадую цей випадок. Учитель каже, що мене могло вбити. А причина ось яка. Опір однієї лампочки малий — кілька омів, опір всієї гірлянди — кілька сотень омів; опір пальця — кілька тисяч омів. При послідовному з'єднанні спад напруги на ділянках кола пропорційний до опорів ділянок, тому на палець, якщо його всунути в патрон, припадає практично вся напруга кола. Отже, я вважаю, що винен Опір.

**Свідок звинувачення Г.** Я прошу слова. Якби великий опір був корисним, то всі електричні прилади з'єднували б послідовно. Але таке з'єднання спричинило б слабкий струм, який не міг би розжарити навіть нитку лампи чи нагрівальний елемент праски. Тому всі ці прилади вмикають паралельно. При цьому їхній загальний опір стає меншим (за опір будь-якого з цих приладів), а сила струму при цьому у мережі зростає.

**Головний суддя.** Я вважаю, що наведені вище приклади свідків скоріше, з'ясовують питання про те, коли на практиці вигідно збільшувати опір, а коли — зменшувати його. Це, звичайно, має



стосунок до справи, але не вирішує питання. Слово надається Прокуророві.

**Прокурор.** Шановний суд! Пані і Панове! Для чого ми тут зібралися? Адже вина підсудного очевидна. Кожен із нас відчув на собі знущання підсудного. Хіба не з його вини відбуваються враження струмом, а іноді й пожежі? І хтось ще намагається стверджувати про його невинність. Облиште, Панове!

**Головний суддя.** Слово надається захиснику.

**Адвокат.** Якщо розглянути дії Опору з юридичного погляду, то можна помітити, що переваг у нього більше, ніж недоліків. Це підтверджується тим, що Опір використовується як у побуті, так і в техніці. Правда, якщо легковажна дитина замість ниток ріже провід під напругою, то її вражає струм. Але вина тут лежить на батьках, які не доглядають своїх дітей. Людина, яка вставила палець у патрон лампочки ялинкової гірлянди, як правило, звинувачує Опір, а не саму себе і свою необережність, неухважність, а може, й незнання. А саме Опір твердої шкіри рук захищає людину від ураження струмом. Усім відома теплова дія струму, яку використовують у різних нагрівальних приладах та установках: електричних плитках, прасках, кип'ятильниках, камінах тощо. У промисловості теплову дію струму використовують для виплавки спеціальних сортів сталі і кольорових металів, для електрозварювання. Треба подякувати Опорові за те, що він допоміг створити нагрівальний елемент, який є основною частиною будь-якого нагрівального електричного приладу. Нагрівальний елемент — це провідник із великим питомим опором, здатним, крім того, витримувати, не руйнуючись, високу температуру (1000-1200°C).

Можна навести ще безліч прикладів, які доводять користь Опору. У мене все.

**Головний суддя.** Суд іде на раду.

*(Через деякий час.)*

**Секретар.** Суд іде!

Головний суддя *(зачитує ухвалу суду)*. Наш суд був швидким і справедливим. Уважно заслухавши обидві сторони, суд прийняв таке рішення.

Враховуючи деякі негативні сторони дій підсудного, суд усе ж таки, покладаючись на власний досвід, на промову шановного захисту і свідчення свідків захисту вважає, що значна частина звинувачень перебільшена. А тому ухвалює: з урахуванням

корисності позитивних дій Опору і шкідливості негативних всебічно розширювати використання позитивних і вести боротьбу з негативними проявами Опору. Для цього необхідно постійно вивчати і глибоко осмислювати закони фізики, проникати в таємниці природи і ставити їх на службу людині.

**Засідання суду вважаю закритим.**

## "ПО КРАЇНІ ЕЛЕКТРИКА"

### Урок - подорож

**Мета.** Узагальнити та систематизувати знання учнів про електричний струм, закон Ома для ділянки кола, види з'єднання провідників, роботу і потужність струму; розвивати мислення, вміння спостерігати та експериментувати, виховувати вольові риси особистості, розвивати кмітливість, ерудицію, винахідливість.

**Тип уроку.** Урок узагальнення і систематизації знань.

**Обладнання.** Портрети фізиків, що зробили вклад у розвиток вчення про електрику; картки з дидактичними матеріалами, картки з формулами, 2 комплекти приладів: гальванічне джерело струму, лампочка кишенькового ліхтарика, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, електричний запобіжник; два кросворди.

**Методичні поради.** До складу журі, крім учителя, входять три учні. Учень-екскурсовод знайомить учнів з маршрутом і характером завдань на кожному пункті маршруту. Решту учнів класу ділиться на 2 туристичні групи.

Туристичні групи, здійснюючи подорож по країні «Електрика», побувають у таких пунктах:

*Пункт 1.* Місто Ерудитів.

*Пункт 2.* Місто Кмітливих.

*Пункт 3.* Острів Скарбів.

*Пункт 4.* Місто Законів.

*Пункт 5.* Замок Історії науки та техніки.

*Пункт 6.* Острів Чаклунів.

*Пункт 7.* Станція Нерозгаданих таємниць.

*Пункт 8.* Місто Техніків.

Екскурсовод знайомить туристів з кожним пунктом прибуття і їхніми завданнями у кожному пункті. Журі стежить за правильністю і своєчасністю виконань завдань кожною туристичною групою, оцінюючи їхні досягнення у балах, а вчитель оцінює виконання

завдань кожним туристом зокрема. При підбиванні підсумків змагань журі враховує емблеми груп, а також кмітливість, ерудицію, винахідливість окремих учнів.

### *Хід уроку*

**Учитель.** Сьогодні ми проведемо незвичайний урок — подорож по країні «Електрика». На вашому шляху будуть міста, замки, острови. Екскурсовод ознайомить вас із цими пунктами маршруту та із завданнями. Переможе та команда, яка не лише дасть правильні відповіді, але й покаже свою кмітливість, ерудицію, винахідливість.

**Пункт 1.** У місті Ерудитів вивішено портрети вчених-фізиків без будь-яких підписів.

Завдання для туристів: упізнати вченого за його портретом, вказати на його основні заслуги (2 бали) і вказати століття, у якому жив і творив учений (1 бал).

**Пункт 2.** У місті Кмітливих туристичним групам вручають по дві картки із «якісними» задачами, на які треба дати ґрунтовну відповідь. Групи виділяють по два туристи на виконання завдань.

**Завдання 1.** На спеціальному верстаті дріт протягують так, що він стає удвічі довшим із удвічі меншою площею поперечного перерізу. У скільки разів змінюється опір дроту? (Збільшується у 4 рази.)

**Завдання 2.** Дві однакові лампи, розраховані на 220 В кожна, з'єднані послідовно й увімкнені в мережу з напругою 220 В. Під якою напругою перебуває кожна лампа? (Під напругою 110 В, бо при послідовному з'єднанні

$$U = U_1 + U_2, U_1 = U_2, \text{ тобто } 220\text{В} = 110\text{В} + 110\text{В}.$$

**Завдання 3.** Залізний і мідний дроти, що мають однакові довжини і площі поперечного перерізу, приєднано до мережі паралельно. У якому дроті виділяється більша кількість теплоти?

Чому?  $\left( \text{У мідному бо } Q = UIt, I = \frac{U}{R}, \text{ а тому } Q = \frac{U^2}{R} t \right)$

**Завдання 4.** Чому спіраль електричної плити нагрівається сильніше у тому місці, де вона тонша?

$\left( \text{Тому що } Q = I^2 Rt, \text{ а у тоншому місці опір } R = \rho \frac{l}{S} \text{ більший.} \right)$

Кожна правильна й обґрунтована відповідь оцінюється у 2 бали.

**Пункт 3.** На пошук скарбів дається 2 хв. Вважається, що скарб знайшла і а група, яка швидше назве всі фізичні величини, що є у розділі «Електричні явища», та одиниці їхнього вимірювання.

( $I, A, U, V, R, Ом; \rho, Ом \cdot мм / м; l, м; S, мм^2; q, Кл; l, с; Дж; P, Вт.$ ) За повністю виконане завдання команда одержує 2 бали.

**Пункт 4.** У місті Законів кожна команда одержує одну з карток, на яких великими літерами написано:

Потрібно назвати закон, формула якого написана на картці, сформулювати його і розказати хто і коли його відкрив. (мал. 1)

$I = \frac{U}{R}$
-------------------

$Q = I^2 R t$
---------------

Повністю виконане завдання оцінюється в 3 бали.

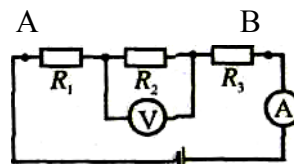
Мал. 1.

**Пункт 5.** Туристи, що прибули у замок Істориків науки і техніки, отримують картки з текстами задач історично-технічного змісту. Вони повинні розв'язати ці задачі на дошці. Для розв'язування кожної задачі виділяється по одному туристові.

**Задача 1.** 13 вересня 1838 року перший у світі корабель з електричним двигуном конструкції академіка Б. С. Якобі вийшов у плавання по Неві. Потужність двигуна — 180 Вт. Судно пливло 3 години. Яку роботу виконав двигун за цей час? (2 бали)

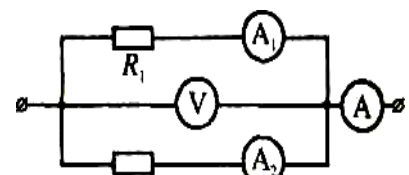
**Задача 2.** 1 серпня 1892 року в Києві став курсувати трамвай по лінії Поділ — Хрещатик. Його двигун споживав найбільшу силу струму 10 А при напрузі 500 В. Яка була потужність двигуна? (2 бали)

**Задача 3.** У коло послідовно ввімкнено три провідники з опорами:  $R_1 = 50 Ом$ ,  $R_2 = 60 Ом$ ,  $R_3 = 120 Ом$ . Яку силу струму показує амперметр і яка напруга між точками А і В, якщо покази вольтметра 1,2 В? (3 бали) (мал. 1)



Мал. 1.

**Задача 4.** Амперметр А показує силу струму 2,6 А, а вольтметр — напругу 220 В. Опір  $R_1 = 100 Ом$ . Визначити опір  $R_2$  і покази амперметрів  $A_1$  і  $A_2$  (3 бали) (мал. 2)



Мал. 2.

**Пункт 6.** На острові Чаклунів обидві групи туристів дістають однакові завдання.

**Завдання 1.** Накреслити схему і скласти електричне коло з джерела струму, лампочки кишенькового ліхтарика, амперметра і вольтметра. (2 бали).

**Завдання 2.** За показами вимірювальних приладів визначити опір та потужність лампочки. (2 бали).

На виконання завдань групи виділяють по 2 туристи. Група, яка першою і правильно виконала завдання, отримує 4 бали; група-суперниця на 1-2 бали менше, залежно від ступеня та якості виконання завдань.

**Пункт 7.** На станції Нерозгаданих таємниць туристичні групи розгадують кросворди на фізичну тематику.

**Кросворд 1.**(мал. 3)

*По вертикалі:*

1. Грецька назва бурштину.

2. Англійський фізик, що стержні джерела називаються електродами.

*По горизонталі:*

3. Тіло, що має властивості притягувати до себе залізні предмети.

4. Частинка, що входить до складу ядра.

**Відповідь.** 1. Електрон. 2. Фарадей. 3. Магніт. 4. Нейтрон.

**Кросворд 2.**(мал. 4)

*По вертикалі:*

1. Прилад для зміни сили струму.

2. Речовина, що чинить малий опір струмові.

*По горизонталі:*

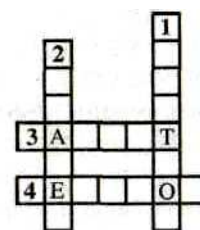
3. Фізична величина, одиницею вимірювання якої названо на честь італійського фізика Вольта.

4. Фізична величина, що вимірюється ватметром.

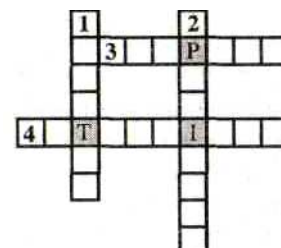
**Відповідь.** 1. Реостат. 2. Провідник. 3. Напряга. 3. Потужність.

**Пункт 8.** У місті Техніків на туристів чекають прилади, що лежать у двох ящиках. Це — амперметр, вольтметр, реостат, гальванічний елемент, запобіжник, ключ.

**Завдання для техніків:** назвати кожний прилад і вказати його призначення, визначити ціну поділки вимірювальних приладів і сказати про спосіб їхнього включення в електричне коло; назвати вчених, що винайшли гальванічний елемент і запобіжник.



Мал. 3.



Мал. 4.

*(Гальванічний елемент винайшов італійський учений — А. Вольт, запобіжник — американський винахідник Т. Едісон.)*

За кожен правильну відповідь — 1 бал.

*Підсумок уроку*

Представник журі оголошує остаточний результат подорожі туристичних груп; вчитель відзначає кращих, виставляє оцінки за 12-бальною шкалою і вручає призи.

## "СВІТЛОВІ ЯВИЩА"

### Урок-змагання

**Мета.** Поглибити та систематизувати знання за темою «Світлові явища»; розвивати в учнів логічне мислення, винахідливість і кмітливість; коректувати їхню ігрову та навчальну діяльність; проводити оперативний контроль навчальних досягнень.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Картки з дидактичним матеріалом; великі «ромашки» з картону, на пелюстках яких записані завдання; різні окуляри, листки чистого паперу, лінійка, олівці, картки з кросвордами, обладнання для конкурсу «Кмітливі»: освітлювач, круглий картонний диск, екран, дві свічки, скляна пластина, картки зеленого і червоного кольорів.

**Методичні поради.** При повторенні теми «Світлові явища» великий ефект дає урок-змагання. Проведення уроків у формі змагання є чи не найефективнішою формою занять з підлітками: учні легко включаються в гру, стають активними, позбуваючись буденної закомплексованості. На уроці-змаганні можна за короткий час повторити значний об'єм навчального матеріалу, перевірити знання значної частини учнів. Ефективність уроку-змагання обумовлена і використанням різноманітних методів перевірки знань (індивідуальне, фронтальне, ущільнене, письмове опитування), які динамічно змінюють один одного.

За тиждень до цього уроку клас поділяється на групи-команди. Кожна група обирає капітана, придумує назву команди та її емблему. До уроку-змагання учні повинні: 1) повторити матеріал теми; 2) продумати і записати на листку одну із розповідей про:

- оптичні прилади, їхню будову та використання у побуті та техніці;
- світло, зумисне включивши в текст помилкові судження;

- оптичний прилад (фотоапарат, діaproектор, бінокль, окуляри і т.п.) у формі реклами.

### *Хід уроку*

**Учитель.** Сьогодні наш урок — урок-змагання. Команди готові до товариської зустрічі. Бажаю всім учасникам удачі і перемоги. Щоб під час змагання панувала справедливість, працюватиме журі змагання.

**Учитель (голова журі)** знайомить з особливостями уроку, з тими конкурсами, які проводитимуться на уроці; зі системою нарахування команді балів, при якій враховуватиметься якість відповіді, активність членів команди і дотримання дисципліни у ході обговорення відповіді.

Після представлення команд проводяться конкурси.

#### **Конкурс «Розминка»**

Перевіряється знання матеріалу. Питання задають одразу для всіх команд, але право на відповідь отримує та команда, яка першою знає відповідь. При неправильній відповіді право відповідати переходить до іншої команди. Для розминки можна використати такі запитання:

1. Для чого одяг сталеварів виготовляють із блискучої тканини?

2. Коефіцієнт відбивання дзеркала дорівнює приблизно 70%, а снігу — 85%. Чому ж дзеркало дає зображення предмета, а сніг — ні?

3. Чому зображення у воді завжди темніше від справжнього кольору неба?

4. Кут між падаючим і відбитим променями дорівнює  $20^\circ$ . Під яким кутом до поверхні дзеркала падає світло?

5. Чи може бути одна й та ж лінза і збиральною, і розсіювальною?

#### **Конкурс «Домашнє завдання»**

Прослуховуються розповіді про оптичні прилади. Виступають по одному представнику від кожної команди (3-5 хвилин). Журі враховує логічність розповіді, її оригінальність та число використаних оптичних понять.

#### **Конкурс «Капітани і ромашки»**

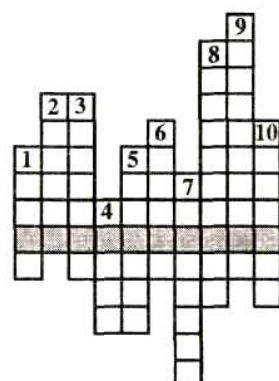
У конкурсі беруть участь капітани і така кількість членів команд, скільки пелюстків у «ромашки».

Капітанам дають окуляри й аркуш із текстом: «Визначити вид лінз в окулярах і те, який дефект зору (*далекозорість чи близорукість*) вони виправляють».

У цей час члени команди виконують індивідуальні завдання на побудову зображень, які дає лінза та хід променів при відбиванні і заломленні світла. Умови завдань записані на пелюстках «ромашки». Кожний учень відриває один пелюсток і виконує завдання на звороті пелюстки. Виконане завдання здається членам журі.

Після виконання завдань з окулярами капітани розв'язують фізичний кросворд. (мал. 1)

*По вертикалі:* 1. Основний елемент багатьох оптичних приладів. 2. Розділ фізики про світлові явища. 3. Оптичний прилад, який дозволяє розглядати далекі предмети (*навіть у театрі*). 4. Точка, в якій перетинаються промені паралельні головній оптичній осі. 5. Лінія, вздовж якої поширюється світло. 6. Випромінювання, видиме оком. 7. Прилад, що дає зображення предмета при відбиванні променів, що падають на нього. 8. Вид предмета на екрані. 9. Явище, що проявляється при переході світла через межу поділу двох середовищ. 10. Прилад для виправлення дефекту зору.



Мал. 1.

*За правильних відповідей на всі запитання кросворда у виділеному горизонтальному рядку читається назва оптичного явища. (Заломлення.)*

### **Конкурс «Кмітливі»**

Даються експериментальні завдання, які розв'язують усі члени команди. Тут перевіряється вміння мислити, колективно обговорювати проблему. Завдання можуть бути такі:

1. За допомогою освітлювача, круглого картонного диска й екрана продемонструвати утворення тіні. Як це явище використовували древні єгиптяни при встановленні колон?

2. Дано дві свічки, одна з яких запалена, і скляна пластина. Зробити так, щоб над другою свічкою «з'явилося» полум'я.

3. Як у сонячний день, користуючись лінійкою, визначити висоту дерева за його тінню? Продемонструвати це на макеті дерева.

### **Конкурс «Віриш — не віриш»**

Ведучий голосно зачитує правильні і неправильні твердження. Якщо учень згодний із цим твердженням, то піднімає зелену картку



(«вірю»), якщо не згідний — червону («не вірю»). Тому, хто правильно підняв картку першим, учитель надає право для обґрунтування свого рішення.

Твердження можуть бути такі:

1. Світло від джерела поширюється прямолінійно в усіх напрямках.
2. Закон відбивання виконується тільки для дзеркал.
3. Збиральні лінзи завжди дають дійсні зображення, а розсіювальні — уявні.
4. Короткозорій людині потрібно окуляри з розсіювальними лінзами.
5. Далекозорій людині потрібні окуляри з вгнутими лінзами.
6. Фотоапарат може дати уявне зображення.
7. Проекційний апарат завжди дає обернене зображення.
8. Розмір зіниці ока людини може змінюватися у 4 рази.

*Конкурс «Дуель»*

Команди задають одна одній підготовлені заздалегідь запитання. Оцінюється якість як запитань, так і відповідей.

*Підбивання підсумків*

Оголошення переможців та вручення призів.

*Домашнє завдання*

Підготувати невеликі творчі роботи про роль світла у житті людини й усього живого на Землі.

## "ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ"

### Урок-змагання

**Мета.** Розвивати вміння та навички учнів розв'язувати задачі різних типів: усні, розрахункові, експериментальні; формувати навички колективної роботи учнів у поєднанні з індивідуальною, активізувати розумову діяльність учнів; розкрити самостійність у досягненні поставленої мети.

**Тип уроку.** Урок формування умінь і навичок.

**Обладнання.** Гральний кубик, картки з роздатковим матеріалом, метроном або секундомір, жолоб Галілея (2), штатив лабораторний (2), кулька (2), мірна стрічка (2).

**Методичні поради.** Клас поділяється на дві, приблизно рівносильні команди, які обирають капітана, придумують назву команди та її емблему. Цей урок-змагання доцільно провести без

завчасної і тривалої підготовки. Підготовка до змагання може проходити як виконання домашнього завдання попереднього уроку. До складу журі, крім учителя фізики, можуть запрошуватися старшокласники.

### *Хід уроку*

Учитель знайомить учнів з особливостями уроку-змагання, з конкурсами, які проводитимуться, системою оцінювання результатів.

#### **Конкурс «Чи знаєш ти формули?»**

Представники команд по чергово виходять і кидають кубик, на гранях якого написані формули:

$$1. a = \frac{\bar{v} - \bar{v}_0}{t}. \quad 2. v_c = \frac{s}{t}. \quad 3. a = \frac{v^2}{R}.$$

$$4. \bar{v} = \bar{v}_0 + at. \quad 5. v_x = v_{0x} + a_x t. \quad 6. s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Учень, який кидав кубик, записує на дошці формулу, що випала на верхній грані грального кубика після кидання і пояснює її фізичний зміст та кожну величину, що входить у формулу.

Команда-суперник має право задавати додаткові запитання, пов'язані величиною, що стоїть ліворуч від знака рівності. Якщо учень, який біля дошки, не може відповісти на запитання, то він може звернутися за допомогою до своєї команди, але це призводить до втрати балів.

#### *Конкурс кмітливих*

У цьому конкурсі дають відповіді на задачі-запитання. Представники команд витягують картки і відповідають на запитання. Якщо учень не може відповісти, то просить допомоги у команди. Не впорається із завданням команда — допомагає команда-суперник, заробляючи додаткові бали. Розпочинає відповідати на запитання картки представник тієї команди, яка була переможцем у 1-му конкурсі.

#### *Картка № 1.*

1. Яку швидкість показує спідометр автомобіля при нерівномірному русі?(*Миттєву.*)

2. Про яку швидкість ідеться, коли кажуть, що поїзд проїхав дистанцію між містами зі швидкість 50 км/год? (*Середню.*)

3. Який вид руху здійснює: а) автомобіль, що під'їжджає до світлофора, у якого горить червоний сигнал; б) людина, яка стоїть на ескалаторі метро.(*а) сповільнений; б) рівномірний.*)

### Картка №2

1. Про яку швидкість йдеться, якщо кажуть, що молоток вдарився об цвях зі швидкістю 8 м/с? (*Миттєву.*)

2. Що спільного і які відмінності між величинами, що визначаються формулами:

$$v_x = \frac{s_x}{t} \quad \text{і} \quad \bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$$

(*Спільне – це формули швидкості рівномірного руху;*  
*відмінності :  $v_x$  – скалярна,  $\bar{v}$  – векторна.*)

3. На вулиці йде дощ. У якому випадку посудина швидше наповниться водою: коли стоїть, чи коли рухається горизонтально зі сталою швидкістю? (*Одночасно.*)

### Картка №3

1. Токар обробив деталь зі швидкістю різання 600 м/хв. Про яку швидкість йдеться? (*Середню.*)

2. Який вид руху води у струмку, русло якого то звужується, то розширюється? (*Прискорений і сповільнений.*)

3. Чи завжди для характеристики руху вказують швидкість руху? (Не завжди. Наприклад, характеризуючи рух спортсменів, вказують не швидкість їхнього руху, а пройдений шлях та час, який вони затратили на подолання дистанції)

### Картка №4

1. Копер вдаряє по палі зі швидкістю 4 м/с. Про яку швидкість йдеться у цьому випадку? (*Миттєву.*)

2. Як за допомогою досліду визначити швидкість, з якою опускається гиря настінного годинника «ходики»? (*На стіну внизу годинника прикріпити білий аркуш паперу. Зазначити на ньому положенні гирі о 8<sup>00</sup> і 20<sup>00</sup>. Відстань між відмітками – це*

*переміщення  $\bar{s}$ , а час  $t = 12 \text{ год}$ .  $\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$ .)*

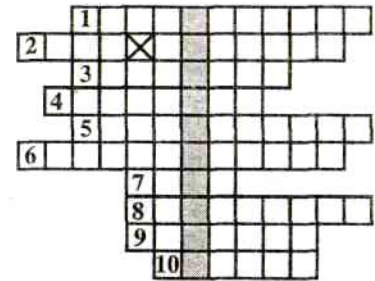
3. Який рух здійснює: а) спортсмен, що пробігає коротку дистанцію; б) кінчик олівця, яким пишуть? (*а) прямолінійний; б) криволінійний.*)

### Конкурс «Кросворд» (мал. 1)

Текст кросворда записується завчасно на дошці. Відкривається текст на початку оголошення цього конкурсу. Кожному учневі

роздається малюнок-сітка кросворда і копівка. Учень заповнює кросворд, підписує і здає журі, а листок-копія залишається у нього для самоперевірки. Розв'язування кросворда триває протягом регламентованого часу.

*По горизонталі:* 1. Фізична величина, що дорівнює відношенню зміни швидкості до проміжку часу, за який ця зміна відбулася. 2. Тіло, відносно якого розглядається рух інших тіл. 3. Назва курсу фізики 9-го класу. 4. Прилад для вимірювання частоти обертання. 5. Напрявлений відрізок, що з'єднує початкове положення тіла з кінцевим. 6. Рух, при якому всі точки тіла переміщуються однаково. 7. Одиниця шляху. 8. Величина, що є характеристикою руху тіла. 9. Одиниця часу. 10. Одиниця виміру кутів.



Мал. 1.

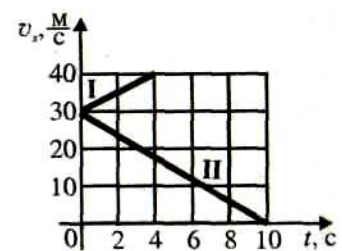
*По вертикалі:* У виділеному стовпчику читається назва одного з розділів механіки. (Кінематика.)

**Конкурс «Чи вмієш читати графіки?»**

Представники кожної команди беруть по картці. На обдумування відповіді відводиться 2-3 хв. Дублікати графіків, що на картках, заготовлено на великих аркушах, які вивішуються на дошці. Під графіками виконуються розрахунки.

**Картка №1**

1. Користуючись графіками, визначити: (мал. 1)



Мал. 1.

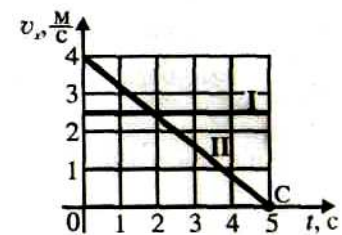
- вид руху тіл;
- прискорення кожного тіла;
- початкову швидкість тіл і швидкість через 4 с після початку відліку часу.

2. Що відбувається з тілом II через 10 с від початку відліку часу?

3. Записати рівняння руху тіл.

**Картка №2 (мал. 2)**

- Користуючись графіками, визначити:
  - вид руху тіл;
  - початкові швидкості тіл;
  - прискорення кожного тіла.



Мал. 2.

2. Що відбувається з тілом II у момент часу, що відповідає точці С? Що означає точка перетину графіків?

3. Записати рівняння руху тіл.

**Конкурс «Увага, експеримент!»**

Представники кожної команди беруть по картці, на якій написано, що потрібно визначити за допомогою експерименту. Завдання можуть бути такі:

*Дослід 1.* Визначити середню швидкість кулі, що рухається по горизонтальній поверхні на ділянці  $AB$  у :  $см/с, м/с, км/год..$

*Дослід 2.* Визначити прискорення тіла при рівноприскореному русі у стані спокою. (Оскільки  $v_0 = 0$ , то  $s = \frac{at}{2}$ ,  $a = \frac{2s}{t^2}..$ )

*Підсумок уроку*

Журі із вчителів та старшокласників оцінює заслуги кожного учасника змагання та переваги кожної команди. Називаються переможці.

*Домашнє завдання*

Повторити розділ «Основи кінематики», усвідомити логіку побудови графіків та засвоїти формули з кінематики.

## "ОСНОВИ КІНЕМАТИКИ. ЗАКОНИ РУХУ"

### Урок гонка-марафон

**Мета.** Узагальнити й систематизувати знання учнів про кінематичні величини і зв'язки між ними; поглибити знання про закони Ньютона; показати Практичне застосування і значення законів класичної механіки; розвивати інтерес до фізики.

**Тип уроку.** Повторювально-узагальнюючий урок.

**Обладнання.** Прилади для демонстрації явища інерції, вільного падіння, гральний кубик, картки із завданнями.

**Методичні поради.** Урок «гонка-марафон» проводиться з використанням правил гри-подорожі. Клас ділиться на дві рівносильні групи-екіпажі: «Кінематика» та «Динаміка». Групи комплектують з учнів, які мають різні навчальні досягнення. Час перебування на зупинках — 3-4 хв. Завдання повинні бути чіткими, за кожну правильну відповідь — 1 бал.

*Хід уроку*

**Учитель.** Урок проведемо у вигляді автомобільної гонки-марафону. Оскільки дистанція велика, у нас буде багато зупинок. І переможе той екіпаж, який за найменший час пройде дистанцію,

тобто набере найбільше балів. Тож побажаємо вам щасливої дороги і перемоги в гонці.

Екіпажі готові? Отож, старт!

### ***Перша зупинка — місто Кмітливих.***

Кожному екіпажу пропонується розв'язати якісну задачу. За кожен прану відповідь — 1 бал.

**Задача 1.** Йде механізований збір урожаю. Із бункера комбайна зерно сиплеться в кузов автомобіля. З якою швидкістю повинен рухатися автомобіль? (З такою самою, як і комбайн.)

**Задача 2.** Чому під час прополювання бур'яни треба витягувати з ґрунту повільно, уникаючи ривків? (Якщо рослину потягти ривком, то внаслідок інерції обірветься, а коріння залишиться в ґрунті.)

### ***Друга зупинка — місто Ерудитів.***

Два учні з колісного екіпажу по черзі підходять до столу і кидають кубик, на гранях якого написані формули. Зачитують формулу на верхній грані кубика і називають фізичні величини, що входять у формулу, та одиниці їхнього вимірювання.

**Учитель.** А зараз перевіримо швидкість вашої реакції. Отже, бліц-запитання. Я називаю фізичну величину, позначення чи формули для яких ви повинні записати на аркуші паперу.

*Завдання для екіпажу «Кінематика»:*

- переміщення ( $\vec{s}$ );
- рівняння рівномірного прямолінійного руху ( $x = x_0 + vt$ )

*Завдання для екіпажу «Динаміка»:*

- прискорення ( $\vec{a}$ );
- другий закон Ньютона ( $\vec{F} = m\vec{a}$ )

### ***Третя зупинка — місто Віршове.***

Один із членів екіпажу зачитує уривок з вірша, а члени другого екіпажу пояснюють, про які механічні явища тут ідеться. Потім екіпажі міняються ролями. Ось приклади таких уривків.

Пливли ми радісно гуртом;

Ті парус прямо нагинали,

Ті одностайно ударяли

Об воду веслами.

*М. Рильський*

*(Взаємодія тіл.)*

В день ясний горіло сонце,

Нерухомо вітер спав.

Нерухомо в мертвій тиші  
Степ незайманий стояв.  
А на півдні за лісами  
Колихалось море трав,  
То над степом буйний вітер  
На шовкових струнах грав.

*О. Олесь*

*(Відносність руху.)*

Усі ми рівні перед ним —  
І світлі, й темні, й русі.  
Коли й на місці на однім,  
То все одно ми в русі.  
А він спішить, а він летить,  
Бо вічності він служить.  
Якщо прогавити хоч мить,  
То вже не надолужить.

*Що це?*

*(Час.)*

***Четверта зупинка — місто Експериментів.***

Один із членів екіпажу за допомогою предметів, що є на столі, демонструє механічне явище (явище інерції, вільне падіння тіл) і пояснює його.

***П'ята зупинка — місто Знавців.***

***Фрагмент гри «Що? Де? Коли?»***

Для екіпажу «Кінематика». Іде із села до села, а з місця й кроку не зробить. Що це? *(Дорога.)*

Для екіпажу «Динаміка». Біжить, біжить, не оглядається. Що це? *(Час.)*

***Шоста зупинка — місто Професійне.***

Кожен екіпаж по черзі має назвати якнайбільше професій, пов'язаних із механічними явищами. Починає той екіпаж, який має менше балів.

***Сьома зупинка — місто Технічне.***

Кожний екіпаж (за переліком назв населених пунктів області) з перших букв їхніх назв має скласти назву приладу, пояснити його будову і принцип дії.

***Восьма зупинка — місто Помилки.***

**Учитель.** Я пояснюю певне фізичне поняття, припускаючись при цьому деяких помилок. Завдання екіпажів — виправити допущені помилки.

*Для екіпажу «Кінематика». Механічний рух — це зміна стану спокою тіла у просторі без зміни часу.*

*Для екіпажу «Динаміка». Прискорення — це скалярна фізична величина, що чисельно дорівнює відношенню зміни переміщення тіла до інтервалу часу, протягом якого ця зміна відбувалася.*

**Дев'ята зупинка — місто Мислителів.**

**Учитель.** У цьому місті кожний учасник марафону розв'язує кількісну задачу. Кількість балів екіпажу складається з оцінок кожного її члена (задачі за складністю мають бути однаковими для усіх членів екіпажу). Складність задач визначає учитель з урахуванням часу перебування екіпажів на зупинці.

**Десята зупинка — місто Фізичне лото.**

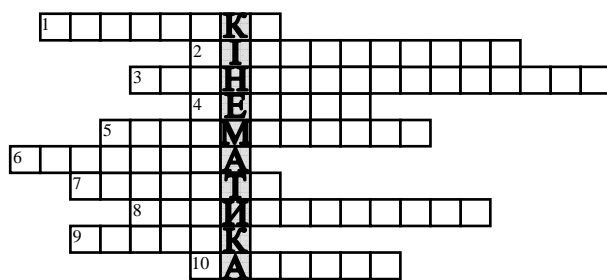
Від кожного екіпажу виходить до столу один його представник і з окремих букв складає назву фізичної величини.

**Фініш — місто Нерозгаданих таємниць.**

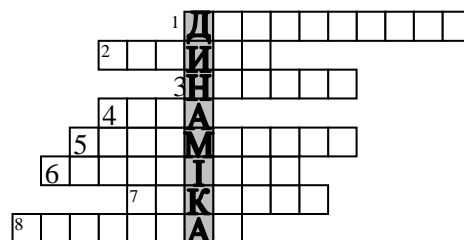
Екіпажі отримують кросворди з ключовими словами «КІНЕМАТИКА» та «ДИНАМІКА», які потрібно якнайшвидше розгадати.

*Кінематика. (мал. 1)*

1. Наука про рух і взаємодію тіл. 2. Назва руху, який вивчається у розділі «Кінематика». 3. Рух, під час якого швидкість тіла змінюється однаково за рівні інтервали часу. 4. Час, протягом якого тіло робить один оберт по колу. 5. Напрявлений відрізок прямої, що сполучає початкове положення тіла з його наступним. 6. Розділ фізики, у якому вивчаються причини зміни стану тіла. 7. Кількість обертів тіла навколо центра обертання за одну секунду. 8. Фізична величина, що дорівнює відношенню зміни миттєвої швидкості тіла до інтервалу часу, протягом якого ця зміна відбулася. 9. Зображення на рисунку, що характеризує зміну координати тіла з часом. 10. Видатний італійський фізик, механік, астроном.



Мал. 1.



Мал. 2.



*Відповідь: 1. Механіка. 2. Рівномірний. 3. Рівноприскорений. 4. Період. 5. Переміщення. 6. Динаміка. 7. Частота. 8. Прискорення. 9. Графік. 10. Галілей.*

*Динаміка. (мал. 2)*

1. Прилад для вимірювання сили.

2. Позасистемна одиниця часу.

3. Один із найвидатніших фізиків і математиків, який сформулював загальні закони механічного руху, відкрив закон всесвітнього тяжіння.

4. Фізична величина, яка спричиняє зміну стану руху тіла. 5. Розділ механіки, що вивчає рух без урахування сил, які його спричиняють. 6. Фізична величина, що показує переміщення тіла за одиницю часу. 7. Одиниця часу в СІ. 8. Проміжок часу.

*Відповідь: 1. Динамометр. 2. Година. 3. Ньютон. 4. Сила. 5. Кінематика. 6. Швидкість. 7. Секунда. 8. Інтервал.*

Перемагає екіпаж, який першим виконає завдання.

*Підсумок уроку*

Учитель аналізує хід гри на кожному етапі. Успіхи оцінюються у балах, які виставляються у журнал. Члени екіпажу, який переміг, нагороджуються призами.

## "МЕХАНІКА — ВАЖЛИВА ЧАСТИНА ФІЗИКИ"

### Урок-гра "Футбол"

**Мета.** Повторити та поглибити знання учнів з розділів «Основи кінематики», «Основи динаміки»; поєднувати спортивний азарт з логічним мисленням, враховуючи інтереси та здібності учнів.

**Тип уроку.** Урок повторення та поглиблення знань.

**Обладнання.** Відповідно до підібраних учителем завдань.

**Методичні поради.** Для проведення даного уроку вчитель та учні мають добре знати правила гри у футбол. Правила проведення уроку-гри «Футбол»

У навчальному кабінеті учні займають місця від середини кімнати так, що «нападаючі» (1-2 учні) команд-суперниць сідають віч-на-віч, за ними сідають гравці «середньої лінії», потім гравці «захисту». На протилежних кінцях місця займають «воротарі».

На початку уроку розігрується право першого «удару» (постановки першого запитання). Надалі під терміном «удар» матимемо на увазі запитання.

Учитель пропонує командам кросворд або ребус фізичного змісту за темою уроку. На його колективне розв'язування відводиться час — до двох хвилин. Право нанести перший удар надається тій команді, яка швидше впоралася із завданням, або дала більше відповідей на кросворд (мал. 1), чи розшифрувала більшу частину ребуса.

Перший удар наносить нападаючий команди із центра поля постановкою запитання. У ході гри «м'яч» весь час змінює напрям руху так, щоб активним учасником гри був кожний учень. Роль нападаючих і роль воротарів, як правило, виконують найкраще підготовлені учні.

Першим удар приймає нападаючий команди-суперниці, а в разі його нездатності за 15 с дати відповідь, м'яч переходить в середню лінію, ще через 15 с. у лінію захисту і нарешті, до воротаря. Якщо і воротар не в змозі відповісти на запитання, головний суддя (*його роль виконує вчитель*) фіксує «взяття воріт». Результат гри записується на дошці (*як на табло*).

Гра продовжується з центра поля. Тепер першим наносить удар нападаючий команди, у чийх воротах побував м'яч.

Якщо на запитання дає відповідь представник середньої лінії, або захисник, то він робить передачу м'яча вперед членам своєї команди постановкою нескладного запитання з таким розрахунком, щоб після відповіді на нього, можна було перевести м'яч на «поле» суперника.

Якщо м'яч відбив воротар, то м'яч поетапно переводиться від нього до піших членів команди в напрямі до суперника шляхом постановки запитання. Якщо член передньої лінії команди не дає вчасно відповідь, то м'яч відкачується назад. Так може тривати аж до воротаря. Якщо ж і воротар не дає відповіді, то зараховується гол «у власні ворота».

У ході гри можливі різні нюанси. Так, наприклад, використання будь-яким гравцем підручника або іншого джерела інформації карається призначенням штрафного удару. Якщо ж такої помилки припускається захисник, то призначається пенальті. Пенальті і штрафний може наносити будь-який учасник команди-суперниці.

Запитання для переводу м'яча з однієї лінії захисту в іншу члени команди готують дома і підготовка гри вважається кращою у тієї команди, яка ґрунтовніше підготує запитання і відповіді на них.

Повторення запитань не допускається. При повторній постановці того самого запитання суддя віддає м'яч супернику у лінію нападу.

При виконанні пенальті м'яч вважається відбитим, якщо воротар дає повну відповідь на поставлене запитання без обдумування. В усіх інших випадках фіксується взяття воріт.

«Спірний м'яч». У ситуації, коли думки про повноту відповіді у суддів розходяться, роз'яснення дає «головний суддя» — учитель. Після цього постановкою до обох команд запитання - м'яч вводиться у гру.

«Кутовий удар». Якщо у звичайній ігровій ситуації гравець лінії захисту чи воротар дали незмістовну чи неповну відповідь (це підтверджує головний суддя), призначається кутовий удар. Кутовий подає запитанням будь-який гравець команди, що в наступі. Якщо гравець команди, що захищається, випереджає своєю відповіддю п'ятнадцяти секундний час, м'яч вважається відбитим від воріт і його подальший рух вперед забезпечують гравці інших ліній. Якщо м'яч після п'ятнадцяти секундного терміну перехоплює інший гравець команди, що наступає, то він пробиває по воротах постановкою запитання воротареві.

Останньому в такій ситуації доводиться демонструвати свою реакцію — відповідати без обдумування. Можливі повторні кутові, за умови описаного вища.

«Аут». Вихід м'яча в аут фіксується у випадках, коли неповну відповідь дають нападаючий або гравець середньої лінії команди, що захищається.

Введення м'яча в гру проводиться постановкою запитання одним із гравців команди, що наступає. Якщо гравець команди, що захищається, не дає своєчасно відповідь, а за нього дає відповідь інший гравець наступаючої команди, то м'яч далі рухається до воріт команди, що захищається. Якщо вчасно відповідь на запитання дає гравець команди, що обороняється, то м'яч вважається відбитим і його просування до воріт суперника продовжують гравці команди, яка щойно захищалася.

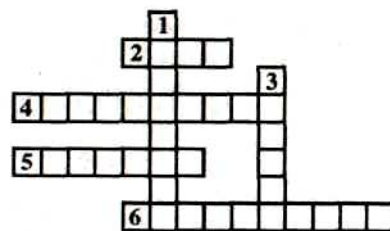
Учитель стежить за ходом гри, роблячи помітки у списку гравців, що дає йому можливість у кінці уроку оцінити працю своїх вихованців. Крім цього, учителеві доводиться:

1. усувати нетактовності в поведінці учнів, оскільки в грі бувають азартні моменти;
2. стежити за чітким використанням ліміту часу;

3. фіксувати і своєчасно реагувати на будь-які порушення правил гри; тримати у своїх руках «важелі управління» грою.

На уроці можна використати такий кросворд. (мал. 1)

*По горизонталі:* 2. Дія одного тіла на інше. 4. Розділ механіки. 5; Явище збереження тілом своєї швидкості. 6. Наука, без якої неможливе розв'язування фізичних задач.



Мал. 1.

*По вертикалі:* 1. Розділ механіки, у якому розглядаються причини зміни руху тіла. 3. Пристрій для переміщення в космічному просторі.

*Відповідь:* 1. Динаміка. 2. Сила. 3. Ракета. 4. Кінематика. 5. Інерція. 6. Математика.

*Деякі із запитань, дібраних учнями для уроку*

1. Чи може тіло рухатися зі значною швидкістю, але малим прискоренням?

2. Як за графіком проекції швидкості визначити величину переміщення при прямолінійному русі?

3. У чому полягає явище інерції?

4. Чи може тіло, на яке діє лише одна сила, рухатися без прискорення?

5. Чи зрівноважують одна одну сили, що виникають при взаємодії двох тіл?

6. Чи впливає обертання Землі навколо осі на силу тяжіння?

7. Як повинна бути напрямлена швидкість космічного корабля у момент його відокремлення від ракети-носія, щоб він почав рухатись по коловій орбіті?

8. Маса Місяця у 81 раз менша від маси Землі. Чому прискорення вільного падіння на його поверхні менше від земного лише в 6 раз?

*Урок-гру «Футбол» доцільно проводити як урок повторення у 9-11 класах.*

Для підсилення атмосфери «футбольного матчу» слід подбати про відповідний музичний супровід уроку, продумати форму підтримки команд уболівальниками та інші елементи уроку.

Перед початком «матчу» слід добре роз'яснити усі правила гри, щоб не виникали в ході уроку небажані суперечки чи інші недоречності.

Урок-гра корисна як учням з низькими навчальними можливостями з фізики (вони очікують допомоги товаришів), так і більш здібним.

Для поживлення гри й оперативного «удару по м'ячу» команди можуть мати на аркушах запитання, заздалегідь записані вдома у час підготовки до уроку.

Для більшої наочності у грі доцільно використати м'яч, який передається від одного гравця до іншого.

## "ДИНАМІКА РУХУ ТІЛА ПО КОЛУ"

### Урок із груповою формою роботи

**Мета.** Поглибити знання учнів та формувати вміння користуватися алгоритмом розв'язування задач із динаміки; узагальнити і систематизувати знання про рух тіла по колу; удосконалювати навички групової та індивідуальної роботи учнів; формувати високі моральні якості: доброзичливість, взаєморозуміння, вміння захищати свою точку зору; розвивати спостережливість, логічне мислення, вміння робити висновки та узагальнення.

**Тип уроку.** Узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** «Мертва петля», конічний маятник, обертовий диск, дзига, стрілки-вектори з магнітами, графіпроектор, плакати, дитяче відерце з водою, до ручки якого прив'язано шнурок, плакат-таблиця «Рух тіла по колу».

**Методичні поради.** На тильному боці лівого крила класної дошки (магнітній дошці) заготовлено рисунки до задач. На тильному боці правого крила дошки зроблено сітку-заготовку для таблиці «Рух тіла по колу». На центральній частині дошки — тема уроку «Динаміка руху тіла по колу». На уроці використовуються методи навчання: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемний, частково-пошуковий та сучасні форми роботи, зокрема, робота в малих групах, діалоги «учитель-учень» та «учень-учень».

#### *Хід уроку*

#### I. Актуалізація опорних знань

**Учитель.** Діти, ви вже знайомі з таким видом руху, як криволінійний і його окремим випадком — рухом тіла по колу. Наведіть, будь ласка, приклади руху тіл по таких траєкторіях.

*Учні наводять приклади.*

**Учитель.** Усі наведені приклади руху тіл можна умовно розбити на декілька груп, в яких рух тіл об'єднаний за зовнішньою ознакою. Знайдіть ці ознаки. Для цього вам дається 3-4 хвилини, щоб попрацювати у групах.

У результаті початкового обговорення розподіляються усі приклади рухів тіл на такі групи:

- рух тіла по горизонтальній площині;
- рух тіла по похилій площині;
- рух тіла у вертикальній площині.

Демонструються досліди і разом з учнями визначається, до якої із трьох названих груп належить рух кожного тіла.

1. Рух тіла, що перебуває на горизонтальному диску, який обертається.

2. Рух іграшкового автомобіля вздовж похилого «треку».

3. Рух конічного маятника.

4. Рух кульки по «мертвій петлі».

5. Обертання кульки на нитці у вертикальній площині.

6. Рух іграшкового поїзда по рейках.

*II. Мотивація навчальної діяльності, повідомлення мети і завдань уроку*

**Учитель.** Назвіть особливості рівномірного руху тіла по колу.

**Учні** 1. Лінійна швидкість тіла, що рівномірно обертається по колу, весь час змінюється за напрямом і в будь-якій точці траєкторії направлена по дотичній до дуги цього кола. 2. Прискорення у будь-якій точці траєкторії перпендикулярне до лінійної швидкості й напрямлене до центра кола.

**Учитель.** А отже,...

**Учень.** Існує сила, що надає цьому тілу доцентрове прискорення (згідно з другим законом Ньютона).

**Учитель.** Мета нашого сьогоднішнього уроку — навчитися у кожному випадку знаходити так звану «доцентрову силу». Це може бути як одна сила, так і геометрична сума декількох сил. У зв'язку із цим ваші дії на уроці будуть такими:

1. Поки роздаю вам диференційовані завдання для роботи в групах, ви у зошити перекреслюєте з дошки заготовку для таблиці «Рух тіла по колу».

2. Ви одержали задачі різноманітні за змістом і рівнем складності. Подумайте, до якої із трьох названих вами груп належить

ваша задача і розв'яуйте її за алгоритмом. Звертаю вашу увагу на такі моменти:

1) учням, у яких тіло рухається під кутом до горизонту, рекомендується розв'язувати задачу методом проектування сил на осі  $X$  та  $Y$ ;

2) на магнітній дошці заготовлено рисунки до задач. Після того, як ви розв'яжете у групі свою задачу, один учень повинен підійти до відповідного рисунка і розставити на ньому векторні стрілки з магнітами, що лежать на столі;

3) під час розв'язування задачі в групі один з вас пише розв'язок на прозорій плівці для того, щоб потім спроектувати його графопроектором, якщо його викличуть. Найскладніші задачі будуть записувати на дошці.

### *III. Самостійна робота учнів*

У той час, поки учні розв'язують задачі у групах та індивідуально, вчитель перевіряє, як іде розв'язування задач або допомагає учням залежно від ситуації, що склалася при розв'язуванні конкретної задачі.

Задачі можуть бути такі, які пропонуються нижче.

**Задача 1.** Яким повинен бути мінімальний коефіцієнт тертя ковзання між шинами автомобіля і асфальтом, щоб автомобіль міг пройти горизонтальне заокруглення радіусом 200 м зі швидкістю 100 км/год?

*Відповідь.*  $=0,4$ .

**Задача 2.** Людина стоїть на краю горизонтальної платформи радіусом 4 м. Скільки обертів за хвилину повинна робити платформа навколо вертикальної осі, щоб людина почала зісковзувати з неї при коефіцієнті тертя 0,27?

*Відповідь.* 7,77 об/хв.

**Задача 3.** По опуклому мосту, радіус якого 90 м, зі швидкістю 54 км/год рухається автомобіль масою 2 т. Визначити силу тиску автомобіля на середину моста.

*Відповідь.* 15 кН.

**Задача 4.** Літак летить зі швидкістю 1000 км/год. Враховуючи, що людина може перенести п'ятикратне збільшення ваги, визначити, який радіус траєкторії пікірування за такого перевантаження.

*Відповідь.*  $=1,6$  км.

**Задача 5.** Який найменший радіус кола, по якому може проїхати ковзаняр, що рухається зі швидкістю 20 км/год, якщо коефіцієнт

тертя ковзання між ковзанами і поверхнею льоду 0,20? Який найбільший кут відхилення ковзаняра від вертикалі, при якому він не падає?

*Відповідь.* 15,75 м; 11,3°.

**Задача 6.** Якою повинна бути лінійна швидкість точки на екваторі Землі при її обертанні навколо своєї осі, щоб вага людини, що перебуває на екваторі, дорівнювала нулю?

*Відповідь.* 7,9 км/с.

#### IV. Узагальнення і систематизація навчального матеріалу

Через 15-17 хвилин після початку роботи учні представляють розв'язки своєї задачі. На дошці залишаються розв'язки 2-ї і 5-ї задач.

**Учитель.** Ви прослухали аналіз розв'язків різних задач. Зверніть увагу на рисунки і скажіть:

- 1) що є «доцентровою силою» у кожній задачі?
- 2) вкажіть причину виникнення «доцентрових сил».

Вивішується плакат, який допомагає учням більш наочно усвідомити, про що йдеться.

У результаті бесіди доходимо висновку, що так звану «доцентровою силою» може бути як одна сила (тертя або пружності), так і геометрична сума кількох сил (*найчастіше — це сила тяжіння і реакція опори або сила пружності*).

Тепер у заготовці таблиці учні виконують рисунки і заповнюють верхню частину таблиці до формул. Решту таблиці вони заповнюють удома самостійно.

**Учитель.** Ми з вами проаналізували кінцеві формули для всіх трьох груп задач. Визначили умови залежності доцентрового прискорення від різних параметрів.

Зробимо узагальнюючий висновок.

**Учні.** Доцентрове прискорення зростає при:

- а) збільшенні швидкості обертання тіла;
- б) зменшенні відстані тіла від осі обертання.

**Учитель.** Що відбуватиметься, якщо «доцентрова сила» стане менша за величину  $\frac{mv^2}{R}$  ?

**Учні 1.** Тіло переміщатиметься по інерції в точки, більш віддалені від осі обертання. 2. Тіло або його частина може відірватися і полетіти по дотичній до кола.

**Учитель.** При цьому зберігається площа руху тіла. Ця властивість використовується в іграшці дзига і дуже важливого



приладі — гіроскопі, у навігаційних приладах (гірокомпас), а також для стабілізації руху літаків (автопілот), ракет, морських суден тощо. Учитель розповідає про їхню будову і застосування.

V. *Застосування знань у стандартних та нестандартних ситуаціях*

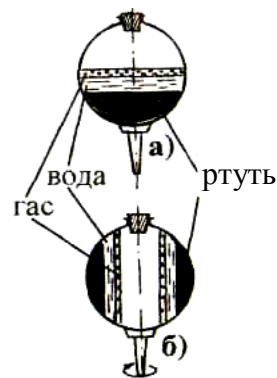
**Учитель.** Повернемося до задачі б. Виявляється, якби наша Земля оберталася навколо осі у 17 разів швидше, то ми нічого не важили б. Можна було б, підстрибнувши, стартувати у космос. А як же в реальних умовах? Де — в екваторіальній чи приполярній зоні — енергетично більш вигідно стартувати космічним кораблям?

Як не дивно, у техніці дуже широко застосовуються машини і механізми, що пристосовують у своїй роботі саме ті випадки, коли сила пружності, що виникає при обертанні, недостатня, щоб втримати тіло або його частину, даній відстані від осі обертання. Це так звані «відцентрові» машини і механізми.

1. Це добре відомі центрифуги у пральних машинах. Поясніть, будь ласка, Принцип їхньої роботи.

2. Розділення рідин різної густини (мал. 1,а). Запитання: Чому при обертанні посудини рідина змінює своє положення? Як розміщується рідина при обертанні посудини?

**Учні.** Ми знаємо, що для втримування частини обертового тіла на певній відстані потрібна «доцентрова сила», що прямо порційна масі частини. Маса частин, в даному випадку рідини, прямо пропорційна густині речовини. Оскільки густина ртуті найбільша, то для руху її частинок по колу заданого радіуса їм необхідно більша «доцентрова сила». Але оточуючі її частинки речовини не можуть створити необхідну



Мал.. 1.

«доцентрову силу», тому частинки ртуті зміщуються до стінок посудини, реакція яких і створює необхідну доцентрову силу. От рідини розмістяться від осі обертання у такому порядку: гас, вода, ртуть (мал. 1,б). (У сильному класі бажано одержати таку відповідь у формі діалогу між учнями. У середньому — «учитель —учні». Іноді вчитель сам дає повне пояснення.)

3. Вивішується плакат, на якому зображено сепаратор. Учитель пояснює його будову. Запитання: Через верхній чи нижній зливний отвір течуть вершки при роботі сепаратора? Чому?

V. *Домашнє завдання*

Закінчити заповнення таблиці. Розв'язати задачі (за вибором учителя). Виконується дослід. Відерце з водою обертається на шнурку. Вода не виливається. Вдома треба дослід повторити і встановити:

- a) чи залежать результати дослідів від маси води;
- b) обчислити лінійну швидкість руху середньої частини відра зробивши необхідні виміри.

## **"РЕАКТИВНИЙ РУХ. РОЗВИТОК КОСМОНАВТИКИ. ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ УЧЕНИХ У РОЗВИТОК КОСМОНАВТИКИ"**

### **Урок-занурення**

**Мета.** З'ясувати поняття «реактивний рух», розглянути будову і рух ракети; поглибити знання учнів про закон збереження імпульсу; розкрити ідею К. Е. Цюлковського та українських учених про використання ракет для космічних польотів; виховувати у дітей почуття патріотизму і гордості за вітчизняних учених.

**Тип уроку.** Урок вивчення нового навчального матеріалу.

**Обладнання.** Сегнерове колесо, посудина з водою, таблиці, плакати, кінофільм «Політ космічного корабля», графо-проектор.

**Методичні поради.** На даному уроці важливо не лише вивчати реактивний рух, але й заглибитися («зануритися») в історію розвитку космонавтики та освоєння космічного простору. Попередньо учні мають підготувати короткі повідомлення.

#### *Структура уроку*

- I. Актуалізація опорних знань (5 хв.).
- II. Вивчення нового матеріалу (30 хв.).
- III. Підсумок та закріплення вивченого матеріалу (8 хв.).
- IV. Домашнє завдання (2 хв.).

#### *Хід уроку*

- I. Актуалізація опорних знань учнів

Актуалізація опорних знань здійснюється у формі короткочасної самостійної роботи. За допомогою графопроектора проектується завдання самостійної роботи.

#### *Варіант I.*

1. Імпульсом тіла називають добуток ... на ....
2. Імпульс сили вимірюють у ...
3. Вектор імпульсу тіла напрямлений так, як ...

4. Дописати формулу:  $\vec{F}\Delta t = \dots$
5. Невагомість — це ...
6. Закон збереження імпульсу читається так: ...

*Варіант II.*

1. Імпульсом сили називають добуток ... на ....
2. Імпульс тіла вимірюють у ...
3. Вектор імпульсу сили напрямлений так, як....
4. Дописати формулу:  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \dots$
5. Перевантаження — це....
6. Замкнутою системою тіл називається...

*II. Вивчення нового матеріалу*

Цікавим і важливим випадком прояву і практичного використання закону збереження імпульсу є так званий реактивний рух. Сьогодні ми з'ясуємо, що таке реактивний рух, які особливості цього руху, де широко використовується цей рух.

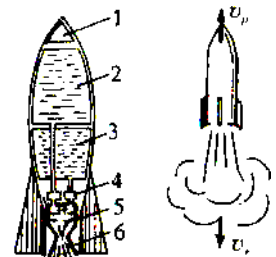
Ми вже знаємо, що тіла утворюють замкнену систему, якщо вони взаємодіють лише одне з одним. Не змінюючи механічного стану системи в цілому, взаємодія може призводити до зміни механічного стану тіл, які її утворюють. Реактивним називається рух, який відбувається внаслідок відділення частини системи.

Особливість цього руху полягає в тому, що прискорення чи гальмування тіла відбувається без будь-якої взаємодії з навколишніми тілами. Де можна побачити реактивний рух? Звернемося до досліду. *(Проводиться дослід зі сегнеровим колесом. Учитель звертає увагу на те, що рух колеса починається тоді, коли виливається вода, а взаємодіють, тут колесо і вода.)*

*А де ви вже могли бачити такий вид руху? (Учні відповідають: поливання клумби; рух медуз, кальмара, «скаженого» огірка.)*

Але особливо широкого застосування такий рух набув у ракетній техніці. Розглянемо будову реактивної ракети. *(Вивішується схема будови ракети.)* Вона складається з таких основних частин (мал. 1):

1. - головна частина ракети (корисний вантаж: наукові прилади, космонавти);
2. - паливо;
3. - окислювач;
4. - насоси;
5. - камера згоряння;
6. - реактивне сопло.



Мал. 1 Мал. 2.

Учитель звертає увагу на призначення кожної частини. Газ, що утворюється у камері згоряння, і корпус ракети — це система двох взаємодіючих тіл.

Газ є відокремлюваною частиною ракети.

Перед стартом ракети її імпульс відносно Землі дорівнює нулю. Внаслідок взаємодії з корпусом ракети газ, що викидається через сопло, дістає деякий імпульс. Поки що вважатимемо, що сили притягання до Землі немає. Тоді ракета буде замкнутою системою, тому її загальний імпульс і після запуску повинен дорівнювати нулю. Отже, оболонка ракети з усім, що є в ній, також дістане імпульс, який за модулем дорівнює імпульсу газу, але протилежний за напрямом.

Припустимо спочатку, що весь газ, який утворюється під час згоряння палива, викидається з ракети вмить, а не поступово. Тоді внаслідок взаємодії і газ, і ракета набувають певної швидкості, а значить, мають імпульс (мал. 2):

$$m_p \vec{v}_p + m_r \vec{v}_r = 0; \quad m_p \vec{v}_p = m_r \vec{v}_r.$$

**Звідси:**  $v_p = v_r \frac{m_r}{m_p}.$

З останньої формули бачимо, що швидкість корпусу тим більша, чим більше відношення маси газу до маси корпусу ракети.

Насправді, якщо, наприклад, швидкість газів 2000 м/с, то щоб швидкість ракети дорівнювала 8000 м/с, потрібно, щоб відношення  $\frac{m_r}{m_p} = 55$ , а якщо ракета летітиме на іншу планету і повертатиме назад,

то маса палива повинна бути в 1000 разів більша за масу корпусу.

На відміну від інших транспортних засобів, ракета може рухатись, не взаємодіючи з жодними іншими тілами, крім продуктів згоряння палива, що містяться в ній самій. Саме тому ракети використовують для запуску штучних супутників Землі та космічних кораблів, а також для їхнього переміщення в космічному просторі. Там їм немає на що спиратися і ні від чого відштовхуватись, як це роблять земні засоби транспорту. У разі потреби ракету можна гальмувати. Саме так роблять космонавти, коли після закінчення польоту вони гальмують, щоб повернутися на Землю. Зрозуміло, що для цього газ із сопла повинен вилітати в той самий бік, куди рухається ракета.

Ідею використання реактивних двигунів для космічних польотів запропонував М. І. Кибальчич, наш український учений. Ми більше

знаємо його як революціонера-народовольця. Особлива його біографія. (Учень зачитує коротку біографію.)

**Микола Іванович Кибальчич** — відомий революціонер, учений, народився у 1854 році в місті Короп на Чернігівщині. Закінчивши школу, їде в Петербург, де вступає до Політехнічного інституту. Зразу ж поринає в революційне життя. Бере участь у роботі газолaboratorії в Петропавлівській фортеці. Працює над виготовленням пороху, снарядів і різних вибухових бомб.

Це було на той час новим у науці. Розробляє проект бомби, якою було здійснено замах на царя Олександра II.

Перебуваючи у камері, він написав трактат, де навів рецепт реактивного палива, повністю розробив подачу і згоряння палива в ракеті, розробив багатоступінчасті та багатокамерні ракети, запропонував змінювати кут нахилу двигуна і в такий спосіб керувати рухом ракети. У 1881 році у 27-річному віці був страчений за участь у замаху на Олександра II.

Ідею Кибальчича продовжили українець Ю. В. Кондратюк та К. Е. Ціолковський. Хто такий Юрій Кондратюк? (Учень зачитує коротку біографію.)

**Юрій Васильович Кондратюк** (мал. 3) народився 1897 року у Полтаві. Справжнє ім'я — Олександр Гнатович Шаргей. Навчався в Полтавській гімназії, яку закінчив з відзнакою. У 1916 році вступає до Петербурзького політехнічного інституту. Проте через рік його забирають у Білу армію. Служить на Кавказі.



Мал. 3.

Але у 1920 році, щоб уникнути переслідувань, він змінює своє ім'я і прізвище, кидає армію і працює слюсарем. Проте весь час продовжує займатись фізикою.

У 1925 році він закінчує роботу про міжпланетні подорожі. Ця робота отримала високу оцінку професора Ветчинкіна, але не була надрукована. У 1927 році працює в Новосибірську техніком-механіком.

У своїй праці він вперше запропонував проект міжпланетного космічного корабля, вивів рівняння його польоту, запропонував ідею багатоступінчастих ракет для польотів на інші планети.

Після польоту до планети ракета, за ідеєю Ю. Кондратюка, ділиться на дві частини, одна з яких рухається навколо планети, а інша здійснює посадку. Саме ця ідея була використана

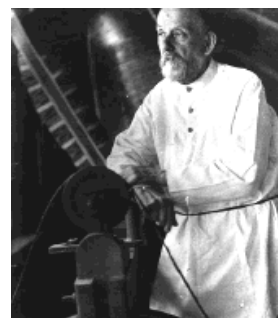
американськими вченими при польотах кораблів «Аполлон» на Місяць у 1969 році.

Юрій Кондратюк розробив ідею теплового захисту космонавта, ідею ракетних космічних баз, які широко використовують у сучасній космонавтиці. Але у 1930 році за доносом він і його товариші були заарештовані «за шкідництво». У 1932 році Орджонікідзе оголошує конкурс на кращий проект вітрової електростанції. Проект Ю. Кондратюка було визнано кращим і його було звільнено з-під арешту.

Пізніше Ю.Кондратюк бере участь у розробці проекту телевізійної вежі (за цим проектом була згодом побудована *Останкінська вежа*). У 1941 році Ю. Кондратюк йде на фронт рядовим у роту зв'язку, а 23 лютого 1942 року він загинув під час оборони Москви.

Але так склалось, що основоположником космонавтики вважається К. Е. Ціолковський (коротку біографію зачитує учень).

**Костянтин Едуардович Ціолковський** (мал. 4) народився у 1857 році в Калузі. Це видатний російський учений і винахідник, основоположник космонавтики. Він розробив проекти суцільнометалевого дирижабля змінного об'єму, суцільнометалевого літака, до якого конструктори прийшли через 20 років. Він висунув ідею використання ракет для польотів у космос.



Мал. 4.

Саме в галузі космічних польотів К. Ціолковський здобув важливі результати. Запропоновані ним ідеї, що стосуються ракет, ракетних двигунів, космічних польотів, мали великий вплив на розвиток космонавтики.

Але здійснити мрію цих учених удалося С. П. Корольову. (Коротку біографію зачитує учень.)

**Сергій Павлович Корольов** (мал. 5) народився 12 січня 1907 року у Житомирі. У 1924 році закінчив першу Одеську будівельну профшколу і восени того ж року був зарахований на перший курс Київського політехнічного інституту, а через два роки перейшов на навчання до Московського вищого технічного училища, яке закінчив у 1930 році.



Мал. 5.

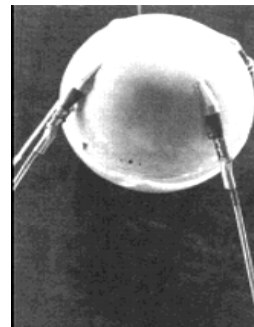
С. П. Корольов — конструктор низки оригінальних планерів. Особистий контакт з Ціолковським, знайомство з його творами сприяли початку фундаментальних

наукових досліджень у галузі ракетної техніки. З 1934 року Корольов очолює відділ ракетних літальних апаратів. Розробляє низку проектів керованих ракет, ракетопланів, балістичних ракет. Він — найвидатніший конструктор ракетно-космічних систем.

Створив велику наукову школу. Автор численних наукових праць. Двічі удостоєний Ленінської премії (1956, 1961 рр.), йому присвоєно звання Героя соціалістичної Праці. Помер 14 січня 1966 року, похований на Червоній Площі у Кремлівській стіні.

Пригадаємо деякі факти, що висвітлюють етапи освоєння космосу (*користуємось таблицею «Освоєння космосу» та плакатами із портретами С. Корольова, Ю. Гагаріна, (мал. 7) В. Терешкової, зображеннями зовнішньої форми перших ШСЗ, (мал. 6).*

4 жовтня 1957 року — перший ШСЗ піднявся на висоту 947 км, викликав захоплення всього світу: 92 дні він літав навколо нашої планети.



Мал. 6.

3 листопада 1957 року — другий ШСЗ з собакою Лайкою літав 5 місяців 11 днів. Цей політ показав, що живі організми можуть жити в космосі.

15, серпня 1960 року — космічний корабель з двома собаками Білкою і Стрілкою та іншими живими організмами — мишами, живими рослинами — зробив 17 обертів і благополучно приземлився.



Мал. 7.

Проте світ чекав нового досягнення. І ось 12 квітня 1961 року о 9 год 7 хв. за московським часом корабель «Восток» з людиною на борту піднявся у космос. Облетівши планету, він повернувся на Землю.

Політ тривав 108 хвилин. Піонером освоєння космосу був Юрій Гагарін. (*Ведеться коротка розповідь про космонавта, демонструється література про Ю. Гагаріна.*)

Червень 1963 року — вперше жінка в космосі. Груповий політ В. Терешкової і В. Биковського.



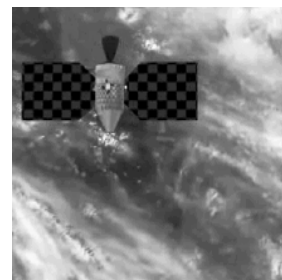
Мал. 8.

21 липня 1969 року — висадка людей на Місяць. Першими астронавтами, які побували на поверхні Місяця, були американці Нейл Армстронг і Едвін Олдрін. (мал. 8)

Уже у 1967 році навколо Землі, Місяця і Сонця оберталося 1200 ШС, а в 1975 році — 7000. У 1986 році два радянські космічні кораблі «Вега-1» і «Вега-2» з близької відстані дослідили комету Галлея, що наближається до Сонця кожні 76 років.

Сьогодні працюють цілі космічні лабораторії, у світі близько 250 космонавтів, рекордне перебування людини в космосі — 366 днів.

Що ж дає запуск цих космічних апаратів, яке призначення, які земні професії виконують ШСЗ? *(Переглядаємо фрагмент кінофільму «Політ космічного корабля».)* Після перегляду разом з учнями робимо підсумок, що за допомогою ШСЗ здійснюють:



Мал. 9.

1. метеорологічні дослідження (температуру, снігові й пилові бурі, магнітне поле Землі, радіаційні пояси);

2. наукові дослідження планет, супутників, Сонця, комет, верхніх шарів атмосфери;

3. радіо - і телезв'язок, комунікаційні канали зв'язку.

### III. Підсумок та закріплення вивченого матеріалу

Пропонується учням уявити, що їм сниться сон, ніби вони перебувають в космічному кораблі на навколосемній орбіті. Прокинувшись і подивившись у ілюмінатор, бачать, що корабель рухається, а шуму моторів не чути. Перевіривши, переконались, що супутник рухається без допомоги двигунів.

#### Запитання:

1. Яка сила утримує ШСЗ на орбіті навколо Землі? *(Сила тяжіння Землі, яка є доцентровою силою (мал. 9.)*

2. А чи можна створити супутник, який рухатиметься навколо Землі дуже довго без двигунів? *(Так, але треба, щоб було достатньо високо, де немає атмосфери Землі.)*

3. Чому тіла в супутнику перебувають у стані невагомості? *(Бо вони і супутник рухаються з однаковим за модулем прискоренням.)*

4. У космічному кораблі є металева посудина з питною водою. У дні посудини зроблено отвір. Що буде з водою? *(Вода не буде вилитись.)*

5. Як в умовах невагомості перелити воду з однієї посудини в іншу? *(Видавити стисненим повітрям або натиснути на стінки посудини, якщо вони еластичні.)*



6. У космічному кораблі, що рухається по орбіті, у банку з водою вкинули металевий ключик. Чи потоне він? Чому? (*Ні.*)

7. Чи можна звичайним термометром користуватись на ШСЗ? (*Так.*)

8. Яким годинником можна користуватись у ШСЗ: пісочним, маятниковим чи пружинним? (*Пружинним.*)

9. Астронавти здійснюють політ із Землі на Місяць. Протягом якого часу вони будуть у невагомості? (З моменту вимкнення двигунів після вильоту з поверхні Землі до моменту ввімкнення перед посадкою.)

10. Два ШСЗ різної маси запущено на однаковій висоті над поверхнею Землі. Чи однакові у них модулі швидкостей? Чому? (*Від маси швидкість не залежить.*)

Дякуємо учням за активну участь у «космічній подорожі». Особливо тим, які були активними під час розгляду запитань, а також учням, які підготували повідомлення про визначних українських учених.

#### *IV. Домашнє завдання*

§§42,43. Підготувати розповідь про першого космонавта незалежної України Леоніда Каденюка (*за бажанням, 1-2 учні*).

## **"ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ УЧЕНИХ У РОЗВИТОК КОСМОНАВТИКИ"**

### **Урок-конференція**

**Мета.** Поглибити знання учнів про розвиток ракетно-космічної техніки; ознайомити учнів з досягненнями українських учених у галузі космонавтики; розвивати інтерес до науки; вчити учнів самостійно працювати з науково-популярною та довідниковою літературою; формувати почуття патріотизму й національної гордості.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Портрети українських учених, тематична газета, виставка учнівських малюнків на тему: «Крізь терни — до зір», діафільми, діапозитиви за даною тематикою, музичні записи пісень на космічну тематику.

**Методичні поради.** Для оформлення кабінету фізики (залу) бажано підготувати плакати, використавши вислови: «Людство не лишатиметься вічно на Землі, а в погоні за світлом і простором

спочатку несміло проникне за межі атмосфери, а потім завоює собі весь навколосонячний простір» (К. Е. Ціолковський).

«Щоб бути успішним у житті, треба довести, що ти умієш щось зробити. Людині, яка вже досягла чого-небудь у житті, — довіряють і дають усе нові й важчі завдання» (*Ігор Богачевський*).

«Один дивак запитав... і замислився мудрець: «Чому в космосі, заповненому мільярдами гарячих зір, неймовірний холод? » та інші.

У перерві між першим і другим відділеннями можна провести бліц-вікторину «Запитання — відповіді». Можливий такий спосіб її проведення: запитання вікторини написати на окремих картках, вказавши на них число балів, якими оцінено повні відповіді. Учневі, який перший вийшов відповідати, надається право брати картки із запитаннями і відповідати на них доти, доки він відповідатиме правильно. Як тільки він виявить незнання, виходить другий учень і т. д. Якщо правильну відповідь не можуть дати учні, це робить учитель (*ведучий*).

Учитель може дібрати складніші задачі й запитання, тоді проведення бліц-вікторини варто готувати заздалегідь. Задачі й запитання помістіть у стінній газеті «Юний фізик» за 10-15 днів до конференції під заголовком «Подумай вдома». Зауважте, що ці завдання входять до програми фізичної конференції. Кожне завдання оцініть у балах. Учні готують відповіді на окремих аркушах паперу із зазначенням прізвища й класу. Правильність відповідей за 2-3 дні до конференції перевіряє учитель. Журі оцінює відповіді учнів і нараховує бали. Голова журі (*учитель*) оголошує результати проведеної бліц-вікторини. Переможці нагороджуються.

Якщо конференція проводиться для кількох паралельних класів, то бажано мати спарений урок.

#### *Програма конференції*

##### I. Відділення

##### I. Розвиток ракетно-космічної техніки

##### 1. Вступ.

2. Видатний творець практичної космонавтики — академік Сергій Корольов.

3. Михайло Янгель — творець ракетно-космічної техніки.

4. Володимир Челомей — «батько» ракети-носія «Протон».

5. Валентин Глушко — конструктор рідинних ракетних двигунів.

##### II. Бліц-вікторина: «Запитання — відповіді»

II. Відділення

III. Піонери теоретичної космонавтики

1) Олександр Засядько — видатний конструктор бойових ракет.

2) Костянтин Костянтинів — послідовник О. Засядька.

3) Михайло Кибальчич — талановитий винахідник, автор проекту оригінального літального апарата з реактивним двигуном.

4) К. Е. Ціолковський — фундатор теоретичної космонавтики.

5) Юрій Кондратюк — «завойовник міжпланетних просторів».

6) Михайло Яремович та Ігор Богачевський — творці міжпланетних станцій.

IV. Підсумок (заключне слово вчителя)

*Хід уроку*

I. *Відділення*

I. *Розвиток ракетно-космічної техніки*

**Вступ** (слово вчителя або ведучого в супроводі запису пісні чи інструментальної п'єси).

Вступ людства в космічну еру був підготовлений всією його попередньою, жагою пізнати нове, раніше невідоме.

Запитання: «Що там за горизонтом?» — ніколи не давало людям спокою. Намагаючись відповісти, людина не шукає матеріальних благ, нею керує сила цікавості, прагнення до пізнання невідомого.

Якщо експедиція Колумба відкрила новий континент, назва якого Америка, ГО космічні дослідження відкрили для людства в мільярди разів більший «континент» — космос з усіма його планетами, зорями та іншими утвореннями. Це відкриття настільки велике, що у майбутньому змінить долю людства.

Космонавтика — це одна з тих галузей науки і техніки, куди можуть безмежно вкладатися людські знання. Подальший розвиток космонавтики приведе до злету інтелектуальної й матеріальної могутності людства.

Свій внесок у розвиток космічних досліджень зробили вчені різних країн і народів. Сьогодні слово про українців — творців ракетно-космічної техніки. Коли йдеться про розвиток ракетно-космічної техніки в колишньому СРСР, то, як правило, світ пов'язує це з ім'ям видатного творця практичної космонавтики академіка Сергія Корольова, під керівництвом якого був запущений перший в історії людства штучний супутник Землі.

Його, до речі, сприймають як представника російського народу, мало хто знає, що Сергій Корольов — українець. Свою належність до українського народу він засвідчив власноручно, заповнюючи анкету при вступі до Київського політехнічного інституту в 20-х роках.

**Перший учень.** Народився **Сергій Павлович Корольов** (мал. 1) (родове прізвище *Королів*) у Житомирі 12 січня 1907 року, у 1924 році закінчив першу Одеську будівельну профшколу, два роки навчався на механічному факультеті Київського політехнічного інституту, пізніше перевівся на навчання до Московського Вищого технічного училища, яке закінчив у 1930 році. Почав працювати в Центральному аеродинамічному інституті (ЦАДІ) на посаді старшого інженера, потім — керівника



мал. 1.

групи з вивчення реактивного руху. У цей час розробив низку оригінальних конструкцій. Особисті контакти з К. Е. Ціолковським, вивчення його праць у галузі аеродинаміки, ракетної техніки й теорії міжпланетних сполучень, спільна праця з одним із основоположників і винахідників у галузі ракетної техніки Ф. А. Цандером сприяли початку фундаментальних наукових досліджень Корольова в галузі ракетної техніки. У 1934 році вийшла його праця «Ракетний політ у стратосфері», яку К. Е. Ціолковський назвав розумною, змістовною, корисною. Корольов розробив багато проектів керованих ракет, ракетопланів, балістичних і геофізичних ракет, ракет-носіїв тощо. Протягом багатьох років спрямовував роботу провідних науково-дослідних конструкторських колективів на розв'язання грандіозних комплексних завдань у ракетній та космічній техніці.

С. П. Корольов — найвидатніший конструктор ракетно-космічних систем, які забезпечили дослідження космічного простору, а саме: першого штучного супутника Землі, який поклав початок космічній ери; наступних супутників, що ознаменували початок нової епохи у вивченні фізичних властивостей космічного простору. Це перший політ до Місяця і фотографування його зворотного боку; це космічний корабель «Восток», на якому 12 квітня 1961 року Ю. О. Гагарін уперше здійснив сміливу мрію людства — політ за межі атмосфери; це космічний корабель «Восток», на якому 10 березня 1965 року О. А. Леонов здійснив перший вихід людини у відкритий космічний простір.

**Ведучий.** Так, Сергій Корольов, уродженець Житомира, належить до найвидатніших українців, ім'я якого навічно вписане золотими літерами в історію світової цивілізації. Його титанічний подвиг для майбутнього людства був можливий за чіткої й злагодженої роботи багатьох колективів, на чолі яких стояли й інші наші земляки. У зв'язку з цим насамперед хотілося б назвати академіка Михайла Янгеля.

**Другий учень.** Народився **Михайло Янгель** 7 листопада 1911 року у селі Зирянове Іркутської області в родині переселенців із Чернігівщини. Закінчив у 1937 році Московський авіаційний інститут. Тема його дипломного проекту: «Висотний винищувач з герметичною кабіною». Керівник роботи, відомий авіаконструктор Полікарпов, так зацікавився цією працею студента, що дав пряму вказівку помічникам: «Не впустіть цього студента. В науку він іде слідами Ломоносова. Подумайте, чим допомогти йому, що треба зробити, аби він залишився після закінчення інституту працювати в КБ».



Мал. 2.

Через рік молодого інженера Михайла Янгеля направили до Америки для ознайомлення з рівнем розвитку авіаційної техніки. Через деякий час він повертається на батьківщину і після закінчення у 1952 році Академії авіаційної промисловості очолює науково-дослідний інститут.

Через два роки Янгель повертається на землю своїх батьків, з 1954 року йому доручають керувати КБ в Дніпропетровську. Тут, на «Південмаші», Михайло Кузьмич створив новий напрямок і свою школу з конструювання ракет і космічних апаратів різного призначення, зробив вагомий внесок у вивчення верхньої атмосфери та навколишнього космічного простору за програмою «Космос», «Інтеркосмос» і, звичайно, окрема сторінка його діяльності - це грізні бойові ракети.

Ім'ям Михайла Янгеля названо кратер на Місяці, а Федерація космонавтики колишнього СРСР встановила іменну медаль, присвячену нашому видатному співвітчизнику. Пам'ятає про свого сина й Україна. Його ім'ям названо вулиці в Києві, Дніпропетровську, Харківський інститут радіоелектроніки та завод «Південмаш», що у Дніпропетровську.

**Ведучий.** До цієї славної плеяди творців космічної техніки належить ще Один наш земляк — академік Володимир Челомей —

«батько» ракети-носія «Протон», за допомогою якої були виведені в космос космічні кораблі «Союз», «Мир», «Прогрес», автоматичні станції «Вега» для вивчення Венери, комети Галлея.

**Третій учень.** Народився Володимир Миколайович Челомей 30 червня 1914 року в місті Сідлець на Українському Підляшші (тепер — Польща) в учительській родині. Дитинство і юність пройшли в Полтаві, з 1926 року його життя пов'язується з Києвом, куди переїхали батьки.

У 1937 році Володимир Миколайович Челомей закінчив з відзнакою Київський авіаційний інститут. Наукою почав займатися ще студентом. Щасливе поєднання глибокого теоретичного проникнення з чудовою винахідливістю інженера особливо яскраво проявилось під час його роботи в галузі ракетної техніки. Працюючи в Центральному інституті авіаційного машинобудування, він втілює свою студентську мрію — створює новий тип двигуна, який знайшов широке використання в крилатих ракетах та інших реактивних устатках. Володимир Миколайович є автором нової ідеї розкриття крила ракет у повітрі, технічне вирішення якої визнане зараз у всьому світі.

У 1959 році Челомея призначають генеральним конструктором КБ, де за участю суміжних організацій була створена ракета-носіє «Протон», що знаменувало собою початок нового етапу в освоєнні космосу. Згодом у цьому ж КБ були створені станції серії «Салют», ракети-носії та штучні супутники Землі «Політ», «Космос» та ін.

Протягом багатьох років В. Челомей викладав теорію коливань і механічних процесів, керував відповідною кафедрою у Московському Вищому технічному училищі ім. М. Е. Баумана, де проявив себе блискучим популяризатором науки. З 1974 року В. Челомей — член Міжнародної академії астронавтики.

**Ведучий.** До піонерів ракетно-космічної техніки ми відносимо й видатного українця — Валентина Глушка.

**Четвертий учень.** **Валентин Петрович Глушко** (мал. 3) народився 2 вересня 1908 року в Одесі. Космонавтикою почав цікавитися ще з 13-річного піку, а з 15-ти років уже листувався з К. Ціолковським. А ще через рік Глушко публікує свої науково-популярні та наукові статті з космонавтики.



Мал. 3.

Закінчивши Ленінградський університет, В. Глушко почав працювати в Газодинамічній лабораторії в місті над Невою, де сформував колектив з розробки ракетних двигунів та ракет на рідкому паливі. Організований ним колектив створював нові конструкції в Реактивному науково-дослідному інституті (1934-1938 рр.), який у 1941 році був реорганізований в Особливе КБ. У ньому Валентин Глушко був спочатку Головним, а з 1974 року і до кінця свого життя — Генеральним конструктором.

Основні теоретичні й експериментальні дослідження Валентина Петровича Глушка були націлені на створення й розвиток рідинних ракетних двигунів та космічних апаратів. Він створив перший у світі електротермічний ракетний двигун, перші в СРСР рідинні ракетні двигуни, рідинні ракети РЛА.

Під керівництвом В. Глушка створено двигуни, які встановлювалися на ракетах-носіях «Восток», «Космос», «Протон».

## II. Бліц-вікторина «Запитання — відповіді»

1. Члени екіпажу «Аполлон-12» А. Конрад і А. Бін розповідали, що на поверхні Місяця легко втратити рівновагу. Як це пояснити? (*Сила тяжіння на Місяці у шість разів менша від земної. Отже, у шість разів менша і сила тертя.*)

2. У романі Ж. Берна «Від Землі до Місяця» описано політ групи дослідників на Місяць у величезному снаряді, який вилетів зі ствола спеціально побудованої гармати зі швидкістю приблизно 16 км/с. Чи можливо здійснити такий політ на Місяць? (*Неможливо. Процес проходить дуже швидко, прискорення дуже велике. Таких перевантажень людина не витримає. Крім того, пороховий заряд дає змогу розвинути швидкість лише близько 3 км/с.*)

3. Серце космонавта в умовах невагомості працює зі значно меншими витратами енергії, ніж у звичайних умовах. Як це пояснити? (*Відсутній гідростатичний тиск стовпа крові, який долає серце у звичайних умовах.*)

4. Космонавт у кабіні автоматичної станції (АС) перебуває у стані невагомості. Що буде з космонавтом, якщо він повиснувши в кабіні, почне робити колові рухи рукою? (*Згідно з законом збереження імпульсу тіло космонавта почне обертатися у протилежний бік.*)

5. Космонавт, переміщуючись у кабіні космічного корабля, зробив необережний рух і зіткнувся з предметом. Чи відчуватиме він при цьому біль? (*Від удару в стані невагомості космонавт відчуватиме*

більш так само, як і в звичайних умовах. Відомо, що для оцінки результату удару важливим є значення імпульсів взаємодіючих тіл.)

6. Каракатиця, на відміну від риб, спливає і занурюється у воду, не працюючи м'язами. Як це їй вдається? (*Природа подарувала каракатиці спеціальний орган, який є безвідмовним і дуже заощадливим насосом. Він не тільки засмоктує морську воду для здійснення реактивного руху, а й змінює її густину, збільшуючи або зменшуючи вміст солі в ній, вирішуючи цим самим питання занурення і спливання.*)

7. Чим зумовлений рух медузи? (*Скороченням м'язів вона виштовхує з-під свого дзвоноподібного тіла воду, отримуючи поштовх у зворотному напрямі*)

8. Восьминоги, кальмари, каракатиці та інші істоти глибин моря переміщуються подібно до ракети, із силою викидаючи воду, яку вони набирають через рот. Чи може такий спосіб переміщення забезпечити їм велику швидкість руху в товщі води? (Так, вони досягають швидкості близько 216 км/год. Жодна жива істота не може врятуватися від них втечею)

9. Армфіш — невеличка рибка, що живе в Індійському океані, має реактивний двигун. Грудні й черевні плавники в неї нагадують зігнуті руки з довгими пальцями. На «ліктях» містяться отвори, що сполучені каналами з ротовою порожниною. Засмоктуючи ротом воду, рибка виштовхує її через отвори у плавники, і так пересувається. Чому ближче до виходу ці отвори в неї звужуються? (*Щоб збільшити швидкість струмини, що витікає, а отже, і її імпульс.*)

*II. Відділення*

*II. Піонери теоретичної космонавтики*

**Ведучий.** Розповідаючи про значний внесок українців у створення ракето космічної техніки, зокрема, Сергія Корольова, Михайла Янгеля, Валентина Глушка, Володимира Челомея, ми мусимо згадати і про ту наукову базу, яку вони використали. І ось тут необхідно сказати, що до її створення причетні ще з ХІХ століття наші видатні земляки, які були піонерами в розвитку ракетної техніки.

**П'ятий учень.** Передусім це нащадок славного козацького роду із с. Лютенька Гадяцького району Полтавської області Олександр Засядько, 1797 року народження. Як вважають дослідники, цілком можливо, що саме розповідь його діда — запорізького гармаша, про



начинені порохом і спеціальною сумішшю диво-рурки, які могли літати у повітрі, а відтак, влучивши у ціль, вибухали, так вплинули на хлопчика, що він поставив собі за мету розгадати таємниці козацьких ракет, а потім сконструювати і свою.

Почавши військову кар'єру в чині підпоручика артилерії, Олександр Засядько дослужився в царській армії до генерал-лейтенанта. Але поряд з військовими походами він з 1815 року захоплюється конструюванням бойових ракет, вкладаючи в цю справу свої кошти. Вийшовши у відставку, Засядько понад два роки займається експериментами і досягає успіху, сконструювавши перші зразки запалювальних і гранатних ракет трьох калібрів, а також і спеціальну установку для їхнього запуску.



Мал. 4.

Коли армійські випробування в Петербурзі підтвердили високу якість ракет Засядька, він знову повертається на військову службу, невдовзі очолює в столиці Російської імперії Артилерійське училище, спеціальну лабораторію, пороховий завод та місцевий арсенал.

У бою ракети Олександра Засядька були використані в російсько-турецькій війні 1828-1829 рр. Уже в той час вони виготовлялися тисячами, зі спеціальних станин їх можна було запускати по 36 штук одночасно. З лютого 1834 року у зв'язку з погіршенням стану здоров'я О. Засядько вийшов у відставку і поселився в Харкові. Помер у 1838 році, застудившись на дніпровських порогах, де хотів влаштувати прохід суден за допомогою спеціальних пристроїв. Похований у Харкові.

**Ведучий.** Продовжувачем справи Олександра Засядька слід вважати уродженця Чернігівщини Костянтин Костянтинова (1817 чи 1818 року народження).

**Шостий учень.** Костянтин Костянтинів закінчив створене Засядьком Артилерійське училище в Петербурзі і вже з 1849 року очолив тамтешній ракетний завод, а також водночас керував Охтомським капсульним заводом.

Підставою для таких призначень послужило те, що вже в 1844 році наш земляк винайшов балістичний прилад і циліндр для навісної стрільби з гладко ствольних гармат, який давав змогу визначити швидкість польоту артилерійського снаряда в будь-якій точці траєкторії. Через три роки він побудував ракетний балістичний маятник, за допомогою якого можна було встановити закон зміни

швидкості ракети від часу. Крім того, за допомогою цього приладу Костянтинів визначав вплив форми і конструкції ракети на її балістичні властивості, заклавши таким чином основи проектування ракет.

З 1861 року К. Костянтинів керував будівництвом ракетного заводу в Миколаєві, а з 1867 року — його роботою. Він створив бойові ракети, які пролітали 4-5 км, розробив технологічний процес виготовлення ракет з автоматичним контролем і управлінням окремими операціями. Він автор кількох книг, присвячених бойовим ракетами. Помер Костянтин Костянтинів у 1871 році у Миколаєві, де й похований.

**Ведучий.** Принципово нову для свого часу ідею запуску ракет у «Проекті повітроплавального апарата» запропонував талановитий український винахідник Микола Іванович Кибальчич, відомий народоволець, який прожив усього 28 років. Та й за таке коротке життя встиг зробити багато.

**Сьомий учень.** Народився М. І. Кибальчич 19 листопада 1853 року в родині священика в тихому містечку Короп на Чернігівщині. Він приїздить до Петербурга, щоб поринути в революційне життя і водночас зайнятися наукою. Це його бомбою, виготовленою на конспіративній квартирі за власною технологією, вбито царя Олександра II 1 березня 1881 року. Експерти на суді не змогли приховати свого захоплення талантом Кибальчича. Виявляється, що бомб, виготовлених ним, ще ніхто не бачив і не читав про них у науковій літературі — це було щось нове. А Кибальчич тим часом у камері смертника використовує кожну хвилину, щоб завершити проекти апарата для польоту в космос.

У журналі «Былое» (№4, 5 за 1918 рік) опубліковано трактат Кибальчича, який, перебуваючи в ув'язненні, за кілька днів до смерті писав: «Я вірю в здійсненність моєї ідеї і ця віра підтримує мене в моєму жахливому становищі. Якщо ж моя ідея після старанного обговорення всіма спеціалістами буде визнана здійснимою, то я буду щасливий тим, що зроблю величезну послугу батьківщині і людству».

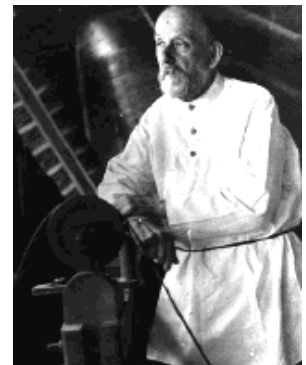
В останні дні свого життя Кибальчич мріяв дати людству проект космічного корабля. У страшній камері смертника він бачив зорі, до зір вів людей: «Я спокійно зустріну смерть, знаючи, що моя ідея не загине разом зі мною, а існуватиме серед людства, для якого я готовий пожертвувати своїм життям».

Микола Кибальчич не просив помилування. Коли за два тижні до страти до тюремної камери ввійшов адвокат і почав благодати смертника написати касацію цареві, Кибальчич, не слухаючи свого оборонця, урочисто передав йому проект, у якому чітко і просто були викладені принципи реактивної тяги польоту на ракеті. У цьому проекті розв'язано низку нових важливих питань: програмний режим горіння, система подачі палива в камеру згорання, використання багатокамерних апаратів, керування польотом внаслідок зміни кута нахилу двигуна.

Експерти довели, що описаний у проекті апарат міг би триматися в повітрі. Вони зазначили, що Кибальчич перший висловив ідею застосування реактивних двигунів у повітроплаванні. Але цієї оцінки проекту Кибальчич так і не дочекався. Його життя обірвалося на двадцять восьмому році. Це вік, коли у людей щасливої долі все ще попереду.

**Ведучий.** Автором фундаментальних наукових результатів з теорії руху ракет є К. Е. Ціолковський, видатний учений, і винахідник, автор багатьох важливих відкриттів у аеродинаміці, ракетній техніці й теорії міжпланетних сполучень, основоположник космонавтики.

**Восьмий учень.** Його заслуги відомі всім. Але не всі, мабуть, знають, що Костянтин Ціолковський (мал. 5) походить з прославленого козацького роду Наливайків. Його батько народився у селі Коростятин на Рівненщині. До речі, брат видатного теоретика космонавтики деякий час ще так і підписувався: Ціолковський-Наливайко.



Мал. 5.

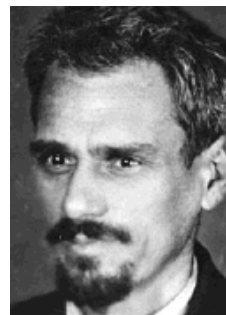
К. Ціолковський народився 1857 року в селі Іжевському Рязанської губернії. Після перенесеної в дитинстві тяжкої хвороби майже повністю втратив слух. Учився самостійно, в 1879 році у Москві склав екстерном екзамен на звання вчителя і з 1880 року працював учителем арифметики, геометрії і фізики в Боровському повітовому училищі Калузької губернії.

Ціолковський побудував першу в Росії аеродинамічну трубу (1897 р.) на якій здійснив низку важливих досліджень з конструювання нових видів аеропланів. У 1929 році він розробив доволі плідну теорію руху складених ракет двох типів: із послідовним і паралельним з'єднанням ракет.

Ціолковський розв'язав задачу про рух ракети в полі тяжіння і визначив запаси палива, необхідні для подолання сили тяжіння Землі. Він є основоположником теорії міжпланетних сполучень, перший вивчив питання про ракету — штучний супутник Землі — і висловив ідею про створення позаземних станцій, як проміжних баз для міжпланетних сполучень, детально розглянув умови життя і роботи на ШСЗ та міжпланетних станціях. Його дослідження з ракетної техніки й теорії міжпланетних сполучень стали основою для створення сучасних реактивних апаратів, ракетно-космічної техніки.

**Ведучий.** І ще одна визначна постать у космічній епопеї, яка репрезентує українців: Юрій Кондратюк — гідний син Полтавщини. Це той, хто за багато років до польотів людини на Місяць зробив для цього відповідні розрахунки, які використовували американці, відправляючи своїх астронавтів у 1969 році в цей історичний політ. Про це сьогодні знають у світі. Однак не всі знають про драматичну долю нашого видатного земляка, який тривалий час змушений був жити і ввійти в історію космонавтики під чужим іменем. Двадцять років він прожив під чужим ім'ям, під чужим ім'ям пішов у могилу, під чужим ім'ям увійшов у безсмертя.

Нині ми знаємо, що насправді піонера теорії космічних польотів, який уже в 16 років (незбагнений феномен!) розпочинає серйозні дослідження в галузі міжпланетних сполучень, звати Олександр Гнатович Шаргей.



Мал. 6.

**Дев'ятий учень.** Народився Олександр Шаргей (Ю. Кондратюк) (мал. 6) 21 червня 1897 року в Полтаві. Батько, Гнат Шаргей, навчався у Київському університеті, мати, Людмила Шаргей — вчителька французької мови в гімназії. Олександр практично не знав своєї матері. Вона померла, коли синові ледве виповнилося чотири роки. Не знав він і батька, «вічного» студента, якого також не стало задовго до його повноліття. Жив і виховувався майбутній учений у рідних діда і баби, людей у Полтаві знаних і шанованих. У дев'ятнадцять років закінчив 2-у Полтавську гімназію і поступив до Петроградського політехнічного інституту. Війна перервала навчання в інституті, його мобілізують в армію і зараховують у школу прапорщиків при Петроградському юнкерському училищі. Тут він продовжує розпочату ще в гімназії теоретичну працю про міжпланетні польоти (самотужки опанував вищу математику, фізику, механіку, астрономію і хімію він ще в

училищі). Закінчує свій перший рукопис про космічні польоти, в якому обґрунтував спосіб подолання земного тяжіння ракетою з тріступеневим реактивним двигуном і вивів формулу руху цієї ракети. Пізніше він зізнався і К. Е. Ціолковському: «Над питанням міжпланетних сполучень я працюю вже 12 років. З 16-річного віку, відтоді, як і я визначив здійснимість вильоту з Землі, досягнення цього стало метою мого життя».

А далі, ніби якийсь фатум, сильніший від земного тяжіння, стримував його космічні поривання. Починаючи з 1917 року й до самої загибелі життя і Олександра Шаргея — це суцільний калейдоскоп поневірянь, крутих поворотів, драматичних подій. Він воював у складі царської армії, потім був насильно мобілізований денікінцями, втікав з армії... Саме тоді, щоб уникнути переслідувань за офіцерську службу у Білій армії, він змінює прізвище Шаргей на Кондратюк. Пізніше Юрій Васильович Кондратюк працює кочегаром, машиністом, механіком на млині й цукровому заводі, на елеваторному господарстві, де конструює і впроваджує нове обладнання й пристосування.

Однак, космічна тематика залишається для нього головною.

*Десятий учень.* У 1929 році вийшла у світ книжка Ю. Кондратюка (видана, до речі, на кошти автора) під назвою «Завоювання міжпланетних просторів» (четвертий варіант його рукопису). Тут є все: від даних ракети, формули навантаження і типів траєкторій — до загальних перспектив освоєння космосу. У передмові професор В. П. Ветчинкін пише: «Пропонована книга»). К. В. Кондратюка, безсумнівно, є найповнішим дослідженням міжпланетних подорожей з усіх, що писалися в російській та іноземній літературі до останнього часу...». Книжку прочитав С. П. Корольов і запросив Ю. Кондратюка до співпраці у галузі космонавтики, але Кондратюк від запрошення відмовився, його зупинила та обставина, що він жив під чужим прізвищем.

Книжка вийшла тиражем всього дві тисячі примірників, один із них К. Кондратюк надіслав К. Е. Ціолковському, який потім напише: «Сорок років я працював над реактивним двигуном і думав, що прогулянка на Марс почнеться через багато сотень літ. Та строки міняються. Я вірю, що багато хто з нас стануть свідками заатмосферної подорожі». І ось, 16 липня 1969 року з мису Кеннеді стартувала ракета «Сатурн», несучи до Місяця корабель «Аполлон-11». Через 103 години польоту, 20 липня, корабель зробив посадку в

районі моря Спокою, і 21 липня перша людина ступила на поверхню Місяця. Це був Нейл Армстронг. Через 20 хв. до нього приєднався другий астронавт, Едвін Олдрін. Один із керівників програми Джон Хубольт визнає, що політ перших у світі американських астронавтів здійснено за «трасою Кондратюка». Юрій Кондратюк не дожив до здійснення своїх ідей, він загинув у лютому 1942 року під час оборони Москви.

**Ведучий.** «Не просте життя у звичайної людини. А в ученого-першопрохідця воно складніше стократ... Але щоб геній працював і жив за чужим паспортом, щоб зовсім не дбав про славу власного імені — це трапилося чи не вперше в світі! Звісно, тут були свої переплетіння долі, яких ніхто досі не наважився висвітлити. І ми раді, що великому вченому, який стільки зробив для рідної Вітчизни й усього людства, вдячні співвітчизники повернули його справжнє прізвище» (Георгій Писаренко, академік АН України, член Міжнародної академії астронавтики).

**Одинадцятий учень.** Не всім відомо, що практично втілював ідеї Юрія Кондратюка (Олександра Шаргея) про міжпланетні польоти ще один з видатних українців — Михайло Яремович (народився 13 жовтня 1933 року на Українському Підляшші (*тепер Польща*)).

З 1964 року саме Михайло Яремович був відповідальним у США за створення космічних кораблів системи «Аполлон», а з 1965 року його призначили технічним директором для проектування орбітальної лабораторії, з якої можна було б здійснити політ на Місяць.

Якщо українець Михайло Яремович займався створенням міжпланетних станцій, то інший наш земляк — Ігор Богачевський — значною мірою допоміг американцям розв'язати складні проблеми, пов'язані з поверненням астронавтів з Місяця на Землю. Формули доктора Богачевського були використані конструкторами американських космічних систем, вони також широко застосовуються в авіаційній промисловості.

Ігор Богачевський народився 7 вересня 1928 року у місті Сокаль на Львівщині. Працює у Нью-Йоркському університеті, доктор наук. Сфера наукових інтересів — магнітогідродинаміка, нелінійна хвильова механіка, космонавтика.

**Ведучий (або вчитель).** Українець Ігор Богачевський завжди підкреслює: «Щоб бути успішним у житті, треба довести, що ти

умієш щось зробити. Людині, яка вже досягла чого-небудь у житті, — довіряють і дають усе нові і важчі завдання».

Отже, історія засвідчує, що українці вже багато зробили в царині космічних досліджень. Довіряючи їм нові завдання, можна бути впевненими, що й з ними вони впораються. А відтак Україна ще заявить про себе як могутня космічна держава.

## "ФЕНОМЕН ЮРІЯ КОНДРАТЮКА"

### Урок - конференція

**Мета.** Ознайомити учнів з неповторним життєписом визначної постаті в космічній епопеї — Ю. Кондратюка (*О. Шаргея*); розвивати пізнавальні здібності учнів, зацікавленість історією космонавтики та майбутнім; виховувати постійну потребу поповнення знань, гордість за співвітчизників, які зробили неоціненний внесок у розвиток світової науки.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

**Обладнання.** Портрет Юрія Кондратюка, таблиці, графопроектор, діафільм, схеми, малюнки і фотографії із зображенням космічних кораблів, багатоступеневих ракет.

**Методичні поради.** Урок проводиться у формі рольової гри. На час проведення конференції кабінет перетворюється на «зал для засідання», столи розставлені по периметру класу так, щоб усім було добре видно учасників гри. Оформлення кабінету — на ваш розсуд, з урахуванням навчальної бази кабінету. Можна виготовити плакати: «Через терни — до зірок», «Хтось сказав, що генії помирають на землі від вибухів своїх сердець. Полтавський Ікар живе. Вогонь його серця незгасний!».

### *Хід уроку*

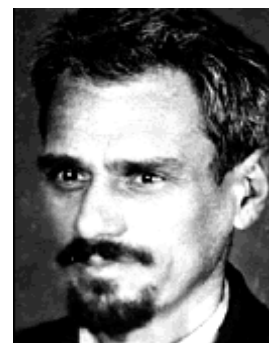
Вступне слово вчителя. Сьогодні ми проводимо урок-конференцію на тему «Феномен Юрія Кондратюка». Нині вже багатьом відоме ім'я цього геніального конструктора, вченого-теоретика, винахідника в галузі космонавтики. Але не всі знають про драматичну долю нашого видатного земляка, який тривалий час змушений був жити і ввійти в історію космонавтики під чужим іменем. Сьогодні ми знаємо, що насправді піонера теорії космічних польотів, який уже в 16 років (незбагнений феномен!) розпочав серйозні дослідження в галузі міжпланетних сполучень, звати Олександр Шаргей. На уроці ми ознайомимося з тернистим шляхом

цієї надзвичайно талановитої людини. У конференції беруть участь (репрезентує учасників конференції):

1. Ведучий.
2. Історик.
3. Фізик-теоретик.
4. Інженер конструктор.
5. Керівник програми «АполлонII» — Джон Хубольт.
6. Професор В. П. Ветчинкін.
7. К. Е. Ціолковський.
8. Георгій Писаренко, академік АН України, член Міжнародної академії астронавтики.
9. Юрій Кондратюк.

*Конференція розпочинається звучанням фонограми інструментальної п'єси групи «Зодіак» «Земля в ілюмінаторі...».*

**Ведучий.** Багата на таланти земля українська... Вона подарувала людству плеяду геніїв. І дуже шкода, що видатні вчені України в різних галузях не змогли впродовж багатьох років реалізувати свої знання на рідній землі, де їхній талант не завжди був визнаний і оцінений. Були й такі, хто своїми відкриттями наблизили день польоту в космос першого землянина. Серед них — Юрій Кондратюк (Олександр Шаргей) (*мал. 1*) — один із засновників космічного світогляду і космічної техніки. Незвичайна, складна, трагічна і водночас прекрасна доля цього вченого-самоука. Сьогодні багато хто з вас, можливо вперше, почує про цього геніального вченого. (Ведучий надає слово історику.)



Мал. 1.

**Історик.** Незвичайно спекотного дня 21 червня 1897 року Катерина Кирилівна Даценко прийняла від своєї невістки одного з майбутніх піонерів ракетної техніки і теорії космічних польотів — Олександра Гнатовича Шаргея. Сталося це у місті Полтаві у флігелі будинку №4 по вулиці Стрітенській у родині Людмили Львівни та Гната Бенедиктовича Шаргеїв. Хлопчик ріс і виховувався у родині бабусі й дідуся Катерини Кирилівни та Якіма Микитовича Даценків, бо здоров'я матері було підірвано розправами жандармів за активну участь у революційних демонстраціях у березні 1897 року. Коли хлопчині виповнилося 4 роки, здоров'я матері різко погіршилося, її поклали в лікарню, де вона й померла. Згодом, у 1910 році, помер і батько.

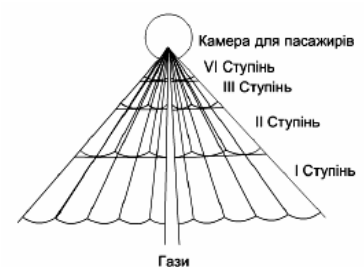


Восени 1910 року Олександр поступив у третій клас другої Полтавської чоловічої гімназії. «Він мав чудові здібності до математики та до інших точних наук», — згадував колишній учитель гімназії В. С. Огоневець. У 1916 році Олександр Шаргей закінчив із срібною медаллю Полтавську гімназію (*дві четвірки — з латині та словесності*). Після цього 19-річний юнак з Полтави вирушив до Петрограда і поступив на перший курс механічного факультету політехнічного інституту, який здібному студенту закінчити не вдалося. У 1916 році першокурсника Шаргея призвали до армії. І далі розпочинається складний шлях — примусова мобілізація в Білу армію (1919 р.), втеча, переховування у місті Сміла. І найважливіша подія цього періоду — Олександр Шаргей змінює прізвище і стає Юрієм Кондратюком (1921 р.).

**Ведучий.** Ця незвичайна історія безумовно цікава, але феномен Ю. Кондратюка у тому, як він зміг без вищої освіти, не знаючи ні зарубіжних, ні вітчизняних розробок з теорії космічних польотів, зробити точні розрахунки, за якими через кілька десятків років земляни прокладуть космічні траси до інших планет. (*Надає слово фізику-теоретику.*)

**Фізик-теоретик.** Навесні 1917 року вчорашній гімназист уже мав 104 сторінки праці, у якій пропонував спосіб досягнення поверхні великих небесних тіл, розглядав питання визначення економних способів міжпланетних мандрівок із Землі, конструкції ракетного двигуна та міжпланетного корабля, досягнення його стійкості та керованості в космічному польоті. Восени 1919 року вже в Києві Олександр Шаргей завершує другий варіант свого рукопису, назвавши його «Тим, хто читатиме, щоб будувати». У ньому йдеться про міжпланетні бази на орбітах штучних супутників Землі і Місяця, наводиться схема приладу, що утилізує сонячну енергію.

Тут же приділяється увага вірогідності використання сил тяжіння небесних тіл для коригування (*розгону або гальмування*) космічного корабля, пропонується найбезпечніше розташування членів екіпажу. У цьому рукописі містяться також усі основні передбачення Кондратюка щодо етапів розвитку космонавтики з теорії і практики їх реалізації. Тут уперше була точно сформульована ідея «траси Кондратюка», яка використовує як сили тяжіння небесних тіл, так і посадочно-злітний модуля, що



Мал. 2.

відокремлюється від космічного корабля. (Надає слово Ю. Кондратюку.)

**Юрій Кондратюк.** «Щоб не витратити великої кількості активної речовини, можна не зупинити всього снаряда, а лише зменшити його швидкість, аби він рівномірно рухався по колу, якомога ближче до тіла, на якому має бути зроблена зупинка. Після цього відокремити від нього неактивну частину з такою кількістю активної речовини, яка необхідна для зупинки неактивної частини і для того, щоб потім вона змогла наздогнати снаряд...» (тобто знову приєднатися до снаряда).

**Ведучий.** Зверніть увагу на будову багатоступеневої ракети (мал. 2) сучасних космічних кораблів і автоматичних станцій. Ідеї Кондратюка були використані під час здійснення космічної програми «Аполлон». У 1969 році американці, скориставшись цією ідеєю, запустять до Місяця «Аполлон II» і один з керівників програми — Джон Хубольт — це визнає. (мал. 3)

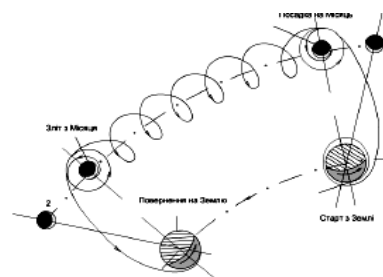
**Джон Хубольт.** «Політ перших у світі астронавтів здійснено за «траєю Кондратюка». Найкращий спосіб дістатися на Місяць — відокремлення посадочного апарата від корабля-матки.»

**Фізик-теоретик.** Ні попередники, ні сучасники Юрія Кондратюка до цього не додумалися! Багато інших ідей Кондратюка знайшли застосування в практичній космонавтиці. Це:

1. ідея багатоступеневої ракети;
2. поняття «пропорційного пасиву», без якого немислимий сучасний ваговий аналіз космічних апаратів;
3. конструкція крісла, що дає змогу переносити значні перевантаження;
4. приземлення за допомогою парашутів;
5. створення безпілотних систем ракетно-артилерійського постачання довгострокових космічних баз із Землі.

Третій, удосконалений варіант своєї праці під назвою «Про міжпланетні подорожі», Ю. Кондратюк у червні 1925 року надіслав до Головнауки, на який отримав відгук професора В. П. Ветчинкіна.

Професор В. П. Ветчинкін. «Пропонована книга Ю. В. Кондратюка, безсумнівно, є найповнішим



Мал. 3.



Мал. 4.

дослідженням міжпланетних подорожей з усіх, що писалися в російській та іноземній літературах до останнього часу... У книзі з вичерпною повнотою висвітлені всі питання, про які йдеться в інших творах, і, окрім того, вирішено цілу низку нових — першорядного значення, про які інші автори не згадують.»

**Ведучий.** З цією передмовою книга вийшла у світ у 1929 році під назвою «Завоювання міжпланетних просторів». Книга була видана власним коштом Ю. Кондратюка та його друзів малим тиражем — лише 2000 примірників. *(Надає слово фізику-теоретику.)*

**Фізик-теоретик.** Тут було все: від даних ракети *(мал. 4)*, формули навантаження і типів траєкторій — до загальних перспектив освоєння космосу. Це був проект широкої програми освоєння космосу, наслідком якого мала стати, як писав автор... *(Надає слово Ю. Кондратюку.)*

**Юрій Кондратюк.** «...безсумнівна можливість для людини оволодіти ресурсами, за допомогою яких можна буде докорінним чином покращити умови життя на Землі... Саме в можливості у недалекому майбутньому почати по справжньому господарювати на нашій планеті і слід бачити грандіозне значення для нас завоювання просторів Сонячної системи.»

**Ведучий.** Один з примірників своєї книги автор надіслав К. Е. Ціолковському, від якого отримав схвальний відгук. *(Надає слово К. Е. Ціолковському.)*

**К. Е. Ціолковський.** «Сорок років я працював над реактивним двигуном і думав, що прогулянка на Марс почнеться через багато сотень літ. Та строки міняються. Я вірю, що багато з нас стануть свідками заатмосферної подорожі.»

**Ведучий.** Теоретик космічних мандрівок був і геніальним інженером-конструктором. *(Надає слово інженеру-конструктору.)*

**Інженер-конструктор.** Протягом 1927-1930 років молодий учений працював у Західному Сибіру та на Алтаї, де займався експлуатацією, ремонтом, проектуванням і будівництвом зерносховищ та елеваторів.

**Історик.** 31 липня 1930 року Ю. Кондратюка позбавляють волі. Сталося це за неправдивим обвинуваченням у шкідництві групи проектувальників і будівельників елеваторів. Навесні 1932 року він виходить на волю, а в травні 1933 року повертається в Харків, де розгорнулося проектування вітросилових установок.

**Інженер-конструктор.** У травні 1932 року Ю. Кондратюк стає переможцем конкурсу проектів потужної вітроелектростанції для Криму і науковим керівником розробки технічного проекту цієї електростанції. Основні ідеї проекту конструкції станції лежать в основі створення Останкінської телевежі у Москві.

**Історик.** Війна поклала край творчій праці Кондратюка. 44-річний учений пішов добровольцем у дивізію народного ополчення Київського району Москви. 23 лютого 1942 року рядовий зв'язківець Юрій Кондратюк загинув на Московській землі (*поблизу Кривцовського меморіалу у Волховському районі*). Так обірвалося життя чудової людини, що талановитими працями в різних галузях науки і техніки прославила Батьківщину. Лише у 1970 році судова колегія карних справ Верховного суду РРФСР повністю реабілітувала Ю. В. Кондратюка. У 1977 році визнано відсутність криміналу щодо зміни імені Олександром Шаргеєм і винесено рішення відновити добре ім'я видатного вченого.

**Ведучий.** Ось кілька відгуків відомих учених про піонера сучасної космонавтики. (*Надає слово академіку АН України Георгію Писаренку.*)

**Георгій Писаренко.** Непросте життя у звичайної людини. А в ученого-першопрохідця воно складніше стократ... Але щоб геній працював і жив за чужим паспортом, щоб зовсім не дбав про славу власного імені — це трапилося чи не вперше у світі. Звісно, тут були свої переплетіння долі, яких ніхто досі не наважився винести на широкий загал. І ми раді, що великому вченому, який стільки зробив для рідної Вітчизни й усього людства, вдячні співвітчизники повернули його справжнє ім'я. І хоча стали вже хрестоматійними назви: теорія Кондратюка, винахід Кондратюка, зрештою, кратер Кондратюка на Місяці, їх важко переінакшити, та все ж віднині наш видатний земляк матиме свій неповторний життєпис.

**Історик.** У вересні 1957 року вперше в колишньому СРСР було згадано ім'я Кондратюка як «новатора оригінальних ідей». Це сталося всього за кілька днів до запуску першого ШСЗ (*4 жовтня 1957 року*) на урочистому засіданні АН СРСР з нагоди 100-річчя від дня народження К. Е. Цюлковського.

Лише у березні 1969 року одна за одною з'являються публікації, книги про Кондратюка, фільми, а у 1977 році знімається «табу» з таємниці зміни прізвища.

**Ведучий.** У США на мисі Кеннеді є пам'ятник українському конструктору Юрію Кондратюку — як визнання його внеску в розвиток космонавтики. У Новосибірську працює науково-меморіальний центр імені Кондратюка; це почесне ім'я надано й аерокосмічному ліцею. На Кубані зведено біломармуровий пам'ятник великому винахіднику. А що ж у рідній Україні? У місті Комсомольську на Полтавщині також встановлено пам'ятник (за кошти учнів радіотехнікуму), у музеї космонавтики у Києві розгорнута цікава експозиція, а в Полтаві відкрито державний музей Ю. Кондратюка — О. Шаргея до 100-річчя від дня народження.

**Учитель.** На завершення нашої конференції наведу слова віце-президента НАН України академіка В. Г. Бар'яхтара: «Блискучий інженер з нестандартними, але продуманими рішеннями, піонер космічної діяльності Ю. В. Кондратюк — скарб світової науки, національне надбання українського народу».

За рішенням XXVIII сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО 21 червня 1997 року увесь світ відзначив пам'ятну дату — 100-річчя від дня народження Юрія Кондратюка — Олександра Шаргея.

Хтось сказав, що генії помирають на землі від вибухів своїх сердець. Полтавський Ікар живе. Вогонь його серця незгасний!

## "МЕХАНІКА І МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА. МЕХАНІКА У ЖИВІЙ ПРИРОДІ"

### Урок-ода

**Мета.** Узагальнити та систематизувати знання учнів про класичну механіку як фізичну теорію, про роль законів збереження; формувати в учнів уявлення про фізичну картину світу на основі єдності і багатогранності властивостей живої і неживої природи; розвивати здібності та інтерес до знань.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання:** таблиці «Фізика і техніка», «Реактивний рух»; кольорова крейда, модель баштового крана, сітка кросворда «Механіка» (на класній дошці намалювати крейдою), ксерокопії рисунків: форма дельфіна, літальні апарати Леонардо да Вінчі, Ейфелева вежа, білка-летяга, насіння клена, кульбаби і берези, Туринська виставка (зовнішній вигляд).

**Методичні поради.** Підготовка до уроку здійснюється заздалегідь. Рекомендується утворити групи по 4-5 учнів і спільно підготувати одне з повідомлень:

1. Що дає людині механізація?
2. Ехолокатори.
3. Живі «торпеди і ракети».
4. Живі «сейсмографи».
5. Політ у природі.

На уроці з повідомленням виступає лише один із членів групи і за якістю цього повідомлення учитель може судити про стан підготовки всієї групи. Це зобов'язує учнів добре опрацювати матеріал, заслухати ще до уроку повідомлення кожного з членів групи, активізує їх у доповненні виступаючого. За таких умов групи підбирають фотографії, вирізки, картинки, виконують рисунки, схеми. На уроці немає пасивних учнів, має місце вболівання за кожного.

### *Хід уроку*

#### *I. Актуалізація опорних знань учнів*

Фронтальна бесіда з класом:

1. Який розділ фізики ми вивчали в 9 класі?
2. Від якого слова походить назва «механіка»? А що означає це слово?
3. Дайте означення розділу фізики — «механіка».
4. Хто і коли першим увів у науку термін «механіка»?
5. З яких розділів складається механіка?
6. Назвіть перші найпростіші машини.
7. Назвіть сільськогосподарські знаряддя праці, у яких поєднуються важіль і клин.

#### *II. Мотивація навчальної діяльності учнів*

**Учитель.** Знання механіки необхідні для того, щоб пізнавати навколишній світ, оскільки більшість явищ у світі пов'язані з механічним рухом. Але знання механіки необхідні ще і тому, що механіка, як наука, була створена раніше за інші розділи фізики. Отже, механіка — це фундамент фізики і багатьох інших наук.

А зараз, щоб пригадати деякі поняття механіки, ми помандруємо на фізичні гори, а точніше, здійснимо сходження на найвищу вершину цих гір — «Механіку» (скорочено «Му») (Учні заповнюють сітку, що нарисована на дошці.).

### Кросворд «Вершина Механіки» (мал. 1)

1. Прилад для вимірювання прискорення тіла.

2. Величина, що характеризує зміну швидкості тіла за одиницю часу.

3. Розділ механіки, в якому розглядаються види рухів тіл.

4. Величина, що характеризує рух.

5. Розділ механіки, в якому йде мова про причини зміни швидкості тіла.

6. Властивість тіл зберігати свою швидкість.

7. Вчений, який сформулював основні закони динаміки.

8. Вид сил, що розглядаються в механіці.

9. Величина, яка є мірою інертності тіла.

10. Учений, який встановив закон залежності сили пружності від жорсткості тіла.

11. Стародавня індійська одиниця довжини.

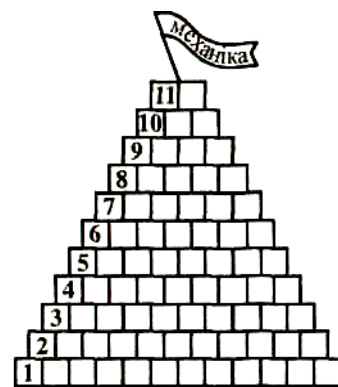
*Відповідь:* 1. Акселерометр. 2. Прискорення. 3. Кінематика. 4. Швидкість. 5. Динаміка. 6. Інерція. 7. Ньютон. 8. Тертя. 9. Маса. 10. Гук. 11. Му.

**Учитель.** Ми ознайомилися з елементами класичної механіки або механіки Ньютона. Вона дає змогу зрозуміти і пояснити будь-які явища, пов'язані з рухами тіл — від гігантських небесних тіл до дрібних частинок. І не тільки пояснювати, але й передбачати небесні явища. Так було з кометою Едмона Галлея, яка черговий раз наблизилася до Землі в березні 1986 р. Колись несподівані появи на небосхилі комет люди вважали проявами таємничих сил, що провіщають людям лиха і нещастя.

Знання законів механіки дали змогу зрозуміти, що нічого таємничого в кометах немає, що це тіла, які рухаються під дією гравітаційної сили, відкритої Ньютоном. Так було і з кометою Хейла Боппа: її спочатку передбачили вчені, а на початку 1997 року її вже могли спостерігати на небосхилі. Апарати, запущені у космос, вели спостереження за кометою. Запуск цих апаратів відбувся також за законами механіки.

### III. Вивчення нового навчального матеріалу

**Учитель.** Механіка — одна з найдавніших наук про механічний рух тіл, тому механіка має стосунок до багатьох явищ природи і



Мал. 1.

техніки. З механікою маємо справу в сільському господарстві під час обробітку ґрунту, внесенні добрив, зрошенні угідь, збиранні врожаю.

Механіку слід знати для розрахунку технічних процесів у машинобудуванні і харчовій промисловості; для будівництва веж телебачення і запуску супутників Землі. Механіка значно збагатила сучасну медицину великою кількістю фізичних приладів (медична апаратура) для діагностики та лікування людей. Ці приклади свідчать про те, що механіка була і залишається однією з головних наукових основ техніки.

### ***Перше повідомлення. Механізація.***

***Механізація*** — це перехід від ручної праці до праці за допомогою машин. Механізація позбавляє людину тяжкої ручної праці, у багато разів підвищує її продуктивність. Це один з напрямів сучасного технічного прогресу. Зараз будівництво проводять за допомогою підйомних кранів, бульдозерів. Але сучасна техніка прямо чи побічно впливає на навколишнє середовище. Важкі трактори та машини ущільнюють ґрунт на полях, знижуючи його родючість. Гідроелектростанції і водосховища знищують рибні запаси. Тому надзвичайно важливо, розвиваючи техніку, враховувати дані екології — науки про взаємодію організмів між собою і навколишнім середовищем.

***Учитель.*** Сьогодні ми не перестасмо захоплюватися творіннями живої природи. Чого тільки немає в її «патентному бюро»! Гідравлічний привід у павука; пневматичний відбійний молоток у земляної оси; ультразвуковий локатор у кажана і дельфіна; реактивний двигун у кальмара і медузи.

Жива природа з давніх-давен була для людини джерелом натхнення в її прагненні до наукового й технічного прогресу. Протягом усієї своєї історії людина вчилася в природи, копіювала її «винаходи», була найретельнішим її учнем. Ще давньогрецький філософ Демокрит зазначав: «Від тварин ми шляхом наслідування навчилися найважливішим справам, а саме: ми учні павука ; ткацькому і кравецькому ремеслах, ми учні ластівок в будівництві жител і :співучих птахів — у співах. Природа сама навчає нас сільському господарству...»

А видатний педагог К. Ушинський писав: «Логіка природи є найдоступнішою логікою для дітей».



Останніми роками бурхливо розвивається нова наука — біоніка. Це наука, яка займається використанням біологічних процесів і методів для розв'язання інженерних задач.

Біоніка народилася 13 вересня 1960 року у день відкриття в Дантоні (США) американського національного симпозіуму на тему «Живі прототипи — ключ до нової техніки». Слово «бiон» грецькою означає «осередок життя». А емблемою біоніки є схрещені паяльник і скальпель, з'єднані знаком інтеграла, як символ союзу біології, техніки і математики.

Протягом багатьох сотень років людина задавала природі мільйони запитань, основними з яких були «чому?» і «як?». Зараз кількість «чому?» набагато менша, але кількість «як?» нечувано зросла. «Як це влаштовано?» стало основним, найважливішим запитанням біоніки.

Коротко розглянемо деякі питання, якими займається біоніка.

#### ***Друге повідомлення. Ехолокатори.***

Ще перед другою світовою війною інженери розробили й реалізували принцип радіолокації. Творці радіолокатора не думали, що багато технічних задач, «розв'язані» природою мільйони років тому, що між радіолокатором і кажаном є щось спільне.

Нічне бачення кажанів пов'язане не з роботою очей, а з функцією органу слуху і ротової порожнини. І лише після другої світової війни американський вчений Дональд Гріффін довів, що у кажана наявна досконала система органів ехолокації. Під час польоту кажан випромінює ультразвукові імпульси, направлені в сторону польоту. Але кажани часто самі стають здобиччю. Сиви чують ультразвук, а маючи на крилах особливу бахрому, вони літають абсолютно безшумно і полюють на кажанів.

Орієнтація за відбитими звуками виявлена і в китоподібних. Як показали експерименти, дельфіни не тільки точно визначають джерело звуку, а й за допомогою своїх сигналів дістають точну інформацію про навколишні предмети і відстань до них.

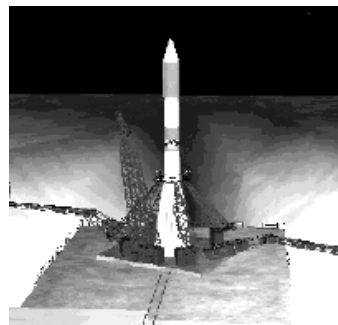
#### ***Третє повідомлення. Живі «торпеди і ракети».***

Люди давно помітили, що дельфіни, граючись, обганяють будь-який корабель. Висловили думку, що це досягається завдяки великій потужності хвоста і обтічній формі тіла. Вчені виготовили дерев'яну модель, яка копіювала форму дельфіна й обладнану потужним двигуном, але виявилось, що швидкість моделі в 10 раз менша, ніж у

живого дельфіна. Загадка ховалася в іншому — у шкірі дельфіна. Пружна шкіра усуває завихрення води.

Інженери створили спеціальні гнучкі обшивки для торпед і підводних човнів, подібні за будовою до шкіри дельфіна. Опір води зменшився більш як удвічі. Також вважають, що мастило, яке виробляється особливими залозами дельфіна, відштовхує воду. Найдрібніші крапельки води утворюють кульки, на яких, як на підшипниках, рухається тіло дельфіна.

Реактивний рух, який зараз використовується в реактивних літаках, ракетах (мал. 2) і космічних снарядах, властивий восьминогам, кальмарам, каракатицям і медузам. Усі вони використовують для плавання реакцію струменя води. Саме це дало підставу назвати кальмарів біологічними ракетами.



Мал. 2.

Інженери уже створили двигун, подібний до двигуна кальмара. Його назвали водометом.

Четверте повідомлення. Живі «сейсмографи».

Із численних тварин, що мають невідомі нам механізми для прогнозування штормів, біоніки в ролі першого піддослідного об'єкта вибрали медузу. Вона, за численними спостереженнями, задовго до наближення шторму спішить перейти в безпечні місця. Виявляється, у медузи є інфравухо. Воно дає їй змогу вловлювати недоступні для людського вуха інфразвукові коливання (частотою 8-13 Гц), які добре поширюються у воді і приходять за 10-15 год. до шторму. Вже створено штучне «вухо медузи», яке виявляє наближення шторму.

**П'яте повідомлення. Політ у природі.**

Навчившись літати, людина перевершила птахів за швидкістю польоту в 1912 році, за висотою — у 1916 році, і за дальністю — у 1924 році. А ось за економічністю польоту навіть найкращі у світі повітряні лайнери, що переносять за кілька годин сотні пасажирів через моря й океани, все ще відстають від птахів. Літальний апарат лелеки майже у 10 разів економічніший, ніж у найдосконаліших літаках. Дзьоб, голова, шия плавно вигнуті під час польоту, ноги підібгані і майже не виступають з тулуба, нагадуючи прибране шасі літаків.

Спостереження за польотом птахів привело до створення літаків. А пташка колібрі масою 2 г у польоті нагадує політ

гелікоптера (*так показує прискорена зйомка польоту*). Крила колібрі обертаються в площині паралельній до площини землі, як і у гелікоптера. Гелікоптер піднімається вгору без розбігу, як і колібрі. Частота змаху крил колібрі понад 50 раз в секунду, вона може зависати в повітрі, летіти боком.

А які цікаві польоти птахів із використанням висхідних потоків повітря. Наприклад, скопа подолала відстань 130 км за годину, ні разу не махнувши крильми. Такими польотами користуються ластівки, альбатроси і навіть білки-летяги. Ці білки здійснюють польоти на віддалі 20-30 метрів, як планери.

Політ птахів вивчали ще наші предки. Так, Леонардо да Вінчі, спостерігаючи за птахами, створив моделі літальних апаратів. Морські риби також здійснюють польоти, але за рахунок інерції, коли втікають від хижаків.

**Учитель.** Цікаві пристосування є у рослин і тварин для збільшення і зменшення сили тертя.

Спостереження за природою дозволило вченим використати їх для своїх потреб.

Так, італійський інженер Нерві використав принцип будови листка дерева для покриття споруди Туринської виставки, завдяки чому легка і тонка конструкція перекивається без опори 98-метрову відстань. Ейфелева вежа будовою нагадує трубчасту кістку людини — стегнову.

Американська підводна станція «Сілеб» формою нагадує восьминога. А конструкцію 5-кімнатного підводного будинку «Преконтинент-II» у підводній експедиції Жака Кусто підказала морська зірка.

Отже, ці цікаві дані переконують нас у тому, що механіка — це наука про рух тіл, тобто про явища, які відіграють величезну роль у житті всього живого, що є у природі.

Життя людини, її праця тісно пов'язані з рухом. Сама назва науки про рух та назви її розділів — «Кінематика» та «Динаміка» — увійшли в наше повсякденне життя: кінематограф, гідродинаміка, аеродинаміка, механізм, енергетика, механізація, автоматизація, комп'ютеризація тощо.

Механізація та автоматизація — це благо для людей. Проте не можна забувати також про шкідливі наслідки, пов'язані з ними. Сучасна техніка прямо чи опосередковано впливає на навколишнє

середовище. Тому надзвичайно важливо, розвиваючи техніку, враховувати її вплив на екологію.

#### IV. Розв'язування біофізичних задач

Тексти задач даються на кожен стіл.

1. Пояснити, чому водо-плаваючі птахи залишаються майже сухими, виходячи із води?

2. Чому під час прополювання не слід висмикувати бур'яни із землі різким рухом, навіть якщо вони слабо утримуються в ґрунті?

3. Голуб масою 100 г набирає висоту 100 м протягом 20 с. Яку потужність він при цьому розвиває?

4. Літаюча риба, рятуючись від хижаків, злітає на висоту до 10 м і за інерцією здійснює політ довжиною 30 м. Якщо уявити, що тривалість польоту 2 с, то якою буде горизонтальна складова швидкості риби?

#### V. Підсумок уроку

Учні дають відповіді на запитання:

1. Що таке механізація?

2. На що впливає негативно механізація?

3. Що таке біоніка?

4. Чи використовує людина «досягнення» природи у своїх цілях?

5. Який художник давнини «займався» проблемами механіки? Якими?

#### VI. Домашнє завдання

Задача 1. Пояснити за допомогою закону всесвітнього тяжіння, коли більше важить гиря масою 1 кг: а) вдень чи вночі; б) влітку чи взимку?

Задача 2. Яку швидкість отримує кальмар після одного скорочення мантийної порожнини, якщо вода виштовхується з швидкістю 7,5 м/с, а маса води становить  $\frac{1}{3}$  маси тіла кальмара?

## "ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ"

### Урок-гра "Що? Де? Коли? "

**Мета.** Формувати науковий світогляд на основі першого закону термодинаміки; систематизувати знання про закон збереження енергії та його застосування до різних процесів; навчити застосовувати

перший закон термодинаміки для пояснення теплових явищ, узагальнити знання про фізичні основи теплових двигунів.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** «Рулетка», таблички із символами команд, «кип'ятильник Франкліна», кювета, гаряча вода, лід, сіль, пластилінова кулька, дві сталеві або гумові кульки, пробірка з водою, корок, штатив, сухе пальне, сірники, графо-проектор, фільмоскоп, екран.

**Методичні поради.** У процесі підготовки до уроку учні залучаються до захоплюючого процесу пошуку: частина опрацьовує літературу, решта — оформляють стенди, готують прилади та наочність тощо. Під час проведення уроку учні слідкують за напруженою роботою думки учасників гри, пробують свої сили.

Призначення такого уроку — розвиток пізнавальних інтересів учнів та закріплення знань, набутих на уроках.

*Правила проведення гри такі:*

1. Команди формуються виключно за бажанням учнів. Кожна з команд, що бере участь у змаганнях, повинна мати свою емблему, девіз та назву.

2. За стіл сідають по одному представнику кожної команди. Інші члени його команди (1-2 учні) перебувають збоку від столу.

3. За правильну відповідь представника команді присуджується певна кількість очок, якщо відповідь правильна, але неповна, то зараховується половина очок.

4. Команда, яка не відповіла на запитання, вибуває з гри.

Урок-гра зазвичай проводиться у кабінеті або класі. Одна половина класу відводиться для учасників гри, на другій — розміщуються уболівальники. У центрі зали знаходиться стіл із «рулеткою», навколо нього — стільці (за кількістю команд).

«Рулетка» — це диск діаметром 40 см, розділений на сектори, пофарбовані у різні кольори, зі стрілкою, що обертається навколо осі, або дзигу. Секторів стільки, скільки команд. На секторах лежать таблички із символами команд. Право на відповідь одержує та команда, на яку вказує стрілка рулетки. Якщо стрілка зупиняється над сектором, що відповідає команді, яка вибула з гри, то відповідь дає команда, яка є першою по ходу стрілки. Член команди, на яку вказує стрілка, може давати відповідь самотійно або це може зробити інший член команди після колективного обговорення відповіді.

У ході проведення уроку-вікторини розглядаються такі основні питання:

1. Перший закон термодинаміки — один із найважливіших законів природи.
2. Необоротність теплових процесів, що відображають якісну характеристику теплової форми руху матерії.
3. Принцип дії теплових двигунів.
4. Охорона навколишнього середовища у зв'язку із застосуванням теплових двигунів.

### *Хід уроку*

#### *I. Вступне слово вчителя*

Шановні учні, ми закінчили вивчення теми «Основи термодинаміки». Сьогодні урок завершальний, узагальнюючий. Він — підсумок нашої роботи. У своїх виступах ви повинні відобразити:

«Що?» — сутність винаходу, відкриття, методу.

«Де?» — місце відкриття, втілення винаходу у виробництво.

«Коли?» — дата (*рік, століття чи епоха*) відкриття, винаходу, втілення.

#### *II. Конкурс вікторин*

Ведучий запускає, рулетку, стрілка-показчик, зупиняючись, вказує команду, якій дається право на виступ. Під час обертання дзиги можна увімкнути магнітофон з відповідною музикою або розповісти маленькі історії-жарти з життя вчених.

#### *Конверт 1. Розвиток поглядів на природу теплоти*

**Ведучий.** Шановні знавці! Відомо, що виникнення і розвиток основних понять вчення про теплові явища, такі як температура, кількість теплоти супроводжувалися розвитком поглядів на природу теплоти. До середини XVII ст. із цього приводу існували дві основні гіпотези.

За першою, а згодом основною, сутність теплоти полягає в невидимому русі частинок тіла, з яких воно складається. За іншою гіпотезою, теплота — це особлива, невагома (флюїдна) субстанція — теплород. У рамках вчення про теплород сформувалися такі основні калориметричні поняття: кількість теплоти, питома теплоємність тощо.

У кінці XVII — початку XIX ст. різко зросла зацікавленість у проблемі теплоти, що було пов'язано з розвитком металургії та створенням теплових машин. Тоді і було нанесено рішучий удар по гіпотезі теплороду. Працями яких англійських учених було нанесено

цей удар по теплородові? Який експериментальний факт примусив заперечити існування теплороду? (Працями Б. Румфорда і Х. Деві. При свердлінні каналів гарматних стволів виділялася значна кількість теплоти.)

### *Конверт 2. Винайдення парової машини*

**Ведучий.** У ХІХ ст. дослідження процесів перетворення теплоти в роботу набуло важливого практичного значення. Це пояснюється тим, що з початку цього століття в техніці все більш широке застосування дістає парова машина. У 1782 році була побудована парова машина, яка складалася з одного циліндра з поршнем. Пара впускалася то з одного боку поршня, то з іншого. Це було досягнуто в результаті застосування золотника. Машина швидко дістала широке застосування на заводах (для приведення механізмів в дію), на транспорті. Хто винахідник цієї машини? У якій країні він жив? (*Джеймс Уатт. В Англії*)

*Конверт 3. Відкриття закону збереження і перетворення енергії*

**Ведучий.** У сорокових роках ХІХ ст. відбулася дуже важлива подія в історії фізики та в історії науки взагалі — було встановлено закон збереження та перетворення енергії.

Ідею про збереження у природі висловлювали ще древньогрецькі філософи. Вони вважали, що в природі, яка нас оточує, весь час відбуваються зміни, які не можуть ніколи припинитися.

Розвиток фізики вимагав від учених визнання ідеї взаємоперетворення матерії і тим самим готував ґрунт для встановлення закону, який оформив би цю ідею в конкретну форму та з'єднав її з іншою важливою ідеєю — ідеєю збереження. Але побачити сам закон в дуже обширному фактичному матеріалі було нелегко. Для його аналізу та узагальнення були потрібні широта філософського підходу, точність математичного аналізу дослідних даних та скрупульозність експериментального дослідження. І так вже сталося, що ці три «функції» розподілилися між трьома вченими. І, можливо, не випадково є та обставина, що ні жоден із них не був, власне кажучи, фізиком-професіоналом.

Німецький учений Роберт Майєр (1814-1878) — лікар, німецький учений Герман Гельмгольц (1821-1894) за освітою фізіолог, а третій фізик — англійський промисловець. Для узагальнення фактичного матеріалу та висунення закону, що виходив

за межі механіки, потрібно було відмовитися від упередженості і піднятися вище (традиційного для фізиків-професіоналів того часу) механістичного світогляду. Хто цей третій учений? Назвіть роки його життя. (Джеймс Джоуль. 1818-1889.)

*Конверт 4. Закон збереження та перетворення енергії*

**Ведучий.** Якісна особливість енергії — можливість її перетворення з одного виду в інший. Одним із важливих законів природи є перший закон термодинаміки.

Шановні знавці! Згадайте, як формулюється цей закон, до яких явищ природи його можна застосувати? (*Перший закон термодинаміки — це закон «збереження енергії для механічних і теплових явищ: кількість теплоти, що передана системі, дорівнює зміні її внутрішньої енергії та роботі, яку виконує система над зовнішніми тілами.*)

*Конверт 5. Експериментальне підтвердження закону збереження енергії*

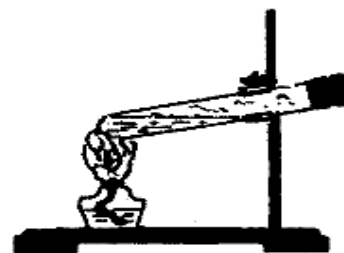
**Ведучий.** Дорогі друзі. Сьогодні ми розглядаємо дуже важливий закон природи — закон збереження енергії. І хоча цей закон був встановлений не фізиками-професіоналами, все ж таки ідея закону руху належала фізикам: Декарту, Гюйгенсу, Лейбніцу, Ломоносову. Адже фізики — народ розумний, винахідливий. А ще — веселий і кмітливий. Для того, щоб наш урок був цікавим, потрібно прийняти естафету гумору у видатних фізиків — вони жартувати вміли.

Наприклад, кепкуючи над балакучим американським фізиком Робертом Міллікеном, його співробітники запропонували ввести нову одиницю — КЕН — для вимірювання балакучості, а тисячна частина — мілікен — мала перевершувати середню балакучість людини.

А особливо фізики-експериментатори любили пожартувати над фізиками-теоретиками.

Про «експериментальні здібності» видатного фізика-теоретика Л. Д. Ландау ходили легенди: досить йому було з'явитися в лабораторії, як установки виходили з ладу, розбивалися скляні колби, псувалися прилади.

Фізики не могли з'ясувати причини: чи то великий Дау (так Ландау називали друзі) боявся експерименту, чи то експеримент боявся його. Щоб нічого лихого не сталося у лабораторії Дау просили покласти руки на спинку стільця. Жартуючи чи всерйоз, але ми говоримо про



Мал. 1.



фізику... Отож, наші експерименти.

Шановні знавці! Проведіть експерименти, які підтверджують, що:

А. Внутрішня енергія може перетворюватись у механічну.

(Експеримент-відповідь (можливий варіант) — приклад теплового двигуна одноразової дії, (мал. 1.))

Б. Механічна енергія може перетворюватись у внутрішню енергію.

(Експеримент-відповідь (можливий варіант) — не пружний удар пластилінової кулі об переешкоду.)

В. Внутрішня енергія може передаватися від тіла до тіла так, що повна внутрішня енергія тепло ізолюваної системи зберігається. (Лабораторний дослід щодо теплообміну в калориметрі.)

Г. Механічна енергія може передаватися від тіла до тіла так, що повна енергія замкнутої системи зберігається.

(Експеримент-відповідь — пружний удар сталевих або гумових куль.)

*Конверт 6. Необоротність теплових процесів. Другий закон термодинаміки*

**Ведучий.** Перший закон термодинаміки дав змогу описати будь-який процес, у ході якого відбувається перетворення різних видів енергії у внутрішню. Проте цей закон не дає жодних вказівок на те, які енергетичні перетворення можливі і в якому напрямі мають розвиватися. Перший закон термодинаміки не накладає жодних обмежень на напрям перетворення енергії з одного виду в інший, вимагаючи лише збереження енергії в замкнених системах. Між тим, досвід свідчить, що різні види енергії неоднаково здатні перетворюватися в інші види. Виявляється, що всі макроскопічні процеси у природі, які протікають самочинно, є необоротними. Принцип про необоротність природних процесів становить одне із загальних формулювань другого закону термодинаміки. Цей закон, як і всякий фундаментальний закон, є узагальненням великого числа дослідних фактів. Він не має теоретичного виведення і тому приймається за постулат.

Шановні знавці! 1. Що таке необоротний процес?

2. Як сформулював другий закон термодинаміки німецький учений Роберт



Мал. 2.

Клаузіус (1822-1888)? (1. Необоротними називаються такі процеси, які можуть самовільно протікати тільки в одному напрямі; у зворотному напрямі вони можуть протікати тільки як одна з ланок більш складного процесу. 2. Неможливо перевести теплоту від більш холодної системи до більш гарячої за відсутності інших одночасних змін в обох системах або в навколишніх тілах. Іншими словами, теплота не може переходити сама по собі від тіла менш нагрітого до тіла більш нагрітого.)

*Конверт 7. Принцип дії теплових двигунів*

**Ведучий.** Відомо, що в результаті виконання над газом роботи або передачі йому певної кількості теплоти можна збільшити його внутрішню енергію і, навпаки, за рахунок внутрішньої енергії газу може бути виконана механічна робота. На виробництві, транспорті, для роботи різних механізмів потрібна механічна енергія. Тому перетворення внутрішньої енергії в механічну є надзвичайно важливе для практичної діяльності людини. Таке перетворення здійснюється за допомогою теплових машин.

Шановні знавці! Просимо вас відповісти на такі запитання: 1. У чому полягає принцип дії теплової машини? 2. Як теоретично обчислити її ККД? (1. На екран проектується принципова схема теплового двигуна (мал. 2). Робоче тіло (газ, пара), одержуючи від нагрівника кількість теплоти  $Q_1$ , виконує роботу  $A'$  і передає холодильнику кількість теплоти  $Q_2$ . При цьому  $Q_1 > Q_2$ . 2. ККД

теплового двигуна дорівнює  $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ , для ідеального двигуна -

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.)$$

*Конверт 8. Умова, за якої тепла машина має найвищий ККД*

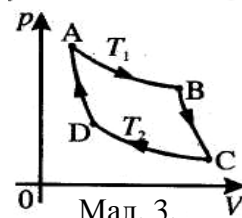
**Ведучий.** На початку ХІХ ст. було доведено, що найвигіднішим у роботі теплового двигуна є цикл із чотирьох процесів — двох ізотермічних і двох адіабатичних. У першому процесі розширення газу відбувається за сталої температури, а в другому — газ розширюється, будучи тепло ізолюваним від навколишнього середовища.

Адiabатний та ізотермічний процеси дозволяють якнайповніше використати внутрішню енергію тіла для виконання механічної роботи: в адіабатному процесі — за рахунок внутрішньої енергії газу, в ізотермічному — за рахунок внутрішньої енергії іншого тіла

(нагрівника). Для неперервної роботи газу за рахунок його внутрішньої енергії необхідний циклічний процес. Розширення газу здійснюється за високих значень тиску та температур, а стискання його — за нижчих у третьому й четвертому процесах.

Цикл, що складається із двох ізотермічних і двох адіабатних процесів названо іменем ученого, який першим його розглянув. Під час розширення робоче тіло виконує роботу, а в результаті стискання роботу над ним виконують зовнішні сили. Після кожного циклу робоче тіло повертається у вихідний стан.

(На екран проектується цикл (мал. 3).



Мал. 3.

Особливість роботи реальних теплових двигунів полягає у тому, що у циклічному процесі не можна перетворити в роботу всю кількість теплоти, яку отримали від нагрівника. Якусь частину цієї кількості теплоти доводиться віддати третьому тілу з більш низькою температурою. Хто з учених і коли вказав умови роботи ідеальної теплової машини? (Французький інженер-фізик Саді Карно (мал. 4) у 1824 році.)



Мал. 4

*Конверт 9. Вічний двигун другого роду неможливий*

**Ведучий.** Оскільки в реальній тепловій машині не можна перетворити в механічну роботу всю кількість теплоти, одержану від нагрівника, то із другого закону термодинаміки випливає висновок: не всі джерела енергії на Землі можуть бути зараховані до енергетичних ресурсів; не може бути використана енергія таких тіл, температура яких дорівнює температурі навколишнього середовища.

Доволі цікавим здається використання майже безмежних запасів внутрішньої енергії, яка міститься у водах океанів. Але для одержання роботи за рахунок цієї енергії необхідно мати такий самий гігантський холодильник, який приймав би частину цієї величезної кількості теплоти.

Саме тому енергія океанів не може бути зарахована до енергетичних ресурсів земної кулі.

Другий закон термодинаміки накладає обмеження на перетворення внутрішньої енергії в механічну. Гіпотетична машина, яка виконувала б роботу лише за рахунок одержання теплоти з навколишнього середовища дістала назву «вічного двигуна другого роду».

Другий закон термодинаміки можна сформулювати ще так: вічний двигун другого роду неможливий.

Таким чином, якщо перший закон термодинаміки забороняє можливість існування машини, за допомогою якої можна було б виробляти енергію з нічого, то другий закон забороняє можливість створення машини, здатної виконувати роботу лише за рахунок охолодження одного тіла.

Шановні знавці! 1. Як звучить другий закон термодинаміки у формулюванні англійського вченого Вільяма Томсона (1824-1907)? 2. Яке друге прізвище мав цей учений у зв'язку з присвоєнням йому титулу лорда? (1. У тепловій машині, що діє циклічно, неможливо перетворити в механічну роботу всю кількість теплоти, одержану від нагрівника. 2. Кельвін.)

*Конверт 10. Цікаві експерименти*

**Експеримент 1.** Вносять пробірку, в яку налито небагато етеру (ефіру); на дні пробірки лежить невеликий тягарець (для стійкого плавання, мал. 5). Пробірка щільно закрита корком, крізь який пропущено скляний трійник із двома кінцями, загнутими у вигляді сегнерового колеса. Пробірку пускають плавати у посудину з гарячою водою. Вона починає обертатися.

**Ведучий.** Шановні знавці! За одну хвилину дайте відповідь на запитання: «Чому пробірка обертається?» (Пробірка обертається внаслідок реакції струменя пари етеру. Внаслідок нагрівання у гарячій воді етер інтенсивно випаровується.)

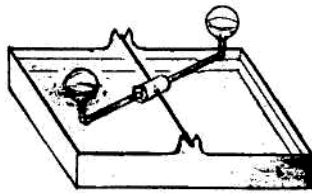
**Експеримент 2.** Демонструється прилад, головною частиною якого є «кип'ятильник Франкліна». Прилад закріплено на осі над кюветою, що заповнена теплою водою (мал. 6). «Кип'ятильник» періодично коливається, тобто його кульки по чергово занурюються у воду.

**Ведучий.** Шановні знавці! Поясніть це явище. («Кип'ятильник Франкліна» складається із двох скляних кульок, з'єднаних між собою трубкою. Повітря з кульок викачане, і вони частково заповнені спиртом. Та кулька, у якій спирту більше, переважає і, торкаючись теплої води, нагрівається. У ній зростає тиск насиченої пари спирту, що займає простір над рідким спиртом. У другій кульці, що знаходиться у контакті з навколишнім холодним повітрям, тиск насиченої пари буде меншим. Тому спирт із нижньої кульки витісняється у верхню, остання переважає і занурюється у воду. Потім процес повторюється.)

**Експеримент 3.** Ще один дослід із «кип'ятильником Франкліна». Одну з кульок «кип'ятильника Франкліна» поміщають у



Мал. 5.



Мал. 6.



Мал. 7.

посудину з водою, другу — її суміш снігу із сіллю. За кілька хвилин навколо кульки, що знаходиться у воді, утворюється кільце з льоду (мал. 7), найбільш товсте у тому місці, де не знаходиться поверхня спирту.

**Ведучий.** Шановні знавці! Поясніть, чому замерзла вода. (В охолодженій кульці пара спирту конденсується, що видно зі збільшення кількості рідини в цій кульці. У другій кульці рідина посилено випаровується з поверхні, тому в цьому місці стінки кульки найбільше охолоджуються і у воді утворюється лід)

**Конверт 11.** Охорона навколишнього середовища у зв'язку із застосуванням теплових двигунів

**Ведучий.** Теплові машини широко використовуються. Залізничними магістралями водять состави потужні тепловози, водними шляхами — теплоходи. Мільйони автомобілів із двигунами внутрішнього згорання перевозять вантажі і пасажирів.

Поршневі, турбогвинтові та турбореактивні двигуни встановлені на літаках і гелікоптерах. За допомогою реактивних двигунів здійснюються запуски штучних супутників, космічних кораблів і станцій. Двигуни внутрішнього згорання є основою механізації виробничих процесів у сільському господарстві, їх використовують на тракторах, комбайнах, самохідних шасі, насосних станціях.

Шановні знавці! Яку небезпеку несуть теплові двигуни навколишньому середовищу? Яких заходів вживають з метою зниження цієї небезпеки? (Теплові машини забирають кисень, викидають в атмосферу вуглекислий газ, золу, отруйний оксид Сульфуру ( $SO_2$ ). Жителі великих міст задихаються від вихлопних газів автомобільних двигунів. У всіх країнах світу вживають заходів з метою зниження забруднення повітря. На автомобільних двигунах встановлюють каталізатори, опрацьовують зразки нових типів двигунів внутрішнього згорання і навіть парових двигунів.

*Найперспективнішими є електромобілі й автомобілі з двигунами на водні, продуктом згоряння яких є звичайна вода.)*

**Ведучий.** Поки журі підбиватиме підсумки уроку та визначатиме команду-переможця, послухаємо пісню «Про вчених», яку виконують учасники нашого конкурсу та їхні вболівальники.

Хто, хто, хто  
Міг знати наперед,  
Що фізику започаткують  
Аристотель й Архімед?  
А потім долучився  
Великий із людей,  
Непокірний італієць  
Галілео Галілей.

Він Землю закрутив  
Як ніхто й ніколи,  
Бо естафету він прийняв  
В Коперніка Миколи.  
В Ньютона яблуко влучило...  
Спасибі — не каміння.  
І він планети пов'язав  
Законами тяжіння.

Так поступово, день за днем,  
(О, Боже! Яка мука).Науці сповіщає,  
Творилось чудо із чудес —  
Фізика-наука.

А потім Ломоносов  
Науці сповіщає,  
Що взагалі матерія  
Нікуди не щезає.  
З електрикою зв'язаний  
Аж цілий ряд ідей,  
Які у фізику принесли  
Кулон, Максвелл і Фарадей.  
А англієць Резерфорд  
Без мікроскопа, раптом  
Усьому світу заявив,  
Що він побачив атом.

*III. Підсумок уроку.*

# "ПРИНЦИП ДІ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ"

## Урок-інтерв'ю

**Мета.** Поглибити знання учнів про фізичні принципи роботи теплових двигунів, їхнє господарське застосування та екологічні проблеми, що виникають у зв'язку із забрудненням навколишнього середовища тепловими двигунами; ознайомити учнів із досягненнями науки і техніки у справі удосконалення теплових двигунів; сприяти економічному й екологічному вихованню учнів.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Таблиці про теплові двигуни, діафільм «Теплові машини», діапроектор, моделі двигуна внутрішнього згорання і парової турбіни, таблички із назвами посад «представників заводу», Конституція України.

**Методичні поради.** На час проведення уроку кабінет фізики «перетворюється» у конференц-зал. На подіумі — крісла для промовців. Дещо збоку — місце для «кореспондентів газет» та ведучого. Перед місцями, які займатимуть промовці, розмістити таблички з назвами «виробничих посад».

До уроку слід готуватися заздалегідь. Таблиця для систематизації характеристик теплових двигунів накреслити на дошці, прикривши пересувною дошкою; усі необхідні таблиці розмістити біля дошки.

### Хід уроку

*I. Мотивація навчальної діяльності. Актуалізація опорних знань*

**Вступне слово вчителя.** Ми завершуємо вивчення розділу «Термодинаміка». Сьогодні навчальний матеріал розглядатимемо не тільки з точки зору фізики і техніки, але і завдань щодо охорони природи. Ми живемо за Конституцією України. (Учні відкривають Конституцію, зачитують уголос статті 16 і 66.)

Без теплових двигунів сучасна цивілізація немислима. Без них ми не мали б у значній кількості електроенергії і були б позбавлені майже всіх видів транспорту.



Мал. 2.

До теплових двигунів відносять парову машину, двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), парову і газову турбіни, реактивний двигун. В усіх цих двигунах енергія палива переходить в енергію газу (або пари). Розширюючись, газ виконує роботу і при цьому охолоджується, частина його внутрішньої енергії перетворюється в механічну енергію. Принципова схема теплового двигуна подана на рисунку (мал. 2). Хто бажає пригадати нам принцип дії теплового двигуна?

**Учень** (користуючись схемою). Робоче тіло двигуна, яким, як правило, є газ або пара, одержує кількість теплоти  $Q_1$  під час згоряння палива. При розширенні під час нагрівання робоче тіло виконує роботу  $A'$  і передає холодильнику (атмосфері або спеціальному холодильному пристрою) кількість теплоти  $Q_2$ , яка менша від  $Q_1$ . Щоб тепла машина працювала, акти розширення повинні періодично повторюватися, тобто система має повертатися у вихідний стан. А для цього потрібно виконати роботу, яка повинна бути меншою, ніж робота при розширенні робочого тіла. Ця умова виконується завдяки наявності холодильника.

## II. Поглиблення та засвоєння нових знань

**Учитель.** Науково-технічна революція докорінно змінила значення науки у житті суспільства. Наука стала продуктивною силою. Нині, і так буде в майбутньому, виробництво потрібних людям матеріальних благ безпосередньо залежить від досягнень науки, що неминуче веде людство до перебудови та до вдосконалення усіх сфер виробництва.

Мета нашого сьогоднішнього уроку — з наукової точки зору розглянути роботу теплових двигунів та шляхи підвищення їхнього коефіцієнта корисної дії. Урок ми проведемо у формі інтерв'ю. Допомогатиме мені у цьому ведучий (називає прізвище учня) — кореспондент місцевої газети.

**Ведучий.** Шановні добродії, у нашому місті здано в експлуатацію завод, що випускатиме автомобільні двигуни. Про роботу заводу, його успіхи і досягнення своїх читачів хоче проінформувати кореспондент газети «Форд» зі США. Можливо, у такий спосіб йому вдасться збільшити число зарубіжних інвесторів, що доволі важливо для подальшої розбудови заводу. Він візьме інтерв'ю у директора заводу, головного інженера, заступника головного інженера, хіміка-технолога, провідного конструктора, еколога, завідувача заводського музею історії розвитку теплових



машин, завідувача відділу перспективних розробок. Отож, розпочинаємо роботу.

**Кореспондент.** Газету, яку я представляю, цікавить принцип роботи теплових двигунів, що випускаються на місцевому заводі, та перспективи розвитку заводу. Але спочатку я хотів би звернутися до завідувача музею. До Вас, шановний пане, таке запитання: «Чи не могли б ви дати мені маленьку історичну довідку? Де і коли з'явилися перші теплові двигуни, перші автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння?»

**Історик.** Смілива думка — змусити пару приводити в рух механізми — «вродилася дуже давно. Ще у II ст. до н. е. старогрецький вчений Герон Олександрійський створив модель парової машини, яка могла бути прообразом мирової турбіни. Проте винахід Герона не знайшов застосування і залишився просто іграшкою. Минуло 15 століть. Під час нового розквіту науки і культури великий італійський вчений, інженер та художник Леонардо да Вінчі задумався над тим, як можна використати внутрішню енергію пари. У його рукописах ми знаходимо декілька малюнків із зображенням циліндра і поршня. І приблизно через 100 років після Леонардо да Вінчі інший італієць — Джованні Бранка — уявив собі двигун, у якому використовувалась б енергія пари по-іншому. Це було колесо з лопастями, у яке силою вдаряв струмінь пари, завдяки чому колесо оберталося. Це був прообраз парової турбіни. Теплові двигуни виникли на початку XVIII століття в період бурхливого розвитку текстильної та металургійної промисловості. Парову установку побудували англійці Ньюкомен і Коулі в 1712 році, а у 1784 році в Англії Уатт одержав патент на універсальний паровий двигун, впровадження якого мало неабиякий вплив на розвиток промисловості та транспорту.

Двигун внутрішнього згоряння винайдено порівняно недавно. Перший двигун внутрішнього згоряння побудував француз Етьєн Ленуар у 1860 році. Ще 416 винаходів претендували на патент. Однак його видали майже одночасно в 1885-1886 роках німецьким механікам Готлібу Даймлеру та Карлу Бенцу, які винайшли бензинові двигуни внутрішнього згоряння, які і почали використовувати в перших автомобілях. Цікаво, що винахідники так і не познайомилися, хоч і жили недалеко один від одного і працювали над однієї проблемою. Але створені ними фірми в 20-х роках XX століття

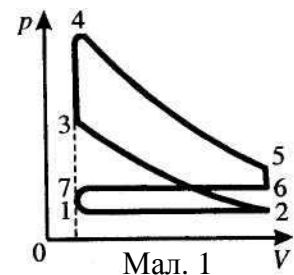
злились у відому сьогодні автомобільну компанію «Даймлер-Бенц». Ось їхні перші автомобілі (*епіпроекція фотографій*).

**Кореспондент.** Дуже вам вдячний. Тепер мені хотілося б звернутися до головного інженера. Чи не могли б ви пояснити принцип роботи ДВЗ, який випускає ваш завод?

**Головний інженер.** ДВЗ — це двигун, у якому хімічна енергія палива, що згоряє в циліндрі, перетворюється у механічну роботу. Ми випускаємо чотиритактний двигун внутрішнього згорання. Один робочий цикл двигуна включає у себе 4 ходи поршня або, як кажуть, чотири такти.

**Кореспондент.** Зрозуміло.

**Головний інженер.** У нас є діафілм, який допоможе вам краще зрозуміти роботу нашого двигуна. Робочий цикл можна подати у вигляді діаграми. Протягом першого такту (1-2) відкрито впускний клапан, відбувається засмоктування пальної суміші. Другий такт (2-3) — обидва клапани закриті, поршень стискає пальну суміш — стискання. У кінці стискання за допомогою електричної іскри запалюється пальна суміш і відбувається швидке її згорання — тиск газів стрибком (3-4) підвищується і починається третій такт (4-5) — робочий хід (клапани, як і раніше, закриті). У кінці його (точка 5) відкривається випускний клапан, тиск різко падає (5-6), і під тиском, трохи більшим за атмосферний, відпрацьовані гази виштовхуються у навколишнє середовище, відбувається четвертий такт (6-7) — випуск. Цикл завершено, закривається випускний клапан, відкривається впускний, і починається новий цикл. (*мал. 1*)



**Кореспондент.** Дякую вам, тепер усе зрозуміло. Зараз у світі проблема з паливом. Його потрібно економити. Як розв'язується ця проблема у вашому двигуні?

**Головний інженер.** Економічність двигуна внутрішнього згорання залежить від ступеня стиску робочої суміші в циліндрі перед її згоранням. Однак ; у карбюраторних двигунах пальну суміш можна стискати до певної межі, оскільки стиск супроводжується сильним нагріванням. Наприклад, якщо тиск дорівнює  $6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , то температура суміші зростає до  $380\text{-}400^\circ\text{C}$ . За такої температури бензин легко самозаймається. Відбувається вибух (*детонація*), який не лише погіршує роботу двигуна, але й може вивести двигун із ладу.

**Кореспондент.** Дякую. Дозвольте задати кілька запитань заступнику головного інженера. Чи не ведете ви роботу зі створення бездетонаційного двигуна?

**Заступник головного інженера.** Ні, не ведемо. Такі двигуни уже створені. Бездетонаційне згоряння палива вдало здійснив німецький інженер Рудольф Дизель у 1878 році. У такому двигуні стиску до  $1,5 \cdot 10^6 - 3,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$  зазнає не пальна суміш, а повітря, причому його температура підвищується до  $500-700^\circ\text{C}$ , тобто до значення, достатнього для samozапалення рідкого пального.! Тому в дизелі немає свічки для запалення пальної суміші.

**Кореспондент.** Вибачте, але як подається пальне у такий двигун?

**Заступник головного інженера.** У стиснуте і сильно нагріте повітря впорскується за допомогою паливного насоса і форсунки дизельне паливо або солярка. Паливо загорається і горить значно довше, ніж бензин, а тому без вибуху. Утворені при цьому газу розширюються і тиснуть на поршень, виконуючи корисну роботу під час руху поршня вниз у робочому такті.

**Кореспондент.** А що можна сказати про ККД дизеля?

**Заступник головного інженера.** ККД дизеля становить близько 40%. Він вищий, ніж у карбюраторного ДВЗ.

**Кореспондент.** А робочий цикл дизеля такий же, як і в карбюраторного ДВЗ?

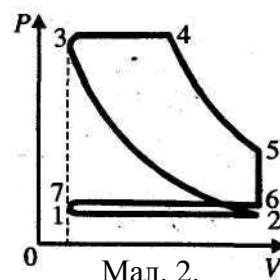
**Заступник головного інженера.** Ні, не цілком. У нього є свої особливості Я їх вам поясню за допомогою діаграми і діафільму. (Демонструються кадри діафільму, інженер їх коментує, відтак пояснює діаграму.) Під час ходу поршня вниз через впускний клапан у робочий циліндр засмоктується не пильне, а атмосферне повітря. На малюнку 2 цей такт зображено ізобарою 1-2. За подальшого обертання колінвала поршень під час зворотного руху вгору адіабатно стискає повітря у циліндрі, тому що впускний і випускний клапани закриті. У кінці цього такту (2-3) температура у робочому циліндрі підвищується до  $500-700^\circ\text{C}$ . У стиснуте й нагріте повітря вприскується за допомогою наливного насоса й форсунки дизельне пальне. Воно загорається і горить значно довше за бензин. Утворені при цьому газу тиснуть на поршень і виконують корисну роботу під час усього переміщення поршня вниз. Тиск газу під час згоряння пального (3-4) підтримується приблизно сталим. Після закінчення згорання пального відбувається адіабатне розширення газу (4-5).

Коли відкривається випускний клапан, тиск різко падає по ізохорі 5-6. Під час зворотного руху поршень виштовхує продукти згоряння в атмосферу за сталого тиску (6-7), трохи вищого за атмосферний. На цьому цикл завершується і розпочинається новий. Пане кореспонденте, чи все Вам зрозуміло з мого пояснення?

**Кореспондент.** І так, і ні. Я зрозумів, що у карбюраторного ДВЗ і дизеля є чотири такти: впуск, стиск, робочий хід і випуск. А діаграми у них різні. Чому? Що дає ця відмінність? Я цього не зрозумів.

**Головний інженер.** Дозвольте мені пояснити.

В усіх типів чотиритактних двигунів назви тактів однакові. Проте фізичні процеси, що відбуваються, різні. Зверніть увагу на процес збільшення тиску (*пояснює на діаграмах*). У карбюраторному ДВЗ він відбувається у два етапи — тиск плавно зростає по адіабаті (2-3) і більш різко зростає по ізохорі (3-4). У дизельному ДВЗ тиск зростає за умови адіабатного стискування (2-3). І процеси розширення різні: у карбюраторного ДВЗ він здійснюється по адіабаті (4-5), а у дизеля по ізобарі (3-4) та адіабаті (4-5). У результаті тиск у циліндрі дизеля вищий, ніж , у ДВЗ. У дизеля 3,5-4 МПа, у карбюраторного двигуна 0,5-0,9 МПа. (*мал. 2*)



**Кореспондент.** Дякую. (*Звертається до директора заводу*). Чи випускає ваш завод двотактні двигуни?

**Директор.** Поки що — ні. Тільки розпочинаємо їхнє освоєння. Кореспондент. Чи вигідний двотактний двигун?

**Конструктор.** Так, вигідний. Двотактні двигуни мають менші габарити і масу. Їхній хід більш рівномірний. Для них головним є простота конструкції і мала маса, а не економічність. Але ці двигуни, як правило, малопотужні.

**Кореспондент.** Прокоментуйте, будь ласка, переваги дизельного двигуна над карбюраторним.

**Конструктор.** Дизелі працюють на паливі, яке відносно дешевше за бензин. Найбільш широко застосовується солярка в швидкісних дизелях, а суміш і мазуту із соляркою — у тихохідних. Перевагою дизелів є їхня висока економічність, ККД дорівнює 40-45%. У карбюраторних двигунах ККД усього 25-30%. Дизельні двигуни широко застосовуються на всіх видах транспорту, крім літаків.

**Кореспондент.** Дякую. Хочу задати запитання хімікові технологу. Чи не могли б ви сказати, які види палива використовуються у ваших двигунах?

**Хімік-технолог.** Основне джерело енергії — бензин різних марок. Бензин є складною сумішшю легких вуглеводнів і застосовується, головним чином, у двигунах з іскровим запаленням. Дизельне паливо — це середні та важкі фракції перегонки нафти. Утворюються з неї шляхом википання за температури 270°C-400°C. Пальним для дизелів, які працюють під великим навантаженням, але у стаціонарних умовах, є суміш мазутів, розбавлених газойлевими фракціями.

**Кореспондент.** Дякую. На жаль, яким не було б пальне, викид відпрацьованих газів іде в навколишнє середовище. Я прошу еколога розповісти про екологічні проблеми, які виникають у зв'язку з цим.

**Еколог.** Двигун внутрішнього згоряння був створений, щоб покращити життя людей, але поступово це геніальне творіння кінця XIX століття перетворилось у зло, джерело небезпеки. У даний час близько 0,02% суші зайнято під дороги. Головне — автомобіль забруднює навколишнє середовище внаслідок викиду газів у атмосферу. Від цих газів гинуть квіти, дерева; над містами, де багато транспорту, часто утворюється смог — отруйний туман, який тривалий час не розсмоктується. Дуже шкідливий шум, створений автотранспортом. Він складає 80% технічних шумів, впливає на нервову систему людини, викликає психічні захворювання, скорочує на 8-12 років життя мешканців великих міст. Шум став четвертим після наркотиків, алкоголю і тютюну смертельним ворогом людини.

**Кореспондент.** Вибачте, але якщо ДВЗ такі шкідливі, то навіщо ваш завод їх випускає? Як запобігти шкідливим наслідкам їхньої роботи?

**Еколог.** Над цими проблемами працюють зараз фахівці всього світу. В усіх країнах світу із розвинутою промисловістю проводяться роботи зі зниження забруднення повітря. І ми враховуємо їхні рекомендації. На двигунах встановлюємо каталізatori, проводиться точне регулювання карбюраторів, удосконалюються глушники, переходимо на використання природного газу. Зараз іде інтенсивний пошук нового палива для ДВЗ, одержаного не на основі нафти, а на основі спиртів. Ведуться неабиякі дослідницькі роботи по створенню водневого двигуна, продуктом згоряння якого є звичайна вода. У

багатьох країнах світу створюються електромобілі. На дорогах Німеччини з'явилися електро-автобуси концерну «Даймлер-Бенц».

**Кореспондент.** Які заходи щодо охорони природи здійснені на вашому заводі?

**Еколог.** У країні введена обов'язкова державна екологічна експертиза проектів усіх нових промислових і сільськогосподарських об'єктів. Проект нашого заводу пройшов таку експертизу. У даний час ми переводимо наші двигуни на газове пальне. Зараз дорогами нашого міста й області їздять автобуси з газовими установками. Такими ж двигунами оснащені й вантажні автомобілі. Але, на жаль, поки що екологічно чистою нашу продукцію назвати не можна.

**Кореспондент.** Я хотів би знову звернутися до хіміка-технолога із запитанням: «Які переваги і недоліки газового пального?»

**Хімік-технолог.** Використання природного газу продовжує термін служби свічок запалювання на 40%; у чотири рази — моторних масел. Крім того, зменшується викид шкідливих речовин в атмосферу. Недоліком таких установок є те, що газ потрібно стискати до тиску 20-25 МПа, що вимагає установки на газонаповнювальних станціях спеціальних компресорів, а на автотранспорті — декількох сталевих балонів для зберігання газу під високим тиском.

**Кореспондент.** Які плани покращення двигуна внутрішнього згоряння на вашому заводі?

**Завідувач відділу перспективних розробок.** Ми сконцентрували свою увагу на теоретичній розробці таких проблем: збільшення потужності, надійності, економічності та екологічної чистоти двигунів. Повинен сказати, що збільшення потужності двигунів тягне за собою чимало проблем: збільшення витрати пального, підвищення термо- і вібронавантажень.

**Кореспондент.** Які шляхи ви бачите для розв'язання цих проблем?

**Завідувач відділу перспективних розробок.** Деякі з них можуть бути розв'язані за допомогою керамічно-композиційних матеріалів, шляхом пошуку фахівцями-хіміками нових дешевих складових пального. Для того, щоб наші двигуни були екологічно чистішими, ми розробляємо спеціальні нейтралізатори шкідливих речовин, що викидаються двигунами.

**Кореспондент.** Пане директоре, чи плануєте ви розширювати виробництво двигунів на вашому заводі?

**Директор.** Можливо, у майбутньому, коли наш завод переросте у виробниче об'єднання з випуску теплових двигунів різного типу, ми налагодимо виробництво парових турбін та реактивних двигунів.

**Кореспондент.** Чи могли б ви коротко ознайомити нас із принципом дії двигунів цих типів?

*(Головний інженер, використовуючи модель парової турбіни та діафільм пояснює принцип дії парової турбіни, повідомляє про ККД, переваги та недоліки у застосуванні. Заступник головного інженера, використовуючи таблиці із схемами реактивних двигунів, пояснює принцип дії, переваги та недоліки.)*

**Кореспондент.** Останнє запитання я хочу задати директорові. Чи не могли б ви сказати, кому потрібна ваша продукція?

**Директор.** Теплові двигуни мають широке використання. Залізничними магістралями водять потяги потужні тепловози. Водними шляхами плавають теплоходи. Мільйони автомобілів із ДВЗ перевозять вантажі і пасажирів. ДВЗ є основою механізації виробничих процесів у сільському господарстві; їх встановлюють на тракторах, комбайнах, самохідних шасі, насосних станціях тощо.

**Кореспондент.** Я вельми вдячний адміністрації заводу, всім фахівцям за те, що, незважаючи на зайнятість, приділили увагу нашій газеті. Ваші відповіді дозволили мені скласти доволі цілісну картину роботи вашого заводу, бо охопили як теоретичні, так і практичні проблеми сьогодення і майбутнього.

### **Ведучий**

Поважні тепер теплові двигуни,  
Бо людям полегшують працю вони:  
Орють, засівають, збирають зерно.  
Без них, як без рук, все одно.  
Із міста у місто нас возять не раз,  
І тим економлять нам сили і час.  
Внизу залишивши свій шлейф вогняний,  
У простір космічний злітають вони.  
В повітрі, як птахи, як риби в воді,  
Хоч досить вже давні, та все ж молоді.  
Потрібні всім людям усюди й завжди,  
Та тільки призводять, бува, до біди.  
Повітря отруйне, як спадок, для всіх —  
І в тому їх шкода, великий їх гріх.  
А скільки пального з'їдають щодня!..

То, може, повернемо вола і коня?  
 Проблеми відразу розв'яжуться всі...  
 Є віз дерев'яний, навіщо таксі?  
 Чи, може, зуміємо вихід знайти,  
 Щоб Землю свою й двигуни зберегти?

**Кореспондент.** Ще раз щиро усім дякую.

**Учитель.** Сподіваюся, усім було цікаво й на уроці усі збагатилися знаннями. А щоб вони були міцнішими, заповнимо таблицю.

### III. Систематизація знань.

Систематизація знань проводиться у вигляді заповнення таблиці.

<i>Назва теплового двигуна</i>	<i>ККД</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>	<i>Використання та перспективи</i>

### IV. Підсумок уроку. Домашнє завдання

## "ЕЛЕКТРОСТАТИКА"

### Урок-гра

**Мета.** Узагальнити та систематизувати навчальні досягнення учнів за темою «Електростатика»; сприяти розвитку логічного мислення, умінню застосовувати знання у нестандартних ситуаціях; виховувати впевненість у власних здібностях і знаннях.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Графопроектор, плівка із записами запитань та варіантів можливих відповідей, сигнальні картки.

**Методичні поради.** Такий урок можна проводити під час перевірки теоретичних знань учнів, а також повторення та узагальнення знань із цілого розділу навчального матеріалу. Залежно від мети уроку робота учнів може бути індивідуальною, парною або груповою. Пропонуємо варіант роботи на уроці за правилами, що нагадують телевізійну гру «Перший мільйон».

#### *Правила гри*

Нехай група налічує 10 учнів (*наповнюваність групи може бути будь-якою*). Сформуванню групи можна, провівши відбірковий тур



жеребкування або врахувавши бажання учнів. Решта учнів стає активними глядачами, до яких гравці можуть звертатися за допомогою.

На робочому місці кожного гравця є чотири сигнальні картки з цифрами 1, 2, 3, 4. Один із десяти гравців — переможець відбіркового туру, що став провідним гравцем — відповідає на запитання після того, як решта гравців покажуть свої варіанти за допомогою сигнальних карток. На обдумування відводиться 30 с.

Відбіркового тур проходить так. Учитель пропонує учням розмістити деякі елементи у певній послідовності. Гравці роблять це за допомогою карток, помічники вчителя фіксують час. Гравець, що виконав завдання правильно і швидше за інших, стає провідним гравцем.

Відповіді провідного гравця мають бути обґрунтованими. Провідний гравець сидить попереду всіх інших гравців і варіантів їхні відповіді не бачить. Якщо він дає неправильну відповідь, то обертається до глядачів. У провідного гравця є дві підказки: «50 на 50» та «Допомога глядачів», якими може скористатися лише він.

Відповіді усіх учасників фіксуються після кожного запитання; ті учні, які дали неправильну відповідь, вибувають із гри, отримавши стільки балів, наскільки запитань вони дали правильну відповідь.

Максимальна кількість запитань, на які повинні відповісти гравці, — 12. За кожну правильну відповідь учень отримує один бал. Складність запитань підвищується від етапу до етапу.

Якщо провідний гравець вибуває з гри, його місце займає член команди, який відповів правильно (*на цьому етапі гри*) на всі запитання, і першим виявив бажання стати провідним гравцем.

Для чіткішої організації проведення гри можна використати графопроектор. Учитель заздалегідь записує на прозорій плівці запитання. Усі учні класу можуть прочитати на екрані завдання та варіанти відповіді. Після вибору варіанта відповіді за умовним сигналом гравці підіймають відповідні сигнальні картки. Помічники вчителя фіксують результати, після чого свою відповідь дає провідний гравець. Якщо йому потрібна підказка «50 на 50», учитель виключає два варіанти відповіді, а якщо гравець звертається за допомогою до глядачів, вони піднімають сигнальні картки, а провідний гравець робить свій вибір.

Зміст запитань та варіанти відповідей гри за темою «Електростатика».

### Завдання відбіркового туру

Розмістіть у порядку збільшення значення електричної ємності:

- 1) 5мкФ;
- 2) 5мФ;
- 3) 5пФ;
- 4) 5нФ.

### Завдання для основної гри

1. Одиницею вимірювання електричного заряду є...

- 1) кулон;
- 2) вольт;
- 3) ампер;
- 4) ньютон.

2. Тіло набуває додатного заряду у випадку...

- 1) втрати електронів;
- 2) приєднання електронів;
- 3) втрати протонів;
- 4) приєднання нейтронів.

3. Як напрямлено вектор напруженості електричного поля, створеного зарядом  $q$  у точці А (мал. 1)?



Мал. 1.

- 1) праворуч;
- 2) ліворуч;
- 3) униз;
- 4) угору.

4. Якій величині пропорційна сила взаємодії між двома точковими зарядами?

- 1)  $r$ ;
- 2)  $\frac{1}{r^2}$ ;
- 3)  $r^2$ ;
- 4)  $\frac{1}{r}$ .

5. Які із наведених нижче виразів визначають різницю потенціалів через роботу поля?

- 1)  $\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\Delta t}$ ;
- 2)  $Ed$ ;
- 3)  $\Delta\varphi$ ;

4)  $\frac{A}{q}$ .

6. Яке із тверджень правильне?

1) кулонівські сили — сили притягання, а гравітаційні — відштовхування;

2) кулонівські сили — сили відштовхування, а гравітаційні — притягання;

3) кулонівські сили — сили відштовхування і притягання, а гравітаційні — притягання;

4) кулонівські сили — сили притягання, а гравітаційні — притягання і відштовхування.

7. Який із виразів визначає електроємність плоского конденсатора без діелектрика?

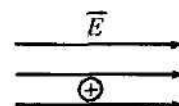
1)  $\frac{q}{U}$ ;

2)  $\frac{\epsilon_0 S}{d}$ ;

3)  $\frac{\epsilon_0 S}{\epsilon d}$ ;

4)  $\frac{\epsilon_0 \epsilon E}{2}$ .

8. В якому напрямі рухатиметься заряджена частинка (мал. 2)?



Мал. 2.

1) праворуч;

2) ліворуч;

3) вниз;

4) угору.

9. Щоб удвічі зменшити заряд металевої кульки, необхідно здійснити її контакт із...

1) такою ж за розміром металевою кулькою;

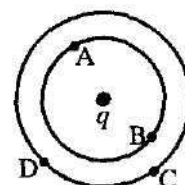
2) такою ж за розміром кулькою, виготовленою з діелектрика;

3) землю;

4) металевою кулькою, радіус якої удвічі більший.

10. Електричне поле створене точковим зарядом  $q$ . Деякий заряд здійснює переміщення АВ, АС, ВС, ВВ.

У якому випадку робота поля з переміщення заряду дорівнює нулю (мал. 3)?



Мал. 3.

1)  $A_{AB}$ ;

- 2)  $A_{AC}$ ;
- 3)  $A_{BC}$ ;
- 4)  $A_{BD}$ .

11. Повітряний конденсатор зарядили до якогось потенціалу і в зарядженому стані залили гасом, унаслідок чого енергія конденсатора зменшилася в  $\epsilon$  разів. У який вид енергії вона перетворилася?

- 1) у кінетичну енергію електронів;
- 2) в енергію поляризації часу;
- 3) у внутрішню енергію гасу;
- 4) у внутрішню енергію гасу і пластин конденсатора.

12. Чотири однакові точкові заряди містяться у вершинах квадрата. У яких напрямках рухатимуться ці заряди, якщо їх одночасно відпустити?

- 1) уздовж діагоналей за межі квадрата;
- 2) уздовж діагоналей усередину квадрата;
- 3) залишаться на місці;
- 4) усі заряди рухатимуться в одному напрямі.

Після закінчення гри підбиваються підсумки, оголошуються учням, які брали участь у грі, оцінки, визначається коло питань, над якими ще потрібно працювати на наступних уроках.

## "СУД НАД ЕЛЕКТРОСТАТИКОЮ"

### Урок-рольова гра

**Мета.** Ознайомити учнів зі значенням законів електростатики; навчити працювати з додатковою літературою, узагальнити знання учнів про будову речовини.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Кодоскоп, кодограма, кінофільм «Дослід Йоффе — Міллікена», електрофорна машина, султани, електроскоп, плоский конденсатор, пружина, оргскло, джерело високої напруги.

**Методичні поради.** Урок проводиться за сценарієм судового засідання, у якому беруть участь такі **дійові особи**: головний суддя, судді (2), секретар суду, підсудна, прокурор, адвокат, свідки, охоронці (2).

*Хід уроку*

**Секретар суду.** Встати! Суд іде!

**Головний суддя.** Сьогодні слухається справа із звинувачення Електростатики. Вона звинувачується в тому, що:

1) привласнила право існувати у двох формах: у вигляді речовини і у вигляді поля, оскільки стверджує, що навколо заряджених частинок існує електричне поле, за допомогою якого і передається дія одного заряду на інший;

2) електричні заряди невіддільні від частинок (немає частинок — немає і рядів);

3) з її вини виникають електричні розряди під час ходіння по полімерному і синтетичному покриттях підлоги. Вона негативно впливає на організм людини під час знімання нейлонового чи вовняного одягу, спричиняє загоряння літаків, автомобілів під час заправлення їх паливом, пожежі під час удару блискавки в будівлі й дерева.

Ввести підсудну! Встановити особу підсудної. Отож, Ваше прізвище?

**Підсудна.** Електростатика.

**Головний суддя.** Ваші батьки?

**Підсудна.** Фалес Мілетський, Ріхман, Ломоносов, Кавендиш, Кулон, Максвелл.

**Головний суддя.** Ваша біографія.

**Підсудна.** Електростатика — це наука про властивості й закономірності поведінки особливого виду матерії — електростатичного поля — різновиду електромагнітного поля, за допомогою якого здійснюється взаємодія між зарядженими тілами. У щоденному житті ви найчастіше стикаєтеся з різними видами саме електромагнітних сил (*сила тертя, сила пружності тощо*). Без електромагнітної взаємодії відразу зникло б життя на Землі.

Будова атомної оболонки, хімічні сили, утворення макроскопічних тіл витрачаються виключно електромагнітними силами. До створення електродинаміки привів довгий шлях планомірних досліджень і випадкових відкриттів. Усе почалося тоді, коли виявили властивість бурштину, потертого об шерсть, притягувати предмети, а закінчилося гіпотезою Дж. Максвелла, згідно з якою магнітне поле породжується змінним електричним полем.

Лише в другій половині XIX ст. (після створення електродинаміки) почали використовувати електромагнітні явища: було винайдено радіо, телебачення. А енергія електричного струму?

А освоєння космічного простору? Дивовижні можливості електромагнітної взаємодії ви перестали вже й помічати...

**Головний суддя.** То хто ж Ви?

**Електростатика.** Властивість тіл і частинок матерії, яка полягає в тому, що навколо заряджених тіл і частинок існує пов'язане з ними електричне поле. В одній точці простору можуть існувати кілька полів одночасно, і кожне з них може чинити дію на внесений у цю точку заряд, незалежно від наявності іншого поля (*принцип суперпозиції полів*). (*Демонструється взаємодія заряджених султанів.*)

**Головний суддя.** Чи є в прокурора запитання до підсудної?

**Прокурор.** Ні, Ваша Честь.

**Головний суддя.** У захисту?

**Адвокат.** У мене запитання до суду. Чи братиметься до уваги те, що батьками обвинуваченої були такі видатні люди, як Кулон і Максвелл?

**Головний суддя.** Ці факти справи не стосуються.

**Адвокат.** У мене поки що немає запитань.

**Суддя.** Чи є запитання у суддів?

**Перший суддя.** Кому Ви належите?

**Електростатика.** Майже усім тілам і частинкам, крім нейтронів, фотонів і деяким іншим елементарним частинкам.

**Другий суддя.** Сфера застосування Ваших сил?

**Електростатика.** Фізика, техніка, медицина, космос тощо.

**Головний суддя.** Переходимо до опитування свідків. Свідків, яким потрібно підготуватися письмово, прошу до дошки. (*Два учні розв'язують на дошці задачі: 1) на визначення густини речовини з використанням електростатичних сил; 2) на зміщення електрона під час руху між пластинами плоского конденсатора.*)

Задача 1. Два однакові заряджені тіла, підвішені в одній точці на нитках однакової довжини, розійшлися на кут  $\alpha$ . Визначити густину речовини тіл, якщо при зануренні їх у гас кут розходження не змінився. Діелектрична проникність гасу  $\varepsilon = 2$ , густина гасу  $\rho = 800 \text{ кг} / \text{м}^3$ .

Задача 2. Визначити зміщення електрона в електронно-променевій трубці, якщо він влітає в конденсатор паралельно до його пластин зі швидкістю  $v_0$ . Відстань між пластинами дорівнює  $d$ , напруга між пластинами —  $U$ .

**Головний суддя.** Запрошується свідок Г. Що Ви можете сказати про підсудну?

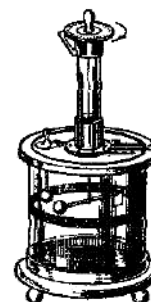
**Свідок Г.** Розповідає про електричний заряд, види електричних зарядів, взаємодію однойменних і різнойменних зарядів, способи електризації, про рівності зарядів, що виникають унаслідок електризації двох тіл, про закон збереження електричного заряду.

**Головний суддя.** Дякую. Слово надається свідку Б. (На екрані за допомогою проектора зображена установка, яка була використана для встановлення закону Кулона (мал. 1)).

**Свідок Б.** Розповідає про силу взаємодії зарядів, визначення коефіцієнта пропорційності, одиницю електричного заряду.

**Головний суддя.** Дякую. Запрошується свідок А.

**Свідок А.** Ваша Честь! Чи звертали Ви увагу на те, які подібні математичні вирази для закону всесвітнього тяжіння Ньютона і закону Кулона:  $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$  і  $F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon R^2}$



Мал. 1.

? По-перше, вони симетричні, прості, а тому красиві. По-друге, попри їхню схожість, між ними є суттєва відмінність; ми не знаємо частинок чи тіл з від'ємною масою, а заряди бувають додатними (+) і від'ємними(-).

Подібність цих законів була помічена давно. Майже 30 років Ейнштейн та інші вчені намагалися з'ясувати причини і наслідки такої подібності гравітаційного й електростатичного полів. Ейнштейн вважав, що гравітаційна й електрична взаємодії є різними виявами якоїсь однієї, фундаментальнішої взаємодії тіл. Спроба створити таку теорію Ейнштейну не вдалася. Сьогодні ми знаємо чому. Учений не знав про існування ідеї двох типів фундаментальних взаємодій — ядерної та слабкої, зумовлених взаємним перетворенням елементарних частинок. Створювана нині єдина теорія поля має об'єднувати всі чотири типи взаємодій, чим і займається сучасна фізика.

Цікаво, що закон Кулона і закон всесвітнього тяжіння Ньютона не єдині у своїй подібності.

У 1915 році скандинавський учений Бьоркнесс вивчав коливання повітряних бульбашок у воді. Йому вдалося показати, що дві бульбашки, які коливаються у воді на відстані  $R$  одна від одної, певним чином взаємодіють. Сила взаємодії  $F = k \frac{v_1 v_2}{R^2} \cos \varphi$ , де

$k = 4\pi r_1^2 r_2^2 \rho$ ;  $r_1, r_2$  - радіуси бульбашок;  $\rho$  - густина води;  $\varphi$  - різниця фаз коливань бульбашок.

У способах передачі взаємодії в законах Ньютона, Кулона і Бьоркнесса є відмінності. Але чому ж математична формула при цьому зберігається?

Відповіді ми не знаємо. Можливо, в основу нашого світогляду покладено кілька простих загальних принципів, зрозуміти які ми ще не можемо. Із них і випливають усі ті різноманітні явища, свідками яких ми є. При цьому кожне з таких явищ несе відбиток свого походження, пам'ять про своїх «батьків», зберігає свої родові риси.

**Головний суддя.** Дякую. Викликається свідок Н.

*Свідок пояснює за допомогою кодограми дослід Йоффе, доводить дискретність електричного заряду, наводить значення елементарного заряду  $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$  Кл. Демонструється кінофрагмент «Дослід Йоффе — Міллікена».*

**Головний суддя.** Викликається свідок С.

**Перший суддя.** Ваша Честь! У мене є запитання до свідка. Усі стверджують, що заряди взаємодіють через електромагнітне поле. Проте його не видно. Як же виявити це поле? Зобразити його?

**Свідок С.** Електростатичне поле виявляється за його дією на зарядні (Розповідає про створення поля зарядами, суперпозицію полів, про силові лінії, їх початок і кінець, їхню неперервність, наголошує, що силові лінії — це модель, за допомогою якої зображають поля. Демонструє кодограму силових ліній.

**Головний суддя.** Дякую. Викликається свідок О.

**Свідок О.** Повідомляє, що на заряд в електростатичному полі діє певне сила. Розповідає про напруженість електростатичного поля, а також про напруженість поля, створеного точковим зарядом, зарядженими кулею площиною; одиниці вимірювання напруженості.

**Головний суддя.** Викликається свідок Б. Що Ви можете сказати про можливість виконання роботи електростатичним полем? Які особливості цієї роботи?

**Свідок Б.** Виводить формулу для обчислення роботи щодо переміщення заряду в електростатичному полі; показує залежність роботи від координат заряду; доводить незалежність роботи від форми траєкторії, доводить, що робота вздовж замкнутого контуру дорівнює нулю, що електростатичне поле — потенціальне.



**Головний суддя.** Свідок Д., що Ви можете сказати про енергетичну характеристику поля?

**Свідок Д.** Розповідає про потенціал як про величину, зв'язану з роботою щодо переміщення одиничного заряду із нескінченності у дану точку поля; виводить формулу потенціалу поля, створеного точковим зарядом (кулею); показує зв'язок між силовою й енергетичною характеристиками поля; розповідає про різницю потенціалів, одиницю вимірювання напруженості поля (1 В/м).

**Другий суддя.** Запитання до свідка Д. Скажіть, будь ласка, яке співвідношення між одиницями вимірювання напруженості 1 В/м і 1 Н/Кл?

**Свідок Д.**  $1 \text{ Н/Кл} = 1 \text{ В/м}$ . (Пояснює, що приймають за одиницю напруженості 1 Н/Кл і 1 В/м.)

**Головний суддя.** Дякую. Свідок К., що можна сказати про енергію електричного поля?

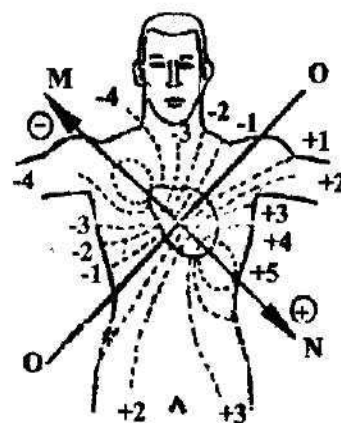
**Свідок К.** Розповідає про ємність, одиниці її вимірювання, конденсатори, види конденсаторів; виводить формули для визначення ємності кулі, плоского конденсатора; розповідає про з'єднання конденсаторів, нагромадження енергії між обкладками конденсатора.

**Свідки М. і Г.** пояснюють розв'язання задач.

**Головний суддя.** Свідок Ш., що Ви можете сказати про дію електростатичного поля?

**Свідок Ш.** Електростатичне поле діє на живі організми. Ще в 1745 році І лікар Краценштейн намагався лікувати параліч електричними «ударами». Жан Поль Марат, лікар і фізик за професією, напередодні Великої Французької революції лікував електрикою. Знамениті учені Гальвані, Юнг, Ерстед, Гельмгольц були фізиками, фізіологами і лікарями. У 1802 році учень Гальванні Альдіні вперше зробив спробу за допомогою електричного струму повернути до життя серце померлої людини.

У 1922 році хірург Бостон застосував гальванічний струм і повернув до життя пацієнта, який перебував у стані клінічної смерті. Електричні потенціали, що виникають у клітинах, тканинах і органах живого організму, називаються біопотенціалами. Вони утворюються



Мал. 2.

внаслідок концентрації грації позитивних (+) і негативних (-) іонів усередині та ззовні клітин. Під час збудження клітин змінюється знак і значення біопотенціалу. Це явище отримало назву біопотенціальної дії. Це не що інше, як імпульс постійного або змінного струму. В умовних одиницях показано відносні потенціали різних ділянок тіла людини. (мал. 2). Частина тіла ліворуч від осі О - О має від'ємні потенціали, а праворуч — додатні. Електричне поле людського організму можна охарактеризувати еквіпотенціальними поверхнями.

Мабуть, кожному відомо, які неприємні відчуття викликає зубний біль. Дослідження показали, що виникнення болю пов'язане зі зниженням потенціалів. Біль завжди електрично «від'ємний»! Звідси і метод боротьби з ним: якщо бормащину з'єднати з позитивним полюсом джерела струму, а тіло людини — з негативним і доторкнутися до хворого зуба, то біль зменшується.

В атмосфері діють доволі сильні електричні поля. За нормальних умов електричне поле Землі має більш високий потенціал, ніж хмари, тому воно напрямлене знизу вгору. Зміни силової або енергетичної характеристики цього поля впливають на самопочуття і здоров'я людей. У 1960 році лікар Ж. К. Жердель опублікував цікаві дані про вплив зміни електричного потенціалу на хворих: у них спостерігалось збільшення кількості випадків безсоння, посилення болю, нападів астми, мігрені... Біологи вважають, що внаслідок потрапляння в організм більшої, ніж звичайно, кількості електрично заряджених частинок в організмі порушується процес обміну речовин, причому додатний і від'ємний електричні заряди діють по різному.

Американські вчені Т. Уінсор і Дж. Баккет експериментально довели шкідливу дію позитивних іонів. Добровольцям пропонувалося протягом 20 хв. дихати повітрям, в  $1 \text{ см}^3$  якого містилося 32 млн. позитивних іонів. У кінці експерименту всі скаржилися на запаморочення, утруднене дихання, хрипкий голос. Російські вчені встановили зв'язок надлишку позитивних іонів із серцевими нападами і післяопераційними ускладненнями. Міста є справжнім: генераторами позитивних іонів, які утворюються в результаті нагромадження вихлопних газів, диму і пилу.

Негативні іони захищають здоров'я людини від шкідливого впливу забрудненої атмосфери. Людям, хворим на грип, достатньо побувати в приміщенні,



Мал. 3.

у якому на підлозі і в стелі встановлені електроди під напругою 2000 упродовж 5 год., щоб почуватися значно краще. М'ясо і масло, оброблені в такий спосіб, не вражаються бактеріями чи грибками впродовж тривалого часу.

Застосування електричного поля високої напруженості з лікувальною метою називається франклінізацією або статичним душем (мал. 3).

Під дією електричного поля іони, а також будь-які заряджені частинки розчину переміщуються. Це явище — іонофорез — використовують для введення в організм ліків. Їх уводять в організм за допомогою прокладок, змочених відповідним розчином і з'єднаних з електродами. При цьому необхідно враховувати полярність: наприклад, від анода вводяться іони металів, стрептоміцин, а від катода — кислотні радикали солей, пеніцилін Ліки, введені в такий спосіб, не руйнуються, довше затримуються в тканинах поступово потрапляючи у кров. (Розповідає про виникнення електричних зарядів внаслідок тертя об повітря, про боротьбу з електризацією — заземлення верстатів, літаків, автомобілів.)

**Головний суддя.** Запрошується свідок Р. Що Ви можете сказати про зміни властивостей речовин під дією електростатичного поля?

**Свідок Р.** Є низка діелектриків, які можуть зберігати стан поляризації навіть за відсутності електричного поля. Ще у 1839 році М. Фарадей повідомляв про існування таких діелектриків. Англійський фізик Хевісайд назвав такі речовини електретами. Перші зразки електретів були виготовлені у 20-роках ХІХ ст. у Японії із суміші каніфолі й воску. Зараз розроблено ґрунтовну теорію електретів і способи їхнього виготовлення. *(Демонструється властивості електрета: металеві пластини від повітряного конденсатора закріплені у штативі одна над одною. Нижня пластина закріплена нерухомо, а верхня підвішена до пружини з невеликою жорсткістю. На нижню пластину кладуть органічне скло, а верхню переміщують так, щоб її відстань до оргскла становила 4—5мм. Пластини під'єднують до джерела високої напруги (30—40 кВ) і спостерігають, як верхня пластина притягується до нижньої (оргскло поляризується). Від'єднавши пластини від джерела напруги, бачимо, що верхня пластина немов прилипла до оргскла. Якщо пластини з'єднати провідником, то вони продовжуватимуть притягатися і в такому стані. Якщо оргскло*

*вийняти, пластини розійдуться. Отже, оргскло зберігає стан поляризації і є джерелом електростатичного поля.)*

Такі електрети є основою електретного мікрофона. Таку ж будову має електретний телефон. Лінії зв'язку з електретними мікрофонами і телефонами працюють без зовнішніх джерел струму, тому підвищується надійність телефонних ліній.

Під час Другої світової війни американці захопили кілька японських островів у Тихому океані. Розглядаючи трофеї, вони звернули увагу на дивний японський телефон. Він був схожий на звичайний, але працював без джерела енергії, не було в ньому і звичайних магнітів. Незабаром американці захопили підводний човен, на якому були такі ж телефони. Зв'язківцям не вдалося розглядати їхні таємниці. Це були електретні телефони.

Російським ученим О. М. Губкіну і Г. І. Сканаві вдалося виготовити електрети з керамічних матеріалів. Вони мають добру механічну міцність і високу термостійкість.

**Головний суддя.** Дякую. Слово має прокурор.

**Прокурор.** Шановний суд! Для чого ми тут зібралися? Адже провина підсудної і так очевидна. Я не можу зрозуміти, як розсудливі люди можуть захищати Електростатику? Кожен із нас відчув на собі наругу підсудної. Адже и магазинах узимку не можна безкарно пройти повз красиву шубу; погано стане і під час посадки в тролейбус, особливо в сиру погоду. А милу домашню тварину — kota — не можна погладити без неприємних наслідків! А скільки і її вини зареєстровано травм, пожеж! І дехто ще намагається розповідати про її невинність. Схаменіться!

**Головний суддя.** Слово має захист.

**Адвокат.** Якщо розглядати вчинки Електростатики, то слід підкреслити, що позитивних якостей у неї значно більше ніж негативних. Її законами користуються в науці, побуті та медицині. Можна навести чимало прикладів її допомоги людині. Більше того, я вважаю, що ми маємо бути вдячними Електростатиці, оскільки без неї ми не змогли б переглядати телевізійні передачі чи користуватися електричними приладами.

**Головний суддя.** Слово має підсудна.

**Електростатика.** Громадяни судді! Якщо і було щось зроблено на шкоду людству, то це не моя провина. Це відбувається тому, що не всі знають закони електродинаміки чи не дотримуються їх.

*(Суд іде на нараду.)*

**Секретар суду.** Встати! Суд іде!

**Головний суддя.** Наш суд був швидким і справедливим. Уважно вислухавши обидві сторони, суд прийняв таке рішення.

Враховуючи деякі негативні сторони діяльності підсудної, а також промову адвоката і свідчення захисту, суд вважає більшість звинувачень перебільшеними, а тому постановляє:

1) Добре вивчати і глибоко усвідомлювати закони електростатики, проникати в таємниці природи і використовувати їх на користь людині.

2) Вести боротьбу з негативними проявами електростатики.

**Засідання суду вважати закритим.**

## "ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ"

### Урок-змагання

**Мета.** Узагальнити і поглибити знання учнів за темою «Закони постійного струму»; закріпити уміння і навички розв'язування розрахункових та експериментальних задач; формувати навички колективної праці в поєднанні з індивідуальною.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Роздатковий матеріал для індивідуального й колективного розв'язування задач окремими групами; обладнання для експериментальної перевірки співвідношень при послідовому і паралельному з'єднаннях провідників; різнокольорові фішки-нагороди, картки для групових завдань.

**Методичні поради.** Для проведення уроку клас ділиться на п'ять груп. Змагання між окремими групами включає теоретичний тур, експериментальний тур і конкурс командирів груп. За допомогою різнокольорових фішок червона — 10 балів, жовта — 8 балів і синя — 6 балів) членами журі (із числа гостей), а також учителем оцінюються відповіді з кожного завдання окремих груп, а члени групи можуть передати фішку-нагороду тому, хто, на їхню думку, сприяв успіху групи.

### *Хід уроку*

#### *I. Організація класу*

Сьогодні у нас не звичайний урок, а урок-змагання, урок-гра «Закони постійного струму». *(Учитель ділить клас на групи і пояснює правила гри.)*

## II. Фронтальна бесіда

Отож, увага!

Що називають електричним струмом?

Які умови його існування в колі?

Що називають силою струму?

Як читається закон Ома для ділянки електричного кола?

Що називають електрорушійною силою джерела струму?

Як читається закон Ома для повного кола?

Як обчислити роботу і потужність електричного струму?

Які співвідношення для послідовного з'єднання провідників ви знаєте?

Які співвідношення для паралельного з'єднання провідників ви знаєте?

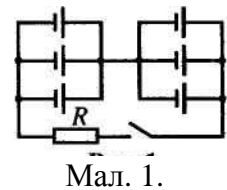
(Під час фронтальної бесіди члени журі вручають фішки-нагороди.)

## III. Колективне розв'язування задач окремими групами.

А тепер завдання групам на окремих картках по дві задачі. Хто першим розв'яже задачі — захищає цей розв'язок на дошці з одержанням відповідної кількості балів.

### Завдання I групи

1. Користуючись схемою, зображеною на мал. 1, визначити силу струму, що проходить у резисторі  $R = 23.6 \text{ Ом}$ , якщо ЕРС і внутрішній опір кожного елемента відповідно рівні:  $\xi = 12 \text{ В}$  і  $r = 0.6 \text{ Ом}$ . Опір з'єднувальних проводів не враховувати. ( $I = 1 \text{ А}$ ).



Мал. 1.

2. Чотири акумулятори з  $\xi = 20 \text{ В}$  і внутрішнім опором  $1,2 \text{ Ом}$  кожний з'єднані паралельно. Яким повинен бути опір зовнішньої частини кола, щоб сила струму в ньому не перевищувала  $2 \text{ А}$ ? ( $R \geq 9.7 \text{ Ом}$ .)

### Завдання II групи

1. Три джерела електричної енергії з ЕРС  $1,2 \text{ В}$  і внутрішнім опором  $0,9 \text{ Ом}$  кожний з'єднані послідовно і замкнуті на зовнішнє коло опором  $4,5 \text{ Ом}$ . Визначити силу струму в колі. ( $I = 0.5 \text{ А}$ )

2. Визначити ЕРС і внутрішній опір батареї гальванічних елементів, зібраної за схемою, зображеною на мал. 2, якщо ЕРС і внутрішній опір кожного елемента відповідно дорівнюють  $6 \text{ В}$  і  $0,6 \text{ Ом}$ . ( $\xi_0 = 12 \text{ В}$ ;  $r_0 = 0,4 \text{ Ом}$ .)

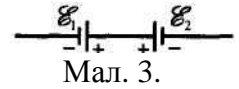


Мал. 2.

### Завдання III групи

1. Скільки гальванічних елементів з  $\xi = 1,5V$  і внутрішнім опором  $0,5 \text{ Ом}$  необхідно з'єднати паралельно, щоб сила струму дорівнювала  $0,5 \text{ А}$  за умови, що опір зовнішнього кола дорівнює  $2,9 \text{ Ом}$ ? ( $n = 5$ .)

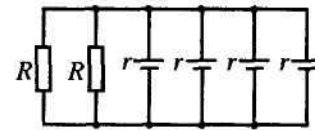
2. Два акумулятори з ЕРС  $\xi_1 = 60V$  і  $\xi_2 = 40V$  та внутрішніми опорами  $r_1 = 4 \text{ Ом}$  і  $r_2 = 1 \text{ Ом}$  з'єднані в батарею, як показано на мал. 3. Визначити силу струму короткого замикання батареї. ( $I_{\text{кзб}} = 4 \text{ А}$ .)



Мал. 3.

### Завдання IV групи

1. Дано п'ять акумуляторів з ЕРС  $6 \text{ В}$  і внутрішнім опором  $0,6 \text{ Ом}$  кожний. Яким повинен бути опір зовнішнього кола, щоб при послідовному з'єднанні акумуляторів сила струму дорівнювала  $2 \text{ А}$ ? ( $R = 12 \text{ Ом}$ .)

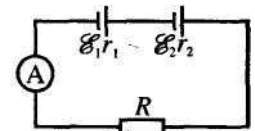


Мал. 4.

2. Визначити загальний опір електричного кола, зображеного на мал. 4, якщо  $R = 40 \text{ Ом}$ ,  $r = 2 \text{ Ом}$ . ( $R_{\text{заг}} = 20,5 \text{ Ом}$ )

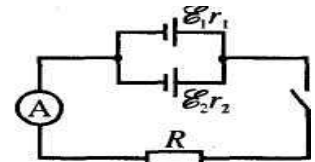
### Завдання V групи

1. Два джерела струму з ЕРС  $\xi_1 = 60V$  і  $\xi_2 = 20V$  з'єднані, як показано на мал. 5. Визначити опір другого джерела струму, якщо внутрішній опір першого джерела струму  $r_1 = 5 \text{ Ом}$ , опір зовнішнього кола  $R = 12 \text{ Ом}$ , сила струму в колі  $I = 4 \text{ А}$ . ( $r_2 = 3 \text{ Ом}$ .)



Мал. 5.

2. Два гальванічні елементи з ЕРС  $\xi_1 = \xi_2 = \xi = 10V$  і внутрішніми опорами  $r_1 = 0,6 \text{ Ом}$  і  $r_2 = 0,3 \text{ Ом}$  з'єднані паралельно, як показано на мал. 6. Визначити силу струму, що проходить через резистор опором  $R = 4,8 \text{ Ом}$ . ( $I = 2 \text{ А}$ )



Мал. 6.

(Коли п'ять представників груп захистять свої розв'язки на дошці, учням пропонуються теоретичний і експериментальний тури.)

### IV. Теоретичний та експериментальні тури.

Для теоретичною тури пропонується підготувати на дошці записи до усних відповідей на такі питання:

1. Робота і потужність електричного струму.
2. Електрорушійна сила.
3. Закон Ома для повного кола.
4. Для експериментального тури представникам груп

пропонуються завдання:

- a) із запропонованого за першим столом обладнання скласти електричне коло і перевірити співвідношення для послідовного з'єднання провідників;
- b) перевірити практично співвідношення для паралельного з'єднання провідників (за іншим столом).

*(Поки працюють над завданнями теоретичного й експериментального турів окремі представники груп, а слабші учні продовжують роботу над картками групових завдань, сильніші учні отримують картки із завданнями складнішого характеру. Працюють на місцях.)*

### Зміст карток

1. Батарея з восьми послідовно з'єднаних елементів з ЕРС  $1,5\text{ В}$  і внутрішнім опором  $0,25\text{ Ом}$  кожний замкнута на два паралельно увімкнених резистори з опорами  $10\text{ Ом}$  і  $40\text{ Ом}$ . Визначити напругу на розгалуженнях і струми у вітках. ( $U = 9,6\text{ В}$ ,  $I_1 = 0,96\text{ А}$ ,  $I_2 = 0,24\text{ А}$ )

2. У колі акумуляторної батареї з ЕРС  $3,6\text{ В}$  сила струму  $0,2\text{ А}$ , а напруга на зовнішній ділянці кола  $3,2\text{ В}$ . Визначити опір кола і його розподіл між зовнішньою і внутрішньою ділянками кола. Яка потужність на зовнішній і внутрішній ділянках кола? ( $R_{\text{заг}} = 18\text{ Ом}$ ,  $R = 16\text{ Ом}$ ,  $r = 2\text{ Ом}$ ,  $P_{\text{зовн}} = 0,64\text{ Вт}$ ,  $P_{\text{вн}} = 0,08\text{ Вт}$ )

3. Батарея з трьох послідовно з'єднаних елементів з ЕРС  $1,5\text{ В}$  і внутрішнім опором  $0,5\text{ Ом}$  кожний замкнена на два паралельно увімкнених резистори опорами  $4\text{ Ом}$  і  $12\text{ Ом}$ . Визначити напруги на розгалуженнях і струми у вітках. ( $U = 3\text{ В}$ ,  $I_1 = 0,75\text{ А}$ ,  $I_2 = 0,25\text{ А}$ .)

4. Генератор з ЕРС  $150\text{ В}$  і внутрішнім опором  $0,4\text{ Ом}$  живить 200 паралельно увімкнених ламп опором  $320\text{ Ом}$  кожна. Нехтуючи опором з'єднувальних провідників, визначити напругу на зовнішній ділянці кола. ( $U = 120\text{ В}$ .)

5. Батарея кишенькового ліхтарика складається із трьох елементів з ЕРС  $1,5\text{ В}$  кожний, з'єднаних послідовно. Вона живить лампочку струмом  $0,2\text{ А}$  за напруги  $3,5\text{ В}$ . Визначити опір лампочки і внутрішній опір кожного елемента. ( $r \approx 1,7\text{ Ом}$ ,  $R = 17,5\text{ Ом}$ .)

*(Постійно триває оцінювання відповідей теоретичного туру, завдань за картками й експериментального туру із врученням фішок.)*

До уваги всіх! З аналізу ваших відповідей випливає, що при послідовному з'єднанні однакових джерел струму в батарею сила



струму в колі обчислюється за формулою  $I_{\text{посл}} = \frac{n\xi}{R+nr}$  а при паралельному з'єднанні  $I_{\text{пар}} = \frac{\xi}{R+\frac{r}{n}}$ .

За якого опору зовнішнього кола сила струму в ньому буде однакою при паралельному і послідовному з'єднаннях однакових джерел струму в рею? Хто дасть відповідь?

*Розв'язання одного з представників бригад:*

$$\frac{n\xi}{R+nr} = \frac{n\xi}{nR+r}; R+nr = nR+r; r(n-1) = R(n-1); R=r$$

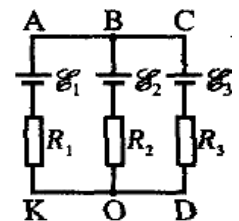
Отже, при  $R=r \Rightarrow I_{\text{посл}} = I_{\text{пар}}$ .

(Поки учні розв'язують завдання, учитель за найбільшою кількістю фішок виявляє командирів трьох груп, для яких оголошує конкурс найскладніших задач на закони Кірхгофа для розгалужених кіл.)

### V. Конкурс командирів груп

#### Завдання першому командирові

На мал. 7 зображено схему електричного кола постійного струму. Знайти значення і напрями сил струмів у резисторах  $R_1 = 6\text{Ом}$ ,  $R_2 = 4\text{Ом}$ ,  $R_3 = 2\text{Ом}$ , якщо  $\xi_1 = \xi_2 = 6\text{В}$  і  $\xi_3 = 16\text{В}$ . Внутрішній опір джерел струму не враховувати.



Мал. 7.

#### Розв'язання

Виберемо умовно напрями струмів у колі. Нехай струми мають напрями  $I_1 - AK, I_2 - BO, I_3 - DC$ . Складемо рівняння струмів за правилом вузлів:  $I_1 - I_2 - I_3 = 0$  (вузол В). Складемо рівняння спадів напруг у замкнених контурах:

$$-I_1 R_1 + \xi_1 - \xi_2 + I_2 R_2 = 0;$$

$$\text{Контур АВОКА: } -6I_1 + 6 - 6 + 4I_2 = 0;$$

$$-3I_1 + 2I_2 = 0;$$

$$-I_2 R_2 + \xi_2 + \xi_3 - I_3 R_3 = 0;$$

$$\text{контур ОВСДО: } -4I_2 + 6 + 16 - 2I_3 = 0;$$

$$2I_2 + I_3 = 11.$$

$$R_1 = 6\text{Ом},$$

$$R_2 = 4\text{Ом},$$

$$R_3 = 2\text{Ом},$$

$$\xi_1 = \xi_2 = 6\text{В},$$

$$\xi_3 = 16\text{В},$$

$$I_1 = ?, I_2 = ?$$

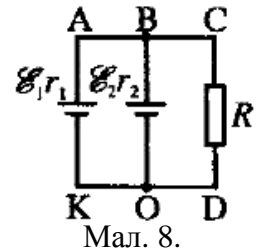
$$I_3 = ?$$

Складемо систему рівнянь і розв'яжемо її: 
$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_3; \\ 3I_1 - 2I_2 = 0; \\ 2I_2 + I_3 = 11. \end{cases}$$

Значення струмів:  $I_1 = 2\text{А}; I_2 = 3\text{А}; I_3 = 5\text{А}$ .

### Завдання другому командирові

На мал. 8 зображено схему електричного кола постійного струму. Знайти значення і напрями сил струмів у кожній вітці, а також спад напруги на резисторі  $R$  опором  $26\text{ Ом}$ , якщо ЕРС і внутрішній опір джерел струму відповідно дорівнюють  $\xi_1 = 20\text{В}, \xi_2 = 42\text{В}, r_1 = 2\text{Ом}, r_2 = 4\text{Ом}$ .



Мал. 8.

$\xi_1 = 20\text{В},$   
 $\xi_2 = 42\text{В},$   
 $r_1 = 2\text{Ом},$   
 $r_2 = 4\text{Ом},$   
 $R = 26\text{Ом}$

$I_1 - ? I_2 - ?$   
 $I_3 - ? U_3 - ?$

### Розв'язання

Виберемо умовно напрями струмів у колі. Нехай струми мають напрями  $I_1 - KA, I_2 - BO, I_3 - DC$ . Складемо рівняння струмів за правилом вузлів:  $I_2 - I_1 - I_3 = 0$  (вузол O). Складемо рівняння спадів напруг у замкнених контурах:

$$I_2 r_2 - \xi_2 + \xi_1 + I_1 r_1 = 0;$$

Контур АВОКА:  $4I_2 - 42 + 20 + 2I_1 = 0;$

$$I_1 + 2I_2 = 11;$$

$$-I_2 r_2 + \xi_2 - I_3 R = 0;$$

контур ВСЕЮВ:  $-4I_2 + 42 - 26I_3 = 0;$

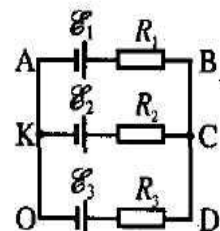
$$2I_2 + 13I_3 = 21.$$

Складемо систему рівнянь і розв'яжемо її: 
$$\begin{cases} I_1 + I_3 = I_2; \\ I_1 + 2I_2 = 11; \\ 2I_2 + 13I_3 = 21. \end{cases}$$

Значення струмів:  $I_1 = 3\text{А}; I_2 = 4\text{А}; I_3 = 1\text{А}$ .

### Завдання третьому командирові

На мал. 9 зображено схему електричного кола постійного струму. Визначити спад напруги на кожному резисторі, якщо  $R_1 = 10\text{Ом}, R_2 = 4\text{Ом}, R_3 = 2\text{Ом}$  і ЕРС джерел електричної енергії  $\xi_1 = 5\text{В}, \xi_2 = 18\text{В}, \xi_3 = 7\text{В}$ . Внутрішній опір джерел електричного кола не враховувати.



Мал. 9.

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 10\text{Ом}, \\
 R_2 &= 4\text{Ом}, \\
 R_3 &= 2\text{Ом}, \\
 \xi_1 &= 5\text{В}, \\
 \xi_2 &= 18\text{В}, \\
 \xi_3 &= 7\text{В}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_1 - ? U_2 - ? \\
 U_3 - ?
 \end{aligned}$$

### Розв'язання

Виберемо умовно напрями струмів у колі. Нехай струми мають напрями  $I_1 - AB, I_2 - CK, I_3 - OD$ . Складемо рівняння струмів за правилом вузлів:  $I_1 + I_3 - I_2 = 0$  (вузол С). Складемо рівняння спадів напруг у замкнених контурах:

$$\xi_1 + I_1 R_1 + I_2 R_2 - \xi_2 = 0;$$

$$\text{Контур АВСКА: } 5 + 10I_1 + 4I_2 - 18 = 0;$$

$$10I_1 + 4I_2 = 13;$$

$$\xi_2 - I_2 R_2 - I_3 R_3 - \xi_3 = 0;$$

$$\text{контур КСДОК: } 18 - 4I_2 - 2I_3 - 7 = 0;$$

$$4I_2 + 2I_3 = 0.$$

Складемо систему рівнянь і розв'яжемо її: 
$$\begin{cases} I_1 + I_3 = I_2; \\ 10I_1 + 4I_2 = 13; \\ 4I_2 + 2I_3 = 11. \end{cases}$$

Значення струмів:  $I_1 = 0.5\text{А}; I_2 = 2\text{А}; I_3 = 1.5\text{А}$ .

Спад напруг:

$$U_1 = I_1 R_1 = 0.5\text{А} \cdot 10\text{Ом} = 5\text{В};$$

$$U_2 = I_2 R_2 = 2\text{А} \cdot 4\text{Ом} = 8\text{В};$$

$$U_3 = I_3 R_3 = 1.5\text{А} \cdot 2\text{Ом} = 3\text{В}.$$

*(Переможець останньою конкурсу пояснює розв'язок своєї задачі для всіх учнів класу. Для економії часу це може зробити вчитель, роз'яснюючи при цьому закони Кірхгофа та наголошуючи на основних етапах розв'язання подібних задач.)*

#### IV. Підсумок уроку

Члени журі вручають нагороди. Потім учитель підбиває загальний підсумок уроку, обіцяючи всім учасникам романтичну подорож до «країни знань» — екскурсію на радіо чи електротехнічний факультет одного з ВНЗ.

## "ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ В ЕЛЕКТРОЛІТАХ. ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗУ"

### Інтегрований урок з фізики й хімії

**Мета.** Дати учням уявлення про електроліз як окисно-відновний процес; розвивати вміння спостерігати, аналізувати фізичні й хімічні явища, робити висновки; закріпити поняття «електролітична дисоціація», «окисно-відновні реакції», показати єдність законів фізики і хімії.

**Тип уроку.** Урок вивчення нового матеріалу.

**Обладнання.** Таблиця «Електроліз солей», чеканка, позолочені вироби (годинник, ланцюжок), кінофільм «Використання електролізу»; 5 комплектів приладів і матеріалів (джерело струму на 4В-12В, з'єднувальні проводи, 2 електроди, скляна паличка, купром (II) хлорид ( $CuCl_2$ ), склянка з дистильованою водою, терези з важками, годинник).

**Методичні поради.** Відомо, що матеріал, вивчений у процесі самостійної діяльності, засвоюється значно краще, ніж вивчений пасивно (*прочитаний або прослуханий*). Найефективнішими є такі уроки вивчення нового матеріалу, на яких роль учителя зводиться до організації активного пізнавального процесу, коли учні самі «відкривають» закони та їхні наслідки.

Робота школярів у малих групах (по 4-5 осіб) дає змогу вирішувати цілу низку педагогічних завдань. По-перше, всі учні залучаються до роботи й активно працюють над пошуком правильної відповіді, усвідомлюють свою причетність до цього процесу. По-друге, стимулюється творче мислення, підтримуються нестандартні ідеї. По-третє, учень може усвідомити й розвинути своє психологічне амплуа (*генератор ідей, інтелектуальний лідер, організатор, розумний скептик*), а також виявити свої слабкі місця. По-четверте, під час групової роботи можна здійснити диференційоване навчання.

Роботу в групах слід розглядати не як заміну традиційної форми уроку, як доповнення до неї, оскільки завдання, що вирішуються в рамках цих форм, різні.

Плануючи уроки вивчення нового матеріалу, слід спиратися на логічний ланцюжок гіпотетично-дедуктивного методу науки.



При цьому важливо не лише розкрити етапи побудови теорії тих чи інших явищ, а й визначити їхню роль у цьому процесі.

Слід особливо підкреслити значення узагальнення, яке дає змогу звести одне ціле результати діяльності груп. Іноді доцільно таке узагальнення зі пропонувати учням як домашнє завдання.

Основою до уроків є комплекти карток-завдань, які пропонуються група на I—III етапах (див. таблицю).

Середня чисельність учнів у більшості класів становить 20-25 осіб, том комплект завдань розраховується на 4-5 груп по 4-5 учнів у кожній. Збільшення чисельності групи різко знижує ефективність праці і призводить до пасивності окремих учнів.

Групи комплектуються з урахуванням бажань учнів, учитель лише коригує їхній склад. Важливо простежити, щоб у кожній групі були учні, спроможні виконати завдання.

#### *Хід уроку*

**Учитель хімії.** Усе те, що ми вивчаємо на уроках хімії й фізики, має неабияке значення в житті людини. Чим же корисний електроліз для людині Щоб ви могли дати чітку відповідь, нам сьогодні потрібно з'ясувати суть процесу електролізу, тобто з'ясувати, що відбувається з речовинами під час цього процесу, навчитися записувати рівняння реакції електролізу розплавів розчинів солей.

Щоб знайти відповідь на ці питання, потрібно повторити матеріал тем «Електролітична дисоціація», який вивчався на попередніх уроках. Працюватимемо групами. Кожна група отримує кілька запитань. На обговорення відводиться 3 хвилини. Доповнення оцінюються додатковими балами. На третє запитання, можливо, вам буде важко відповісти, але будь-яка відповідь буде зарахована.

*Учні відповідають на запитання.*

### **Група 1**

1. Що таке електричний струм? За яких умов він існує?
2. Які речовини називають електролітами? Навести приклади.
3. Що таке електроліз? Де він використовується?

### **Група 2**

1. Чому лише розчини і розплави проводять електричний струм?
2. Яка вода проводить електричний струм? Чому? Як дисоціює вода?
3. Що таке електроліз? Де він використовується?

### **Група 3**

1. Що таке іони; аніони; катіони?
2. Які речовини називають солями з точки зору електролітичної дисоціації? Навести приклади.
3. Що таке електроліз? Де він використовується?

### **Група 4**

1. Які реакції називають окисно-відновними?
2. Що називають окисником; відновником?
3. Що таке електроліз? Де він використовується?

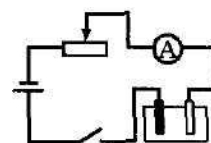
### **Група 5**

1. Що ви знаєте про ряд електрохімічних напруг металів? Чи здатні ці метали окислюватися?
2. Що таке катод; анод?
3. Що таке електроліз? Де він використовується?

Ви бачите, що на останнє запитання відповіді різні. Отже, нашим завданням на цьому уроці є знайти істину.

Хімія і фізика — прикладні науки, тому звернімося до дослідів.

**Учитель фізики.** Зберемо електричне коло за схемою (мал. 1), перевіримо електропровідність солі купрум (II) хлориду ( $CuCl_2$ ). Для цього мідні електроди зануримо в сіль і замкнемо коло. Що показує амперметр?



Мал. 1.

- Сила струму дорівнює нулю.
- Як ви вважаєте, чому?
- Немає струму, оскільки немає носіїв зарядів.
- Витремо насухо мідні електроди і зануримо їх у дистильовану воду. Спостерігаємо за показами амперметра.
- Сила струму дорівнює нулю, оскільки немає носіїв зарядів.
- Всиплемо сіль купрум (II) хлорид у воду, розмішаємо скляною паличкою, замкнемо коло і спостерігатимемо за показами амперметра.

- Покази є.

**Учитель хімії.** Що відбувається з розчином солі купрум (II) хлориду, коли крізь нього пропускати постійний електричний струм?

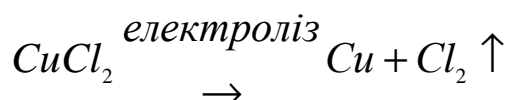
Обговорюємо це питання і на дошці записуємо алгоритм процесу, який відбувається у розчині солей неактивних металів.



Катод:  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}^0$  (відновлюється);



Анод:  $2\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$ ; (окислюється);



Який же процес спостерігається під час проходження постійного електричного струму крізь розчин солі?

- Окисно-відновний.
- Із чим пов'язаний цей процес?
- З віддачею або приєднанням електронів іонами.

Електроліз — це окисно-відновні реакції, які відбуваються на електродах або в розплаві електроліту під час пропускання постійного електричного струму, внаслідок чого на електродах виділяється речовина.

Такі процеси відбуваються і в розплаві солі або лугу. Детальніше ми розглянемо цей процес на наступних уроках та факультативному занятті.

**Учитель фізики.** Розімкнемо коло. Висушимо електроди і розглянемо їх. Що ми побачимо?

- Катод укрився тонким шаром міді.
- Як визначити масу чистої міді, яка виділилася на катоді?

$$m = m_k - m_{ok} \quad (1)$$

- А ще як?
- Масу одного іона  $\text{Cu}$  помножити на їхню кількість:

$$m = m_{oi} N_i \quad (2)$$

- А як знайти масу одного іона  $\text{Cu}$ ?
- Потрібно молярну масу  $\text{Cu}$  поділити на число Авогадро:

$$m_{oi} = \frac{M}{N_A} \quad (3)$$

і знайдений вираз підставити у формулу (2).

- Як же знайти кількість іонів  $\text{Cu}$  в розчині під час

проходження крізь нього електричного струму?

- Потрібно загальний заряд іонів поділити на заряд одного іона:

$$N_i = \frac{q}{q_{oi}}; \quad (4)$$

$$N_i = \frac{It}{ne} \quad (5)$$

Знайдені вирази (3) і (5) підставимо у формулу (2).

- Ми отримали закон електролізу:

$$m = \frac{M}{N_A} \cdot \frac{It}{ne} \quad (6)$$

- Цей закон відкрив 1837 р. англійський фізик Майкл Фарадей. Вам знайоме це ім'я? Що ви можете про нього розповісти?

(Невелике доповнення дає учень, який підготував це повідомлення.)

- Добуток  $N_A$  на  $e$  називається сталою Фарадея і позначається літерою  $F$ :

$$N_A e = F \quad (7)$$

$$\text{Величина } k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \quad (8)$$

називається електрохімічним еквівалентом. Тоді закон електролізу можна записати у такому вигляді:

$$m = kIt, \text{ або } m = kq \quad (9)$$

Маса речовини, що виділяється на електроді під час електролізу, прямо пропорційна до електричного заряду, який пройшов крізь електроліт.

- А зараз визначте масу у вашому досліді.

(Учні виконують завдання.)

**Учитель хімії.** Тепер ви вже можете відповісти на запитання: яке значення має гідроліз? Для чого він використовується?

(Пояснення дають учні, які готували доповіді. Перегляд кіноплівки «Використання електролізу».)

**Учитель фізики.** Повернімося до нашого досліді. Нам уже відомо, скільки виділилося чистої міді. А як визначити заряд, який пройшов крізь електроліт?

- Потрібно масу міді поділити на

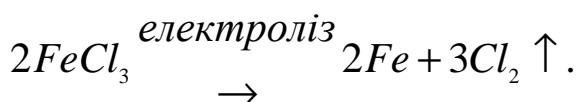
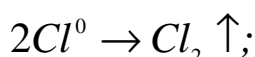
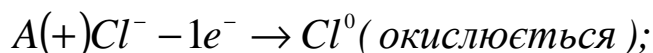
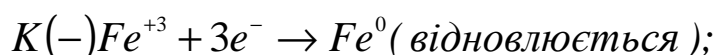
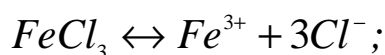
- У збірнику задач знайдіть таблицю значень електрохімічних еквівалентів і визначте  $k$  для міді, ( $k = 0.33 \cdot 10^{-6} \text{ кг} / \text{ Кл}$ .)



- Правильно. А як це розуміти?
- Це маса речовини, яка виділилася на катоді під час проходження заряду в 1 Кл крізь електроліт.
- Визначимо заряд, що пройшов через розчин, у нашій роботі.  
(Учні виконують завдання.)

**Учитель хімії.** Розв'яжемо таку задачу: під час електролізу крізь розчин ферум (III) хлорид ( $FeCl_3$ ) проходить заряд, який дорівнює  $5 \cdot 10^4$  Кл. Скільки при цьому виділилося заліза і хлору? На якому електроді виділився хлор, а на якому — залізо?

$Q = 5 \cdot 10^4 \text{ Кл}$ $k = 1.93 \cdot 10^{-7} \text{ кг / Кл}$ $k = 3.67 \cdot 10^{-7} \text{ кг / Кл}$	<p style="text-align: center;">Розв'язання 1</p> $m_1 = k_1 q$ $m_2 = k_2 q$ $m_1 = 5 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot 1.93 \cdot 10^{-7} \text{ кг / Кл} = 9,65 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 10 \text{ г.}$ $m_2 = 5 \cdot 10^4 \text{ Кл} \cdot 3,67 \cdot 10^{-7} \text{ кг / Кл} = 18,35 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 18 \text{ г.}$
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> $m_1 - ? m_2 - ?$	<p style="text-align: center;">Розв'язання 2</p>



Підбиваючи підсумок уроку, вчителі підкреслюють те нове, що засвоїли учні з точки зору фізики та хімії.

## "МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИНИ"

### Урок роботи в базово-перехресних групах

**Мета.** Дати учням поняття про магнітні властивості речовин; розвивати вміння спостерігати, аналізувати, робити висновки; самостійно працювати з науково-популярною літературою; працювати в групах, слухати своїх колег, планувати свою роботу; виховувати в учнів толерантність, наполегливість у досягненні мети.

**Тип уроку.** Урок вивчення нового матеріалу.

**Обладнання.** Універсальний демонстраційний трансформатор, джерело постійної напруги (100 В, 10 А), проекційний ліхтар і екран (для демонстрування у тіньовій проекції); залізний, алюмінієвий, вісмутівий (або з графіту) стержні, шкільний штатив, тонка капронова нитка, підвіс, з'єднувальні проводи, ключ, свічка.

**Методичні поради.** На даному уроці поряд зі звичними методами — експериментом і фронтальною бесідою — для вивчення нового матеріалу використовується метод базово-перехресних груп. Цей метод активізує пошукову діяльність учнів, залучає їх до самостійного отримання знань, сприяє організації їхньої роботи, змушує переглянути свої знання під час навчання інших. Для роботи за цим методом учитель створює базові групи чисельністю 4-6 учнів. Групи повинні бути гетерогенними, тобто включати учнів і різної статі, і різного рівня навчальних досягнень. У базових групах учні опрацьовують навчальний матеріал із певного питання. По завершенню цієї роботи вчитель формує нові групи (перехресні) таким чином, щоб у кожній групі було по одному учасникові з попередніх базових. На наступному етапі роботи кожен учасник нової групи навчає інших, передаючи їм знання, здобуті у базовій групі. (Базово-перехресні групи можна формувати, наприклад, за таким принципом: учні отримують картки із надписами А1, А2, А3, А4, А5, А6; Б1, Б2, Б3, Б4, Б5, Б6; В1, В2,... Базові групи формуються за літерами, а перехресні — за цифрами.)

*Хід уроку*

### *I. Актуалізація опорних знань*

**Учитель.** Пригадаємо навчальний матеріал, засвоєний раніше:

- Яка внутрішня будова речовини?
- Яка будова атома?
- Як рухаються електрони в атомі?
- Що існує навколо будь-якого провідника зі струмом?
- Що існує навколо рухомого електрона?
- Що є силовою характеристикою магнітного поля?
- Як взаємодіють два паралельні провідники зі струмом? Від чого залежить ця взаємодія?
- Як визначити напрям вектора індукції магнітного поля струму?

### *II. Вивчення нового матеріалу*

**Учитель.** Вивчаючи взаємодію провідників зі струмом, ми звертали увагу на те, що на магнітну взаємодію впливає середовище,

в якому перебувають провідники. Окрім цього, із власного досвіду ви вже знаєте, що магнітне поле створюється не тільки електричним струмом, а й постійними магнітами, та й різні речовини по-різному поводять себе у зовнішньому магнітному полі. Ви спостерігали, що магніт притягує до себе залізні ошурки, але чомусь не діє на алюмінієві. У чому ж причина? Намагнічування речовин можна вивчати експериментально. Отож, експеримент.

*(Учитель демонструє досліди, учні фіксують результати у робочих зошитах.)*

**Дослід 1.** Замикається і розмикається коло первинної котушки трансформатора без осердя з джерелом живлення постійної напруги. Учні спостерігають незначні відхилення стрілки демонстраційного гальванометра, приєданого до вторинної котушки. Після введення у котушки сталюого осердя дослід повторюється, і учні спостерігають значно більші відхилення стрілки.

**Дослід 2.** Залізний стержень (короткий шматок дроту), підвішений на тонкій капроновій нитці, розміщується у проміжку між полюсами електромагніту. Навіть за умови слабкого струму у колі обмоток залізний стержень повертається, розміщуючись вздовж магнітних силових ліній. Учні спостерігають, що вже за умови незначного струму залізний стержень притягується до одного з полюсів.

**Дослід 3.** На короткий кусок алюмінієвого стержня, підвішеного на нитці, постійний магніт не діє. Тоді цей стержень вміщується у проміжок між полюсами електромагніту. При вмиканні струму у колі та збільшенні його сили до 8-10 А кусок алюмінієвий стержень повертається і займає таке ж положення, як і залізний стержень. Відмінність від дослідів 2 полягає у тому, що сила струму повинна бути значно більшою.

**Дослід 4.** Аналогічно до попереднього дослідів, підвішується на нитці стержень із графіту або вісмуту. Цей стержень вноситься у магнітне поле і розташовують уздовж поля. Вмикають струм у колі обмоток. Якщо сила струму значна, учні спостерігають, що графіт повертається уперек ліній магнітного поля і виштовхується із проміжку між полюсами.

**Дослід 5.** У проміжку між полюсами електромагніту запалюється свічка. Учні спостерігають, що полум'я свічки виштовхується магнітним полем.

**Учитель.** Отож, якого висновку можна дійти, враховуючи ці досліді?

**Учні** Речовини в магнітному полі намагнічуються, тобто створюють власне магнітне поле.

**Учитель.** Так. Результируюче магнітне поле у середовищі є сумою полів, створюваних струмом і намагніченим середовищем. Для характеристики магнітних властивостей речовини використовують поняття відносної магнітної проникності речовини:  $\mu = \frac{B}{B_0}$ , де  $B$  —

індукція магнітного поля у середовищі,  $B_0$  — індукція магнітного поля у тій самій точці простору у вакуумі. Ця фізична величина показує, у скільки разів індукція магнітного поля у речовині більша за індукцію магнітного поля, створювану тим самим струмом у вакуумі. Відносна магнітна проникність речовини є безрозмірною величиною.

Причину намагнічення речовин зрозуміти неважко. Уперше її пояснив французький учений Ампер. Спостерігаючи повертання магнітної стрілки поблизу провідника зі струмом у дослідах Ерстеда, Ампер припустив, що магнетизм Землі спричинений струмами, які течуть середині земної кулі. Він вказує на те, що магнітні властивості тіла можна пояснити замкнутими електричними струмами, що циркулюють усередині нього.

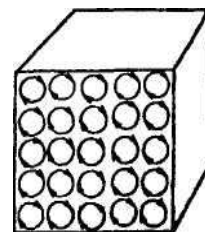
Згідно з гіпотезою Ампера, всередині молекул і атомів циркулюють елементарні електричні струми. Вони утворюються внаслідок руху електронів у атомах.

Якщо внаслідок теплового руху молекул площини, у яких циркулюють ці струми, розміщені хаотично одна відносно одної (мал. 1), то дія струмів взаємно компенсується і жодних магнітних властивостей тіло не виявляє. У намагніченому стані елементарні струми в тілі орієнтовані так, що їхні дії додаються (мал. 2).

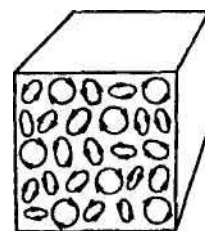
Отож, знаючи причину магнітних властивостей речовини, з'ясуємо, чому ж у дослідах, які ми спостерігали, різні речовини поводити себе по-різному.

*(Робота у базових групах: учитель формує групи за літерами А1, А2, ..., роздає картки із відповідними завданнями.)*

**Учитель.** Кожна група отримала довідниковий матеріал (див. додатки) та картку із запитаннями. Опрацювавши теоретичний



Мал. 1.



Мал. 2.

матеріал, ви під час обговорення повинні дати відповіді на запитання, занотовуючи їх у зошит.

*Орієнтовні запитання у картках:*

1. Що таке діа- (пара-, феро-) магнетик?
2. Яке значення ц для цього магнетика?
3. Як напрямлене магнітне поле всередині цього магнетика?
4. Як воно впливає на зовнішнє магнітне поле?
5. Яка речовина із спостережуваних у дослідах належить до кожної із групмагнетиків? Чому?
6. Які ще речовини належать до цієї групи?
7. Що таке точка Кюрі (для групи, яка вивчає феромагнетики)?

*(Робота в перехресних групах: після завершення роботи в базових групах учитель формує перехресні групи за цифрами 1, 2, ..., дає для них відповідні завдання.)*

**Учитель.** Завдання для нових груп: кожен учасник групи по черзі, використовуючи свої записи у зошитах, розповідає іншим учасникам про «свій» тип магнетика.

**III. Закріплення матеріалу**

*(Кожна з груп заповнює таблицю та розв'язує «якісні» задачі)*

*Задачі*

1. Чому корпус компаса виготовляють із пластмаси, латуні або алюмінію, але не із заліза?
2. Чому не можна застосовувати електромагнітний кран для переміщення розпечених сталевих оцупків?
3. Як зміниться магнітне поле котушки, якщо всередину у неї вставити мідне осердя? Чому?
4. Чи не пригадаєте лихого вчинку Негоро із роману Жуля Берна «П'ятнадцятирічний капітан»? Чому корабель збився з курсу?
5. Що станеться з магнітним полем котушки, по якій проходить струм, коли у неї вставити залізне осердя? Чому?
6. Як зміниться магнітне поле котушки, якщо всередину неї вставити алюмінієве осердя? Чому?
7. Як поводить ся стержень з діа- (пара-, феро-) магнетика в однорідному та неоднорідному магнітному полі?

	Діамагнетик	Парамагнетик	Феромагнетик
1.Магнітна проникливість, $\mu$			
2.Напрямок магнітного поля			
3.Речовини			

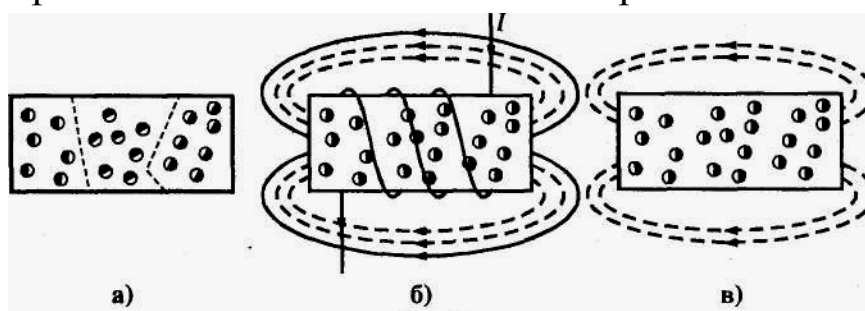
*(Представник групи, яка першою виконала завдання, доповідає про результати заповнення таблиці. Після цього обговорюються відповіді на «якісні» задачі. Якщо дозволяє час, можна на закріплення розв'язати задачу №846 зі збірника А. П. Римкевича, 1995.)*

#### IV. Підсумки, домашнє завдання

##### Додатки

### Феромагнетики

Особливу групу речовин, що намагнічуються, утворюють феромагнетики (мал. 3а). Такі речовини, внесені в магнітне поле, під його дією намагнічуються так, що підсилюють зовнішнє магнітне поле, тобто магнітні силові лінії зовнішнього магнітного поля  $B$  і магнітного поля речовини  $B'$  мають один і той же напрям. Ці речовини намагнічуються дуже сильно (мал. 3б) і зберігають власне магнітне поле після припинення дії зовнішнього поля (мал. 3в). Це явище називається залишковим намагнічуванням і лежить в основі утворення штучних магнітів, наприклад, магнітних стрілок). Окрім цього, для них характерне явище магнітного насичення, яке полягає у тому, що при їхньому намагніченні і поступовому збільшенні зовнішнього поля власне поле речовини спочатку зростає пропорційно до зовнішнього, відтак ця пропорційність порушується і, зрештою, зростання власного поля припиняється: речовина



Мал. 3.

знаходиться в стані магнітного насичення.

Властивості феромагнетиків пов'язані з наявністю у їхній структурі груп атомів, які називаються доменами, котрі вже мають узгоджену орієнтацію елементарних магнітних полів. Орієнтація полів самих доменів, яка відбувається при намагнічуванні, створює

власне поле речовини значно сильніше, ніж у інших магнетиків, у яких відбувається лише часткова орієнтація елементарних полів атомів речовини. Орієнтація полів доменів значною мірою зберігається і після припинення дії зовнішнього поля. Така суть залишкового намагнічування. Проте інтенсивний тепловий рух може зруйнувати цю орієнтацію, тому за високої температури феромагнітні речовини втрачають свої магнітні властивості.

Температура, за якої це відбувається, має назву точки Кюрі (*на честь французького вченого, який відкрив це явище*). Якщо намагнічений цвях дуже нагріти, то він втратить здатність притягати до себе залізні предмети. Для заліза і сталі точка Кюрі дорівнює 700-800°C, для нікелю — 300-400°C. Існують магнетики, для яких точка Кюрі нижча від 100°C. Стан магнітного насичення відповідає, очевидно, найповнішій можливій орієнтації полів доменів. До феромагнетиків належать: залізо, сталь, нікель, кобальт і деякі сплави (пермалой, магніко, алніко тощо). Отже, магнітне поле, що утворюється у речовині, є результатом додавання двох полів: зовнішнього поля і власного поля речовини, яке виникає у результаті намагнічування. Магнітна індукція  $B$  поля у речовині — це алгебраїчна сума індукції зовнішнього поля  $B_0$  та індукції  $B_B$  власного поля речовини:  $B = B_0 + B_B = \mu B_0$

Для феромагнетиків  $\mu \gg 1$ , тобто індукція результуючого поля є значно більшою від індукції  $B_0$  магнітного поля у вакуумі.

**Парамагнетики.** Речовини, атоми яких мають власне елементарне магнітне поле (мал. 4а), що утворилося внаслідок руху електронів по орбітах атомів (*цей рух може розглядатися як деякий*



Мал. 4.

*мікрострум*), називаються парамагнетиками. Тіла, що складаються з таких речовин, немагнітні. Вони власного магнітного поля не утворюють, оскільки елементарні поля атомів мають в масі речовини хаотичну просторову орієнтацію, яка в процесі теплового руху весь час змінюється, і тому вони взаємно компенсуються. Але якщо таку речовину внести в потужне магнітне поле, то орієнтація мікрострумів, у результаті якої в атомах парамагнетиків створюється

власне елементарне магнітне поле, зміниться так, що ці поля набудуть напрямку такого ж, як і зовнішнє поле. Додаючись, вони утворюють власне магнітне поле речовини, яке напрямлене узгоджено із зовнішнім полем і його підсилює (мал. 4б). Цей ефект називається парамагнетизмом.

Якщо парамагнітне тіло піднести до полюсів магніту, воно притягується, а коли стержень із парамагнетика вільно висить на нитці, то встановлюються вздовж силових ліній поля магніту. До парамагнітних тіл належать гази, лужні та лужноземельні метали, алюміній, платина, вольфрам, хром, марганець, розчини солей заліза тощо.

Таким чином, магнітне поле, що утворюється у речовині, є результатом додавання двох полів: зовнішнього і власного поля речовини, яке виникає у результаті намагнічування. Магнітну індукцію  $B$  поля в речовині можна виразити як алгебраїчну суму індукції зовнішнього поля  $B_0$  та індукції  $B_B$  власного поля речовини:

$$B = B_0 + B_B = \mu B_0$$

Для парамагнетиків відносна магнітна проникність  $\mu \geq 1$ , тобто магнітна індукція зовнішнього поля за наявності парамагнетика виявляється більшою за магнітну індукцію без парамагнетика.

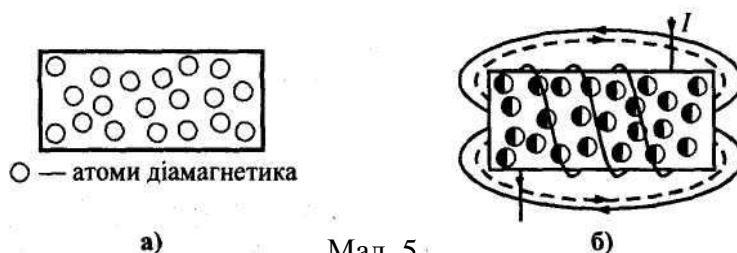
У неоднорідному магнітному полі парамагнетик втягується у ділянку з більшою індукцією магнітного поля.

Якщо парамагнетик винести з магнітного поля, то його речовина повертається у вихідний немагнітний стан.

### *Діамагнетики*

Рух електронів по орбітах в атомах можна розглядати як деякий мікрострум. Усі ці мікроструми утворюють свої магнітні мікрополя, які, додаючись, утворюють власне елементарне магнітне поле атома. Проте в деяких випадках (за певної кількості електронів у атомі і відповідних орієнтаціях їхніх рухів) мікрополя в атомі можуть взаємно компенсуватися і тоді атом власного елементарного магнітного поля не має.

Речовини, атоми яких власного елементарного магнітного поля



Мал. 5.



не мають (мал. 5а), називаються діамагнетиками. Тіла, що складаються з діамагнетичних речовин, немагнітні. Вони власного магнітного поля не утворюють, оскільки елементарні магнітні поля атомів відсутні.

Якщо діамагнетичну речовину помістити у зовнішнє магнітне поле, то на мікроструми в його атомах з боку поля діятимуть сили Лоренца, які викличуть зміну просторової орієнтації орбіт електронів. У зв'язку з цим в атомах з'являться наведені елементарні магнітні поля, напрями яких протилежні зовнішньому полю (правило Ленца). У результаті додавання цих елементарних полів утворюється власне магнітне поле речовини, яке спрямоване назустріч зовнішньому полю, і його послаблює (мал. 5б). На малюнку силові лінії зовнішнього поля позначені суцільною лінією, а речовини власного поля — пунктиром. Цей ефект називається діамагнетизмом і у діамагнетиків є єдиним результатом дії зовнішнього поля.

Якщо діамагнітне тіло піднести до полюсів магніту, то воно виштовхується в ділянку слабого магнітного поля, а коли стержень з діамагнетика вільно висить на нитці в однорідному магнітному полі, то встановлюється перпендикулярно до силових ліній поля. До діамагнітних речовин належать: вода, переважна частина органічних сполук (наприклад, вуглеводи і білки), алмаз, графіт, майже всі гази, а також деякі метали (вісмут, срібло, цинк, мідь, золото). Якщо діамагнетик винести із зовнішнього магнітного поля, він повертається у вихідний немагнітний стан.

Таким чином, магнітне поле, що утворюється у діамагнетику, внесеному в зовнішнє магнітне поле, є результатом додавання двох полів: зовнішнього і власного поля речовини, яке виникає у результаті намагнічування. Магнітну індукцію  $B$  поля в речовині можна виразити як алгебраїчну суму індукції  $B_0$  поля, що намагнічує, та індукції  $B_B$  власного поля речовини:

$$B = B_0 + B_B = \mu B_0$$

Для діамагнетиків відносна магнітна проникність  $\mu \leq 1$ , тобто магнітна індукція поля за наявності діамагнетика виявляється меншою за магнітну індукцію без діамагнетика.

# "ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЮ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ"

## Урок-гра "Брейн ринг"

**Мета.** Узагальнити й систематизувати знання учнів з електромагнітної індукції та електромагнітних коливань, а також з'ясувати, де застосовуються ці явища.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Гальванометр, котушка, плакати з малюнками.

**Методичні поради.** Урок-гра «Рейн ринг» проводиться під час повторення й узагальнення знань і вмінь за однією чи кількома темами або ж за весь курс. Така форма проведення занять може використовуватись під час уроку, а також у позакласній роботі. У ній можуть брати участь учні одного або паралельних класів.

З учнів класу чи паралельних класів формуються три команди по 4-6 учнів у кожній (*це оптимальна кількість команд для проведення гри за 45 хв.*). Члени кожної команди обирають капітана, визначають назву команди та свій девіз.

У відбірковому турі кожна команда грає з кожною, тобто проводиться три гри. У кожній грі команди мають розв'язати «якісні» задачі. Перемагає команда, яка набрала 2 бали. Командам пропонується не менше двох запитань, на обдумування яких відводиться по 30 с. Про свою готовність до відповіді сигналізує капітан.

За правильну відповідь команда отримує один бал. У фінал виходять дві команди, які здобули найбільше перемог. Якщо у відбірковому турі вони не визначилися, командам пропонується додаткові запитання.

Між відбірковим туром і фіналом проводиться «музична пауза», під час якої учні можуть проявити свої таланти.

Перед початком фіналу проводиться гра для уболівальників, їм пропонується два запитання, і в разі правильної відповіді зароблені бали вони віддають тій команді, за яку вболівають. Після цього проводиться фінальна гра до 5 балів. Запитання для цього туру підбираються складніші, ніж для відбіркового. У фінальну гру команди вступають з рахунком, який визначився після турніру уболівальників.

Учителеві й організаторам «Брейн рингу» слід заздалегідь подумати, яким чином будуть нагороджені переможці, найерудованіший гравець і найерудованіший уболівальник. Учитель разом з учнями відповідає на запитання, не з'ясовані під час гри, і підбиває підсумок усієї роботи учнів на уроці.

Під час проведення гри вчителю допомагають 1-2 учні, які ведуть облік результатів, займаються музичним оформленням, а також журі, до складу якого запрошуються учні, вчителі та батьки учнів.

### *Хід уроку*

*(Звучить легка музика. На дошці записано епіграф:*

*Шлях до істини саме такий,*

*як і від істини шлях.*

*Він анітрохи не довший,*

*він тільки трохи складніший.*

*«Кола на піску», Фелікс Кривін)*

Учитель (зачитує епіграф і продовжує). Сьогодні на уроці кожен із вас пройде свій шлях до істини, і нехай він буде не тільки трохи важким, а й захопливим та пізнавальним. Девізом нашої гри є чудові слова Джеймса Дьюї й Уотсона: «...правильний розв'язок має бути не лише витонченим, а й простим».

Слово надається командам, які відрекомендовують себе суперникам, уболівальникам, журі.

Жеребкуванням визначається, яка команда з якою грає і в якій послідовності.

### *Запитання відбіркового туру*

#### ***I. гра.***

1. Чи буде індукуватися струм у котушці з біфілярною обмоткою (*звитою із дроту, складеного вдвоє так, що кінець дроту розміщений біля його початку*)?

2. Де сконцентрована енергія при вільних коливаннях у коливальному контурі через  $1/4$ ,  $1/2$  періоду після початку розряджання конденсатора?

3. Первинна обмотка трансформатора приєднана до генератора струму, вторинна розімкнута. Чи споживає трансформатор електроенергію?

#### ***II. гра.***

1. Чи можуть у контурі, який складається з конденсатора і резистора, виникати вільні електромагнітні коливання?

2. Чи виникне індукційний струм у трапецієподібному контурі, якщо його поступально переміщувати в однорідному магнітному полі?

3. Чому трансформатор виходить із ладу, коли у нього накоротко замикається хоча б один виток?

### **III. гра.**

1. Лампа ввімкнена у коло змінного струму послідовно з котушкою, надітою на розімкнуте осердя. Якщо осердя котушки замкнута, лампа гасне. Пояснити явище.

2. Чому для збудження індукційного струму більше підходить замкнений провідник у вигляді котушки, а не прямолінійний дріт?

3. Яке значення енергії конденсатора в коливальному контурі, опором якого можна знехтувати, в той момент, коли сила струму в котушці максимальна?

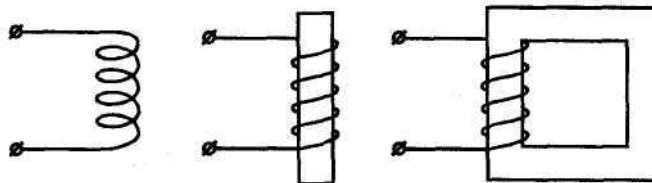
#### *Запитання для конкурсу уболівальників*

1. Чому навантажений трансформатор гуде?

2. Чому телефонні дроти не слід вшати на стовпах із дротами, якими йде змінний струм?

#### *Запитання для фінальної гри*

1. Три котушки мають однакову кількість витків, котушки намотані одним і тим же дротом однакової довжини (мал. 1). Яка з котушок має найбільшу, а яка — найменшу індуктивність?



Мал. 1.

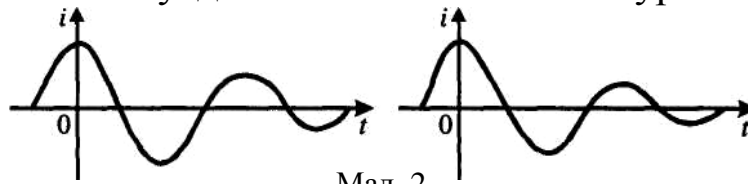
2. У 1882 р. фізик Араго помітив, що магнітна стрілка, яка коливається біля положення рівноваги, швидко зупиняється, якщо вона міститься у мідному футлярі, а без такого футляра її коливання тривають довго. Пояснити явище.

3. Кінці складеного вдвоє дроту приєднані до гальванометра. Дріт рухається, перетинаючи силові лінії магнітного поля, але стрілка гальванометра залишається на нулі. Чим це можна пояснити? Продемонструвати явище.

4. Шасі автомобіля й осі коліс утворюють замкнений провідний контур. Чи індукується в ньому струм під час руху автомобіля?

5. На мал. 2 в одному і тому ж масштабі зображено графіки

затухаючих коливань у двох коливальних контурах. У якому з них



Мал. 2.

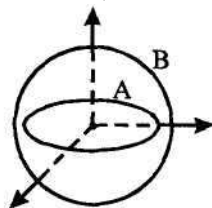
коливання затухають швидше? Як це з'ясувати?

6. Крізь отвір у котушці падає магніт. Чи з однаковим прискоренням рухатиметься магніт, пролітаючи через котушку із замкненою обмоткою і котушкою, кінці обмоток якої не замкнені?

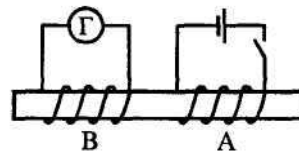
7. Чому еталони опору виготовляють способом біфілярної намотки?

8. Два колові провідники (кільця) розміщені перпендикулярно одне до одного (мал. 3). Чи виникатиме індукційний струм у кільці А при зміні струму в кільці В?

9. Струм якого напрямку індукуватиметься в котушці В, якщо коло котушки А (мал. 4) замкнути? розімкнути?



Мал. 3.



Мал. 4.

На випадок, якщо обидві команди не змогли дати правильні відповіді на одне чи більше запитань, у ведучого має бути в запасі кілька додаткових.

Після підбиття підсумків гри вчитель пропонує усім її учасникам заспівати пісню на слова Левка Воловця і знайомий мотив бардівської пісні (*тексти пісні є на кожному столі*).

Ми впевнені: в цій залі зібралися не даремно

Такі шляхетні й свіжі, мов квіти у росі.

Хоч ми і сперечались, прощаємо чемно.

Як добре, що сьогодні зібрались тут ми всі!

Максвелла й Фарадея здружила нас ідея,

А до ідей наступних охоче нас просить!

Змагання — від безділля прегарна панацея.

Як добре, що сьогодні зібрались тут ми всі!

Турнір нас захопив, бо це ж — не гра у фанти,

А якісне зростання, що завше на часі.

Турнір підняв наш настрій, відкрив нові таланти.

Як добре, що сьогодні зібрались тут ми всі!

## "МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ"

### Заліковий урок-гра "Краф"

**Мета.** Навчити учнів розв'язувати задачі різного типу за допомогою групової форми роботи; виховувати толерантність та вміння співпрацювати.

**Тип уроку.** Урок контролю та корекції знань.

**Методичні поради.** Одним із найважливіших завдань учителя фізики є навчити учнів розв'язувати задачі різного типу складності. Проте проконтролювати якість уміння розв'язувати задачі інколи доволі складно. У такому разі в пригоді можуть стати нетрадиційні форми і методи роботи, одним із яких є проведення залікових уроків-ігор. Ефективність таких уроків зростає, якщо, плануючи їхнє проведення, врахувати можливість поєднання гри з груповою формою роботи. Реалізацією такого поєднання, на нашу думку, може бути гра «КРАФ» (кращий фізик), що проводиться в кінці вивчення теми перед проведенням контрольної роботи. Опис усіх етапів гри наведено нижче, проте слід зазначити, що вона може мати інтерпретації з урахуванням особливостей класного колективу, на базі якого її буде проведено.

Якщо клас не ознайомлений із груповою формою роботи, то за кілька уроків до проведення гри його слід поділити на гетерогенні групи, в кожній із яких буде свій керівник — учень, який засвоює дану тему краще за інших. Можна доручити проводити цей поділ самим учням, вносячи потім лише деякі корективи. До складу кожної групи входитимуть 4 учні, для яких особисті стосунки не будуть перешкодою в процесі роботи над спільним завданням. Корисним також, на нашу думку, було б запропонувати учням сідати на уроках фізики групами, призначивши кожному школяреві певне робоче місце. Незадовго до проведення гри учням задається домашнє завдання у вигляді серії задач за даною темою, які вони можуть розв'язувати протягом певного часу. Кілька з цих задач позначені червоним кольором (вони є основними для даної групи), а кілька — зеленим (вони є неосновними, хоча й обов'язковими для розв'язання). Задачі, позначені для однієї групи червоним кольором, для двох інших позначаються зеленим. Таким чином, кожна задача має бути розв'язана кількома групами, а тому ймовірність того, що її не розв'яже жоден учень класу, зменшується. Відповідальність за розуміння кожним учнем групи розв'язання всіх заданих групі задач

покладається на керівників груп. Учитель інформує учнів про те, що на уроці-заліку, який незабаром проводитиметься у формі гри «КРАФ», будуть задачі, подібні до запропонованих, а тому кожен учень зацікавлений у тому, щоб навчитися їх розв'язувати і, в разі потреби, звернутися до керівника групи за поясненням.

Гра складається з чотирьох етапів, кожний із яких розрахований не менш як на 10 хв., тому оптимальним варіантом було б проведення її протягом спареного уроку. Напередодні проведення гри вчитель готує інформаційний лист, на якому написані прізвища учнів класу, є 7 вертикальних колонок, кожна з яких позначена вгорі відповідним номером: 1 — подача розв'язку; 2 — захист задачі; 3 — правильність розв'язання; 4 — рецензія задачі; 5 — власна задача; 6 — сума балів; 7 — оцінка за дванадцятибальною шкалою. Під час проведення гри асистент (*лаборант*) допомагає вчителю вести калькуляцію балів і наклеювати папірці з позначенням кількості балів на інформаційний лист.

### *Хід уроку*

#### *I. етап*

Гра починається із жеребкування між керівниками груп для визначення номера кожної групи. Отримавши пакети завдань (*відповідно до номера групи*), керівники приєднуються до учнів своєї групи і починають розв'язувати задачі. Кожний пакет містить 4 задачі, дві з яких розв'язують керівники груп (*вони позначені зеленими кружечками*), а інші дві (*вони позначені червоними кружечками*) — інші члени груп. На розв'язування всіх завдань відводиться 10 хв. Протягом цього часу кожен учень (*в середньому*) має розв'язати одну задачу і записати розв'язання на аркуші паперу під копювальний папір. (*Орієнтовні задачі додаються*). Завірену підписом керівника групи (*що свідчить про згоду останнього з розв'язанням*) копію оформленої задачі учні здають учителю й отримують свої 5 балів. Учні, які не вклалися у 10 хв., втрачають по одному балу за кожну прострочену хвилину. Учитель звіряє розв'язання зі своїм і оцінює його за п'ятибальною шкалою, проте оцінка на цьому етапі на інформаційний лист не заноситься. Під час виконання завдання в класі може звучати тиха, спокійна музика. На цьому перший етап гри «КРАФ» завершується.

#### *II. етап*

Після подання учнем розв'язання задачі він готується біля дошки до його захисту перед керівниками інших груп. Головним

рецензентом розв'язання в цьому разі є керівник тієї групи, що розв'язувала дві такі ж задачі, але у якої вони були контрольні й позначені червоним, а не зеленим кольором. *(Для того щоб кожен рецензент міг заздалегідь знати, захист якої групи він має слухати, номер рецензованої групи можна позначити в дужках безпосередньо на пакеті завдань, які отримують на початку гри керівники груп; в такому разі позначення 4 (5) означатиме: група № 4 рецензує групу № 5. (Див. також: табл. 1.))* Таким чином, будь-які дві задачі, позначені для однієї групи зеленим кольором, є контрольними для іншої групи. Кожна задача, що розв'язується одним членом групи, може бути перевірена керівником іншої групи. За захист задачі учень може отримати до 10 балів, а керівник групи, до якої він належить, — до 5 балів. Таким чином, кожний керівник групи на цьому етапі може отримати 10 балів лише в тому разі, якщо два члени його групи захистяться без втрати балів. Рецензент, звіряючи власне розв'язання з поданим, оцінює його. За вдалу рецензію учень (керівник групи) може отримати від 2 до 7 балів. Керівники інших груп і решта учнів класу, які до цього часу впоралися зі своїми задачами (а таких гіпотетично має бути переважна більшість), також слухають запропоноване розв'язання задачі і, за бажання, можуть висловити свою думку, внести корективи чи доповнення. Захист задачі разом із рецензією триває до 5 хв. Учням, які не братимуть участі у захисті, і, таким чином, не зможуть набрати собі в такий спосіб бали, пропонується працювати над розв'язком двох додаткових задач і подати їх у кінці уроку на оцінку вчителю. Після того як розв'язання задачі захистив кожний бажаючий, другий етап гри «КРАФ» завершується

### *III. етап*

Квінтесенцією гри є складання учнями умови власної задачі за даною темою для розв'язування її іншими учнями класу. За вдало запроповану задачу відповідного ступеня складності учень отримує до 20 балів.

### *IV. етап*

Підбивання підсумків уроку і виставлення оцінок. Відповідно до кількості набраних балів учням виставляються оцінки (*табл. 2*).

Учень, який набрав найбільшу кількість балів, отримує звання «КРАФ» — кращий фізик класу — і заохочується (*стає, наприклад, керівником групи*).

*Додатки*



Таблиця 1

Розподіл задач між групами і схема рецензування відповідей керівниками груп

Номер групи (номер групи, що рецензується)	Задачі для рядових членів групи (позначені червоним кольором)	Задачі для керівників груп (позначені зеленим кольором)
I (II)	1,4	7,10
II (III)	7,10	8,11
III (IV)	8,11	3,6
IV (V)	3,6	9,12
V (VI)	9,12	2,5
VI (I)	2,5	1,4

Таблиця 2

Оцінювання учасників гри «КРАФ»

Оцінка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бали	0-2	3-4	5-6	7-10	11-14	15-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36

### Орієнтовні задачі для проведення заліку у формі гри "КРАФ" за темою "Механічні коливання і хвилі"

1. *Годинник, період коливання маятника якого дорівнює 1 с (годинник із секундним маятником), на поверхні Землі йде точно. Наскільки відставатиме годинник за добу, якщо його підняти на висоту 200 м над поверхнею Землі!*

*Розв'язання.* Нехай  $t_1$  і  $t_2$  - покази годинника на висоті  $h = 200$  м і на поверхні Землі відповідно. Тоді відставання годинника за добу становитиме  $\Delta t = t_2 - t_1$  (1). Зрозуміло, що покази годинника пропорційні до кількості коливань його маятника  $\frac{t_2}{t_1} = \frac{N_2}{N_1}$ . Звідки:

$t_1 = \frac{N_1}{N_2} t_2$  (2). У свою чергу, кількості коливань маятника  $N_1$  і  $N_2$

пов'язані з його періодами коливань на висоті  $h$  і на поверхні Землі відповідно:  $T_1 = \frac{t_1}{N_1}, T_2 = \frac{t_2}{N_2}$ .

З останніх формул маємо:  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$ . (3)

З іншого боку,  $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_2}}, T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}$ .

Тому  $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$ , (4) де  $g_1$  і  $g_2$  - прискорення вільного падіння на висоті  $h$  і на поверхні Землі відповідно.

Відомо, що  $g_1 = \frac{GM}{(R+h)^2}$ ,  $g_2 = \frac{GM}{R^2}$ , де  $R$  - радіус Землі. Тоді  $\frac{g_1}{g_2} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$ , або  $\sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R}{R+h}$ . (5)

З формул (5) і (4) маємо:  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{R}{R+h}$ .

Останній вираз підставимо у (2):  $t_1 = \frac{t_2 R}{R+h}$ , (7) і, нарешті, з формул (7) і (1) маємо розрахункову формулу:

$$\Delta t = t_2 - \frac{t_2 R}{R+h} = \frac{t_2 h}{R+h}.$$

Перевіримо найменування:

$$[\Delta t] = \frac{c \cdot m}{m+m} = \frac{c \cdot m}{m} = c. \text{ Підставимо числові значення і отримаємо}$$

відповідь:  $\Delta t = 2.71c$ .

2. З яким прискоренням  $a$  і в якому напрямі має рухатися кабіна ліфта, щоб секундний маятник, який знаходиться в ній, за час  $t = 2 \text{ хв } 20 \text{ с}$  зробив  $N = 100$  коливань.

*Розв'язання.* Оскільки маятник перебуває в неінерціальній системі відліку, то період його коливань можна визначити за

формулою  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}$ , де  $g_1$  — прискорення вільного падіння в

неінерціальній системі відліку,  $g_1 = g \pm a$  (знак «+» відповідає рівноприскореному рухові ліфта вгору; а знак «-» — униз). Звідси:  $a = g_1 - g$  (1) (знак прискорення вкаже на напрям руху ліфта).

Оскільки маятник секундний ( $T = 1 \text{ с}$ ), то його період коливань у ліфті, що рухається без прискорення (чи зберігає стан спокою), обчислюється за формулою  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  (2). Звідси можна знайти його

$$\text{довжину: } l = \frac{gT^2}{4\pi^2} \quad (3).$$

Період коливання маятника в неінерціальній системі відліку можна обчислити, з одного боку, за формулою  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ , а з

іншого — за формулою  $T_1 = \frac{t}{N}$ . Отже, маємо:

$$\frac{t}{N} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_1}}. \quad (4)$$

Підставивши (3) в (4), знайдемо, що  $\frac{t}{N} = T\sqrt{\frac{g}{g_1}}$ .

$$\text{Звідси: } g_1 = \frac{gT^2N^2}{t^2}. \quad (5)$$

Останню формулу підставимо в (1):

$$a = \frac{gT^2N^2}{t^2} - g = g\left(\frac{T^2N^2}{t^2} - 1\right).$$

Перевіримо найменування:

$$[a] = \frac{M}{c^2}\left(\frac{c^2}{c^2} - 1\right) = \frac{M}{c^2}.$$

Підставивши числові значення величин, отримаємо:  $a \approx -4,8\frac{M}{c^2}$ .

Знак «мінус» показує, що ліфт рухався з прискоренням, напрямленим вниз.

3. На скільки відсотків потрібно змінити довжину математичного маятника, що знаходиться у вагоні, який рухається горизонтально з прискоренням  $a_1 = 2,4\frac{M}{c^2}$ , щоб період його коливань дорівнював періоду коливань маятника, який рухається в кабіні ліфта вгору з прискоренням  $a = 4,2\frac{M}{c^2}$ ?

*Розв'язання.* Нехай  $l, l_1$  — довжини маятників, що знаходяться у кабіні ліфта і вагоні відповідно. Тоді період коливань першого маятника визначається за формулою  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$  (див. задачу №2).

Другий маятник знаходитиметься в неінерціальній системі відліку, в якій прискорення вільного падіння  $\overline{g_1}$  дорівнює сумі векторів

$\overline{g + a_1} : \overline{g_1} = \overline{g + a_1}$ , а модуль  $g_1 = \sqrt{g^2 + a_1^2}$ . Отже, період коливань цього маятника:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a_1^2}}}$ . (2)

За умовою задачі періоди обох маятників однакові, тому  $2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{\sqrt{g^2 + a_1^2}}}$ .

Після перетворень знаходимо:  $\frac{l_1}{l} = \frac{\sqrt{g^2 + a_1^2}}{g+a}$

Шукану зміну довжини (у відсотках) визначимо за формулою  $\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l} \cdot 100\% = \frac{|l_1 - l|}{l} \cdot 100\% = \left| \frac{l_1}{l} - 1 \right| \cdot 100\% = \left| \frac{\sqrt{g^2 + a_1^2}}{g+a} - 1 \right| \cdot 100\%$ .

Після підстановки числових значень отримаємо:  $\varepsilon \approx 28\%$ .

4. Тіло, маса якого дорівнює 200 г, коливається за законом  $x = 0.5 \cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ . Знайти залежність сили, що діє на тіло, від часу. Чому дорівнює найбільше значення модуля сили? В які моменти модуль сили набуває найбільшого і найменшого значень?

*Розв'язання.* За другим законом Ньютона:  $F = ma$ , де  $a = -w^2 x = -w^2 x_{\max} \cos(wt + \varphi)$ . Отже,

$F = -mw^2 x_{\max} \cos(wt + \varphi)$ , де  $mw^2 x_{\max} = F_{\max}$  – найбільше значення сили, а  $w = 10\pi$ .

Найбільше значення модуль періодично діючої сили набуває в ті моменти часу, коли фаза її коливань дорівнює  $\pi n$ .

Отже,  $wt + \varphi = \pi n \Rightarrow t = \frac{\pi n - \varphi}{w} = \frac{\pi n - \frac{\pi}{4}}{10\pi} = \frac{4\pi n - 1}{40}$  (с).

Найменшого значення модуля сила набуває в ті моменти часу, коли фаза її коливань дорівнює  $\frac{\pi}{2} + \pi n, n \in Z$ . Отже, маємо:

$$wt + \varphi = \frac{\pi}{2} + \pi n.$$

Звідси

$$t = \frac{\frac{\pi}{2} + \pi n - \varphi}{w}, \quad t = \frac{\frac{\pi}{2} + \pi n - \frac{\pi}{4}}{10\pi} = \frac{\frac{\pi}{4} + \pi n}{10\pi} = \frac{4n+1}{40} (c).$$

Підставляючи числові значення, отримаємо відповідь:

$$F = -0.2 \cdot 100\pi^2 \cdot 0.5 \cos\left(10\pi + \frac{\pi}{4}\right) = -10\pi^2 \cos\left(10\pi n + \frac{\pi}{4}\right);$$

$$F_{\max} = 10\pi^2 \text{ Н}; t = \frac{4n-1}{40} (c) \text{ при } F_{\max}; t = \frac{4n+1}{40} (c) \text{ при } F_{\max}.$$

5. Амплітуда коливань математичного маятника дорівнює 5 мм, а довжина — 1 м. Як залежить зміщення кульки маятника від часу? За початок відліку прийняти: а) момент проходження нижнього положення зліва направо; б) момент проходження крайнього правого положення. Зміщення кульки вважатимемо додатним тоді, коли вона відхиляється вправо, коли ж кулька відхиляється вліво, зміщення вважатимемо від'ємним. Знайти максимальне значення модуля сили, що діє на маятник, якщо його маса дорівнює 40 г.

*Розв'язання.* Математичний маятник здійснює гармонічні коливання, тому зміщення кульки з часом відбуватиметься за законом синуса або косинуса, залежно від того, момент якого положення маятника прийняти за початок відліку часу. Для запису аналітичного виразу залежності  $x = x(t)$  потрібно знати циклічну частоту коливань маятника. Відомо, що

$$w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Якщо за початок відліку прийняти момент проходження кулькою нижнього положення (*пункт а*) умови задачі), то це означає, що коливання відбуваються за законом синуса:  $x = x_0 \sin \sqrt{\frac{g}{l}} t$ ; якщо ж за початок відліку прийняти момент проходження кулькою крайнього правого положення (*пункт б*) умови задачі), то коливання відбуваються за законом косинуса:

$$x = x_0 \cos \sqrt{\frac{g}{l}} t.$$

Максимальне значення модуля сили, що діє на кульку, обчислимо за формулою:

$$F_{max} = ma_{max}, \text{ де } a_{max} = w^2 x_{max}.$$

Тоді маємо:

$$F_{max} = mw^2 x_{max}, \text{ або } F_{max} = m \left( \frac{g}{l} \right) x_{max}.$$

$$\text{Перевіримо найменування: } [F_{max}] = \kappa z \cdot \frac{M}{c^2 \cdot M} M = \kappa z \cdot \frac{M}{c^2} = H..$$

Підставляючи числові значення у розрахункові формули, отримуємо: а)  $x = 5 \cdot 10^{-3} \sin(3.13t)$ ; б)  $x = 5 \cdot 10^{-3} \cos(3.13t)$

$$F_{max} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 9.8 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 10^{-5} \cdot 9.8 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 2 \text{ мН}.$$

6. Циклічна частота вільних коливань осцилятора дорівнює  $w$ . Протягом якого найменшого часу максимальна кінетична енергія осцилятора зменшиться удвічі?

*Розв'язання.* Кінетична енергія осцилятора періодично змінюється з часом відповідно до швидкості тіла, що коливається. Нехай зміна швидкості з часом відбувається за законом косинуса:  $v = v_0 \cos wt$ . Тоді миттєве значення кінетичної енергії

можна знайти за формулою  $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{m(v_0 \cos wt)^2}{2}$ . За умовою задачі кінетична енергія осцилятора протягом деякого шуканого часу  $t$  зменшилася вдвічі:  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{2}$  (1).

$$\text{Але } E_2 = \frac{mv_0^2 \cos^2 wt}{2} \quad (3), \text{ а } E_1 = \frac{mv_0^2 w \cos^2 0}{2}; \rightarrow E_1 = \frac{mv_0^2}{2} \quad (4).$$

Підставляючи (3) і (4) в (1), маємо:

$$\frac{mv_0^2 \cos^2 wt}{mv_0^2} = \frac{1}{2}, \text{ або } \cos^2 wt = \frac{1}{2}.$$

Звідси  $\cos wt = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}$ . Найменше додатне значення аргументу, за

якого косинус кута набуває таких значень, становить  $\frac{\pi}{4}$ . Отже,

$$wt = \frac{\pi}{4}, \text{ звідси } t = \frac{\pi}{4w}.$$

7. За якої швидкості потяга ресори вагонів найсильніше коливатимуться під дією поштовхів коліс на стиках рейок? Довжина рейок дорівнює  $l$ , навантаження на ресори —  $F$ , ресора прогинається на  $h$  за навантаження  $F_1$ .

*Розв'язання.* Ресори коливатимуться найсильніше за умови виникнення резонансу, тобто тоді, коли період  $T$  власних коливань ресор збігається з періодом  $\tau$  зовнішньої сили (з інтервалом часу між двома послідовними поштовхами на стиках рейок). Отже,  $T = \tau$  (1). Період власних коливань ресори  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  (2), де  $k$  — її жорсткість,  $m$  — маса вантажу, яка спричиняє силу  $F$ .

Оскільки  $F = mg$ , то  $m = \frac{F}{g}$  (3). Жорсткість ресор можна

знайти із формули  $k = \frac{F_1}{h}$  (4). Підставивши (3) і (4) у (2), маємо

$T = 2\pi\sqrt{\frac{Fh}{F_1g}}$  (5). Оскільки рух потяга рівномірний, а довжина рейок

дорівнює  $l$ , можна визначити час між двома послідовними поштовхами на стиках рейок:  $\tau = \frac{l}{v}$  (6). Підставимо (5) і (6) у

$$(1): 2\pi\sqrt{\frac{Fh}{F_1g}} = \frac{l}{v}. \text{ Звідки } v = \frac{l}{2\pi\sqrt{\frac{F_1g}{Fh}}} \cdot [v] = m \cdot \sqrt{\frac{H \cdot \frac{M}{c^2}}{H \cdot m}} = m \cdot \sqrt{\frac{1}{c^2}} = \frac{m}{c}$$

8. У вагоні потяга, який рухається зі швидкістю 67,5 км/год, висить маятник. Визначити довжину маятника, за якої він розгойдуватиметься найсильніше, якщо довжина рейок дорівнює 25 м. Скільки коливань здійснить такий маятник, коли потяг проїде 20 км?

*Розв'язання.* Під час удару коліс об стики рейок вагон отримує імпульс, що має вертикальну і горизонтальну складові. Маятник розгойдуватиметься найсильніше, якщо період його власних коливань збігатиметься з інтервалом часу проходження коліс вагона між двома послідовними стиками рейок:  $T = \tau$  (1). Період коливань математичного маятника завдовжки  $l$  визначається за формулою:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{l_1}{v}.$$

Звідси:

$$l = \frac{gl_1^2}{4\pi^2v^2}, \text{ де } l_1 \text{ — довжина рейки.}$$

Для визначення кількості коливань  $N$  маятника скористаємося формулою  $N = vt$  (2), де  $t$  — час, протягом якого здійснювалися коливання,  $v$  — частота коливань маятника. Оскільки  $v = \frac{1}{T}$ , а  $T = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$ , маємо:  $v = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$  (3). З кінематики відомо, що  $t = \frac{s}{v}$  (4). Формули (3) і (4) підставимо у формулу (2):

$$N = \frac{s}{2\pi v} \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Перевіримо найменування:

$$[l] = \frac{\frac{m}{c^2} \cdot m^2}{\frac{m^2}{c^2}} = m; [N] = \frac{m \cdot c}{m} \sqrt{\frac{m}{c^2 m}} = \frac{c}{c} = 1.$$

Підставивши числові значення, знайдемо  $l = 44\text{см}$ ,  $N = 801$ .

9. Хвилі поширюються зі швидкістю  $\vartheta = 360 \frac{m}{c}$  за частоти  $\nu = 450\text{Гц}$ . Чому дорівнює різниця фаз коливань двох точок, віддалених одна від одної на 20 см уздовж: хвильового променя? На скільки відсотків слід змінити період коливань джерела хвиль, щоб за тій ж різниці фаз відстань між ними зросла на 10 см?

Розв'язання. Запишемо рівняння хвилі:

$$x = x_0 \cdot \sin w\left(t - \frac{l}{\vartheta}\right), \text{ де } x \text{ зміщення частинки, що перебуває на}$$

відстані  $l$  від джерела хвиль. Тоді кінематичні рівняння коливання частинок, розташованих від джерела на відстанях  $l_1$  і  $l_2$  ( $l_1 > l_2$ )

матимуть вигляд:  $x_1 = x_0 \cdot \sin w\left(t - \frac{l_1}{\vartheta}\right)$  та  $x_2 = x_0 \cdot \sin w\left(t - \frac{l_2}{\vartheta}\right)$ . Звідси

різниця фаз коливань частинок:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = w\left(t - \frac{l_2}{\vartheta}\right) - w\left(t - \frac{l_1}{\vartheta}\right) = w \frac{l_1 - l_2}{\vartheta} = 2\pi\nu \frac{l_1 - l_2}{\vartheta}.$$

Для того, щоб відповісти на друге запитання задачі, перепишемо останню формулу так, щоб різниця фаз виражалася через період коливань джерела хвиль:  $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{l_1 - l_2}{\vartheta}$  (1). Згідно з умовою задачі,

за умови зміни періоду коливань (від деякого значення  $T_1$ , до деякого



значення  $T_2$ ) відстань між точками, що коливаються з певною різницею фаз, має збільшитися на  $l = 10 \text{ см}$ .

Отже, можна записати:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{T_1} \cdot \frac{l_1 - l_2}{\vartheta} \quad (2), \quad \Delta\varphi = \frac{2\pi}{T_2} \cdot \frac{l_1 - l_2 + l}{\vartheta} \quad (3)$$

Звідси:

$$\frac{l_1 - l_2}{T_1} = \frac{l_1 - l_2 + l}{T_2}, \quad T_2 = \frac{l_1 - l_2 + l}{l_1 - l_2} \cdot T_1.$$

Знайдемо відносну зміну періоду коливань:

$$\varepsilon = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \cdot 100\% = \left( \frac{l_1 - l_2 + l}{l_1 - l_2} - 1 \right) \cdot 100\% = \frac{l}{l_1 - l_2} \cdot 100\%..$$

Після обчислень маємо:

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot 450 \cdot \frac{0.2}{360} = \frac{\pi}{2}; \quad \varepsilon = \frac{0.1}{0.2} \cdot 100\% = 50\%..$$

10. Швидкість поширення звуку у воді дорівнює  $1450 \text{ м/с}$ . На якій відстані перебувають найближчі точки, що здійснюють коливання у протифазі, якщо частота коливань становить  $725 \text{ Гц}$ ?

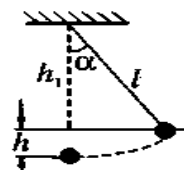
Розв'язання. Скористаємося виведеною в попередній задачі формулою залежності різниці фаз коливань двох точок від відстані між ними:

$$\Delta\varphi = 2\pi m \frac{l_1 - l_2}{\vartheta} \rightarrow l_1 - l_2 = \frac{\vartheta \Delta\varphi}{2\pi \nu}$$

За умовою задачі коливання відбуваються у протифазі, тобто  $\Delta\varphi = \pi$ . Після обчислень маємо:

$$l_1 - l_2 = \frac{1450 \cdot \pi}{2\pi \cdot 725} = 1 \text{ м}.$$

11. Визначити потенціальну енергію  $U$  математичного маятника масою  $m = 20 \text{ г}$  у положенні, що відповідає куту відхилення нитки від вертикалі  $\alpha = 10^\circ$ , якщо частота коливань маятника  $\nu = 0.5 \text{ с}^{-1}$ . Потенціальну енергію маятника в положенні рівноваги вважати такою, що дорівнює нулеві. Записати рівняння залежності зміщення від часу; якщо за початок відліку прийнято момент проходження крайнього правого положення, а амплітуда коливань становить  $20 \text{ см}$ .



Мал. 1.

*Розв'язання.* Потенціальна енергія маятника дорівнює  $U = mgh$ , де  $h$  — висота, на яку піднялося тіло. Якщо довжина нитки дорівнює  $l$ , то  $h = l - h_1$  (див. мал.1).

Оскільки  $h_1 = l \cos \alpha$ , то  $h = l(1 - \cos \alpha)$ . Довжину маятника визначимо з формули для періоду коливань  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

$$\text{Врахувавши, що } T = \frac{1}{\nu}, \text{ маємо: } l = \frac{g}{4\pi^2 \nu^2} \quad (5).$$

$$\text{Тоді } h = \frac{g}{4\pi^2 \nu^2} (1 - \cos \alpha).$$

Тепер можна знайти потенціальну енергію маятника:

$$U = \frac{mg^2}{4\pi^2 \nu^2} (1 - \cos \alpha).$$

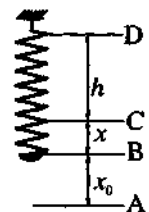
Перевіримо найменування:

$$[U] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^2}{\text{с}^4} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Після обчислень маємо, що  $U = 2.96 \text{ мДж}$ . Проводячи міркування, аналогічні тим, що наведені у розв'язанні задачі №6, можна записати:  $x = 0.2 \cos(2\pi \cdot 0.5t) = 0.2 \cos \pi t$ .

12. На шальку, підвішену на пружині жорсткості  $k$ , падає кулька масою  $m$  і залишається на шальці. Амплітуда коливань, які почала здійснювати пружина після падіння кульки, становить  $x_0$ . Визначити, з якої висоти впала кулька, якщо масами шальки і пружини можна знехтувати.

*Розв'язання.* Нехай  $h$  — висота, з якої впала кулька,  $x$  — віддаль від положення рівноваги (рівень В), навколо якого відбуваються коливання до нижнього кінця пружини (рівень С) у момент падіння кульки,  $x_0$  — амплітуда коливань (див. мал. 2). У момент падіння кульки на шальку швидкість кульки дорівнює  $v = \sqrt{2gh}$ . Після зіткнення з шалькою ця швидкість не змінилася. Це є наслідком закону збереження імпульсу і того, що маса шальки дорівнює нулю. Отже, втрат енергії системи не відбувається. Тому запишемо закон збереження енергії системи, беручи до уваги початковий момент (кулька перебуває на висоті А) і момент нижнього положення кульки.



Мал. 2.

За нуль потенціальної енергії виберемо рівень А. Тоді:

$$mg(h + x + x_0) = \frac{k(x + x_0)^2}{2}, \text{ де } kx = mg. \text{ Звідки } h = \frac{mg}{2R} \left[ \left( \frac{kx_0}{mg} \right)^2 - 1 \right].$$

## "ЕНЕРГЕТИКА Й ЕКОЛОГІЯ"

### Урок роботи в базово-перехресних групах

Я використовую свої знання  
і визнаю їхню важливість.  
Я вкладаю своє розуміння  
і відчуваюсь причетним.

*На основі китайського прислів'я*

**Мета.** Узагальнити й систематизувати знання учнів про різні типи електростанцій, принцип їхньої дії, енергетичні перетворення; продовжити формувати вміння аналізувати, порівнювати, робити самостійно висновки, працювати з науковою літературою; виховувати економічне й екологічне мислення, вміння працювати в колективі, толерантність, прагнення до поповнення знань.

**Тип уроку.** Урок узагальнення й систематизації знань.

**Обладнання.** Магнітофон, електричний чайник, плакати зі схематичним зображенням електростанцій різних типів, таблиці для порівняльної характеристики різних типів електростанцій, кольорові маркери, дидактичний матеріал з інформацією про певний тип електростанції, атласи «Економічна та соціальна географія світу», нумеровані кольорові картки.

**Методичні поради.** Вправи, які навчають дітей формулювати й висловлювати власні думки, слухати інших та приймати рішення на основі раціональних роздумів, допомагають у навчанні демократичного способу мислення. Дослідження свідчать, що введення методів групової роботи є ефективним для запобігання відчуженості між учнями. Поділ на групи доцільно зробити на попередньому уроці, а кожній групі дати домашнє завдання знайти й опрацювати матеріали про певний тип електростанції. На заняттях має переважати діяльність учнів, вони повинні працювати з приладами, довідниками, схемами, бо саме така діяльність пов'язана з активним мисленням.

Використовуючи нові педагогічні методи поряд із традиційними, ми можемо допомогти учням у розвитку мислення, одночасно навчаючи їх поважати права інших і працювати разом для

досягнення спільної мети. «Знання лише тоді знання, коли вони здобуті зусиллями свого розуму, а не пам'яттю» (Л. Толстой).

Урок передбачає використання активних методів навчання, зокрема, метод роботи в базово-перехресних групах та метод «дерево рішень».

*Метод базово-перехресних груп.* Учитель проводить поділ на базові групи, в яких учні опрацьовують матеріал певного типу (кожна група — інший). Після цього вчитель формує нові перехресні групи таким чином, щоб до їхнього складу входили представники з кожної попередньої базової групи. У цих групах учні навчають один одного, передаючи їм знання, здобуті в базових групах.

Поділ на групи можна проводити різними способами. Наприклад, роздати учням картки різного кольору, на яких написані цифри 1, 2, 3, 4, 5, 6. Базові групи формуються за кольорами карток, перехресні — за цифрами. Можна на невеликих аркушах паперу написати символи А1, А2, А3, А4, А5, А6, Б1, Б2,... і т.д. до Е6. Базові групи формуються за буквами, перехресні — за цифрами. Кількість учасників групи не повинна перевищувати 6 осіб.

*Метод «дерево рішень».* Кожна група отримує для заповнення таблицю (великого формату із намальованим «деревом рішень» проблеми, яка розглядається) і фломастери. Під час роботи учасники групи занотовують вади і переваги кожного варіанта, а потім приймають рішення про шляхи розв'язання проблеми. Після завершення роботи представники кожної групи повідомляють результати роботи своїх груп.

### *Хід уроку*

#### *І. Актуалізація опорних знань учнів*

*(У класі тихо звучить музика, на демонстраційному столі стоїть електричний чайник, у якому гріється вода, над класною дошкою горить лампа, учнівські столи розставлені для роботи в групах.)*

**Учитель.** Дорогі друзі, розпочнемо сьогодні наш урок незвичайно. Спочатку поп'ємо чаю, а відтак працюватимемо. Наш лаборант уже давно увімкнув електрочайник, і вода ось-ось закипить. (Несподівано гасне світло, затихає музика, вимикається чайник. Лаборант підходить до вчителя і тихо щось йому каже.)

**Учитель.** Що сталося?

**Учні.** Немає струму в мережі.

**Учитель.** Шкода... Не вдасться нам зараз попиту чаю. А скажіть, будь-ласка, звідки береться струм в електричній мережі нашого класу, наших помешкань?

**Учні.** Виробляється на електростанціях.

**Учитель.** Правильно. А які ви знаєте електростанції?

**Учні.** ГЕС, ТЕС, АЕС, альтернативні (сонячні, вітряні, припливні, геотермальні, біогазові).

*(Коли учні називають електростанцію певного типу, вчитель чи асистент вивішує на дошці плакати зі схематичним зображенням електростанції цього типу.)*

## *II. Мотивація навчальної діяльності*

**Учитель.** Енергія є основою життя людського суспільства, і його прогресивний розвиток пов'язаний із безпосереднім зростанням енергоспоживання. Це споживання зросло протягом ХХ ст. більш ніж у 100 разів, при цьому органічного палива було спалено у багато разів більше, ніж за весь попередній час. Які ж перспективи очікують нас у ХХІ столітті?

Людство все більше усвідомлює свою відповідальність за збереження довкілля, за чистоту нашої планети. Науково-технічний прогрес, підвищення комфортності життя і пов'язане з ним зростання енергоспоживання — об'єктивні речі. Але це не означає, що вони мають досягатися будь-якою ціною. Використання лише традиційних джерел енергії (*нафти, газу, ядерного палива*) руйнує і забруднює землю, водні ресурси й повітря. Разом із тим, понад 1 кВт на кожний квадратний метр постійно забезпечує нам удень світло невичерпного, екологічно бездоганного і загальнодоступного природного джерела — Сонця. Досягнення технології вже зараз дають змогу використовувати його для вироблення електроенергії, вартість якої наближається до традиційної. Поряд інтенсивно розвиваються в багатьох країнах також вітроенергетика й енергетика біомаси, які споріднені сонячній. Сьогодні, поза сумнівом, основною економічною проблемою у світі є енергетична криза. Соціально-економічний розвиток кожної країни, зокрема України, залежить від стану її енергетики.

Отже, існують методи вироблення електроенергії з органічного і ядерного палива (*вугілля, нафти, природного газу, урану*) і використання відновлюваних джерел енергії (*гідравлічної, сонячної, вітрової, припливної, геотермальної та інших*). Яким із них віддати перевагу? Тема нашого уроку — «Енергетика й екологія».

### III. Узагальнення і систематизація знань

На цьому етапі уроку ми працюватимемо таким чином. На попередньому році ми з вами утворили групи, кожна з яких отримала домашнє завдання: підготувати повідомлення про певний тип електростанцій. Отож, прошу зараз сісти групами за відповідні столи (*на столах стоять таблички різного кольору*). До повідомлень, які ви підготували вдома, ви отримаєте ще додаткову інформацію (*див. додаток*). Ваше завдання — опрацювати цей матеріал, обговорити його і відповісти на такі запитання (*запитання написані на дошці або у вигляді плаката*).

1. Який принцип дії електростанції?
2. Які енергетичні перетворення відбуваються на даній ЕС?
3. Який вплив даної ЕС на екологію?
4. У яких місцях переважно розташовані електростанції даного типу?

На виконання цієї роботи відводиться 8 хв.

(*Поки учні працюють, учитель стежить за їхньою роботою і за потреби надає допомогу.*)

Учитель (*через 8хв.*). Прощу припинити обговорення. Подальшу нашу роботу проводимо таким чином. На ваших кольорових картках написані різні цифри. Отож, попрошу учнів подивитися, яка цифра написана на картці і сісти за стіл з відповідним номером.

Тепер ви маєте розповісти один одному про той тип ЕС, який вивчили у попередній групі. Потім заповнити таблицю, яку ви отримаєте, і прийняти рішення: яка зі станцій є найбільш економічною та екологічною? На виконання цього завдання відводиться 15 хв.

(*Через 15хв групи вивішують на дошці свої таблиці із закритим смужкою паперу рішенням.*)

Типи електростанцій	Переваги	Недоліки
ГЕС		
ТЕС		
АЕС		
Альтернативні		
Рішення:		

Учитель. Прощу когось із членів групи прокоментувати свою таблицю, не зачитуючи рішення.

*(Групи по черзі представляють таблиці. Коли всі групи відзвітували, вчитель відкриває усі рішення і зачитує їх. На основі цих рішень учні роблять узагальнення, яка ж електростанція є найбільш економічною та екологічною.)*

#### *IV. Підсумок*

**Учитель.** Отже, електрична енергія — це наслідок розвитку цивілізації. Вона дає нам можливість переглядати телепередачі, слухати радіо, користуватися багатьма пристроями. Але скажіть, про що завжди слід пам'ятати, користуючись будь-яким досягненням цивілізації?

**Учні.** Про вплив цих досягнень на навколишнє середовище.

**Учитель.** Зараз я хочу запропонувати один цікавий експеримент. З'ясуймо, хто з вас може відмовитися від благ цивілізації заради збереження довкілля. Прошу всіх заплющити очі і підняти руку, хто готовий це зробити. Дякую.

*(Учитель оцінює й коментує роботу учнів, їхнє вміння працювати з науковим матеріалом, аналізувати, робити висновки, відзначає активну роботу на уроці, цікаві й змістовні повідомлення. Задає домашнє завдання.)*

#### *Додаток*

##### ***Гідроелектростанція (ГЕС)***

Енергетика — галузь господарства, яка виробляє енергію — має важливе значення для розвитку економіки, науки й культури країни. Зараз значну питому вагу з вироблення електроенергії мають механічні джерела енергії — ГЕС. Уперше людина використала енергію води за допомогою водяного колеса. У сучасній ГЕС вода зі значною швидкістю спрямовується на лопаті турбін. Вода через захисну сітку і регульовальний затвор тече сталевим трубопроводом до турбіни, над якою встановлено генератор. Механічна енергія води за допомогою турбіни передається генераторам, у яких перетворюється електричною. Після виконання роботи (*обертання турбіни*) вода витікає в річку тунелем, що поступово розширюється.

Затрати на будівництво ГЕС неабиякі, але вони компенсуються тим, що не поводиться платити (*принаймні, в явній формі*) за джерело енергії — воду. Потужність сучасних ГЕС перевищує 100 МВт, а ККД становить 95%. Така потужність досягається за незначних швидкостей обертання ротора, тому сучасні гідротурбіни вражають своїми розмірами. Турбіна — енергетично дуже вигідна машина,

оскільки вода легко і просто змінює поступальний рух на обертальний.

Будівництво греблі на річці дає змогу створити значну різницю рівнів води нижчих і вищих від ГЕС уздовж течії річки, тобто між верхнім і нижнім б'єфами. Інколи ця різниця рівнів сягає понад 100 м. Вода верхнього б'єфа падає зі значної висоти на лопаті гідротурбіни, обертає її, а разом з нею обертає генератор електроенергії, який з'єднаний із турбіною. Потужність будь-якої ГЕС залежить від різниці рівнів води верхнього і нижнього б'єфів та від ! кількості кубометрів води, що проходить за 1 с через лопаті турбін станції: що вона більша, то потужніша ГЕС.

Одним із принципів гідроелектробудування є максимальне використання І гідроенергії річок. Згідно з цим принципом, на річках будуються не окремі ГЕС, а каскади таких станцій і створюються водосховища для регулювання річного стоку вод. Стік більшості річок нерівномірний протягом року. Так, у Дніпрі в період весняного паводку, тобто приблизно протягом одного місяця, І у море стікала половина всіх водних запасів річки, у літні місяці рівень води різко знижувався. Внаслідок цього ГЕС влітку працювала з половинною потужністю. Створення великого водосховища біля ГЕС різко змінило становище. Тепер весняні води Дніпра вже не стікають без усілякої користі в море, а зберігаються у водосховищі, а потім планомірно використовуються протягом року гідростанціями. Це дало змогу не лише збільшити річний виробіток електроенергії, а й знімати пікові навантаження в енергосистемі району розміщення ГЕС. Сучасні ГЕС будують із таким розрахунком, щоб за їхньою допомогою комплексно розв'язувалися задачі вироблення електроенергії, зрошення земель, водопостачання тощо.

Зазначимо, що ГЕС мають принаймні дві переваги перед ТЕС і АЕС:

1. відсутність під час роботи витрат на паливо, внаслідок чого їхня електроенергія в 4-8 разів дешевша від електроенергії, виробленої на ТЕС і АЕС;
2. гідроенергія річок, що використовується на ГЕС, відтворюється природно, а викопні енергоресурси не відтворюються.

Гідроенергетичні технології мають чимало переваг, але є й значні недоліки. Наприклад, низькі водні ресурси під час засухи можуть серйозно впливати на кількість виробленої енергії. Це може стати значною проблемою там, де гідроенергія складає значну



частину в енергетичному комплексі країни; будівництво гребель є причиною багатьох проблем: переселення мешканців, замулення водосховищ, водних суперечок між сусідніми країнами, значної вартості цих проектів. Будівництво ГЕС на рівнинних річках призводить до затоплення великих територій. Значна частина площі водойм, що утворюються, — мілководдя. У літній час за рахунок сонячної радіації в них активно розвивається водяна рослинність, відбувається так зване «цвітіння» води.

Греблі перешкоджають міграції риб. Багатокаскадні ГЕС перетворюють річки на низку озер, де виникають болота. У цих річках гине риба, а навколо них змінюється мікроклімат, ще більше руйнуючи природні екосистеми.

### ***Теплоелектростанція (ТЕС)***

Енергія людини здавна була спрямована на пошуки засобів полегшення виконання необхідних для її існування робіт. Для цього використовувалися усілякі інструменти й механізми, приручені тварини, але лише теплова машина різко розширила можливості людини, прискорила технічний прогрес.

Теплова машина — це система, яка дає змогу перетворити теплову енергію в інші форми енергії — механічну, електричну.

На теплових ЕС енергія, яка виділяється під час згоряння різних видів палива — вугілля, газу, нафти, торфу, горючих сланців за допомогою електрогенераторів, що приводяться в обертання паровими і газовими турбінами або двигунами внутрішнього згоряння, перетворюється в електричну енергію. Більшість сучасних потужних ТЕС є паротурбінними. У паровій турбіні нагріта (до 500-560°C) і стиснена (до  $2,4 \cdot 10^7 \text{ Па}$ ) пара виходить із сопла, що розширюється. Об'єм пари зростає, а тиск відповідно падає, при цьому потенціальна енергія стиснутої пари перетворюється в кінетичну. Пара виходить із сопла зі значною швидкістю, вдаряється в лопатки диска турбіни, закріпленого на валу, і швидко обертає їх, при цьому кінетична енергія пари передається ротору турбіни. Вал турбіни жорстко зв'язаний з валом електрогенератора, і тому турбіна приводить в обертання ротор генератора, внаслідок чого і виробляється електрична енергія.

Більша частина енергії палива втрачається разом із гарячою (відпрацьованою) парою. Цю відпрацьовану на турбінах гарячу пароводяну суміш використовують для опалення житлових приміщень і виробничих потреб, що підвищує коефіцієнт корисної дії

теплових електроцентралей, (ТЕЦ). Слід зауважити, що на ТЕЦ 80% енергії згоряння палива використовують ефективно.

Під час згоряння палива в теплових двигунах виділяються шкідливі речовини: карбон (IV) оксид, сполуки Нітрогену, сполуки Плюмбуму, а також виділяється в атмосферу значна кількість теплоти. Крім того, застосування парових турбін на ТЕС потребує відведення великих площ під ставки, в яких охолоджується відпрацьована пара. Щорічно у світі спалюється 5 млрд. тонн вугілля і 3,2 млрд. тонн нафти, це супроводжується викидом в атмосферу  $2 \cdot 10^{10}$  Дж. теплоти. Запаси органічного палива на Землі розподілені вкрай нерівномірно, і за теперішніх темпів споживання вугілля вистачить на 150-200 років, нафти — на 40-50 років, а газу — приблизно на 60 років. Весь цикл робіт, пов'язаних із видобутком, перевезенням і спалюванням органічного Палива (головним чином вугілля), а також утворенням відходів, супроводжується виділенням значної кількості хімічних забруднювачів. Видобуток вугілля пов'язаний із чималим засоленням водних резервуарів, куди скидаються води із шахт. Крім цього, у воді, що відкачується, містяться ізотопи Радію і Радон. ТЕС, хоча й має сучасні системи очищення продуктів спалювання вугілля, викидає за один рік в атмосферу за різними оцінками від 10 до 120 тис. тонн оксидів сульфуру, 2-20 тис. тонн оксидів Нітрогену. Крім того, утворюється понад 300 тис. тонн золи, яка містить близько 400 т токсичних металів (арсену, кадмію, свинцю).

Можна відзначити, що ТЕС, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу більше радіоактивних речовин, ніж АЕС такої ж потужності. Це пов'язано з викидом різних радіоактивних елементів, що містяться у вугіллі у вигляді вкраплень (радій, торій, полоній тощо). Для кількісної оцінки дії радіації вводиться поняття «колективна доза», тобто добуток значення дози на кількість населення, що зазнало впливу радіації (*він виражається у людино-зівертах*). Виявилось, що на початку 90-х років минулого століття щорічна колективна доза опромінення населення України за рахунок теплової енергетики становила 767 люд зв. і за рахунок атомної — 188 люд зв.

У наш час в атмосферу щорічно викидається 20-30 млрд. тонн оксиду Карбону. Прогнози свідчать, що за збереження таких темпів у майбутньому до середини століття середня температура на Землі

може підвищитися на декілька градусів, що призведе до непередбачених глобальних кліматичних змін.

Порівнюючи екологічну дію різних енергоджерел, необхідно врахувати їхній вплив на здоров'я людини. Високий ризик для працівників у випадку використання вугілля пов'язаний із його видобутком у шахтах, транспортуванням і з екологічним впливом продуктів його спалювання. Останні дві причини стосуються нафти й газу та впливають на все населення. Встановлено, що глобальний вплив викидів від спалювання вугілля й нафти на здоров'я людей діє приблизно так само, як аварія типу Чорнобильської, що повторюється раз на рік. Це — «тихий Чорнобиль», наслідки якого безпосередньо невидимі, але постійно впливають на екологію. Концентрація токсичних домішок у хімічних відходах стабільна, і врешті-решт усі вони перейдуть в екосферу.

### *Атомна електростанція (АЕС)*

Основа атомної енергетики — атомні електростанції, які перетворюють ядерну енергію в електричну. АЕС використовують теплоту, що виділяється в ядерному реакторі внаслідок ланцюгової реакції поділу ядер важких елементів, переважно  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ . Потім, як і на звичайних ТЕС, теплова енергія перетворюється в електричну. При кінцевому поділі 1 г ізотопу урану чи плутонію вивільняється приблизно 22,5 МВт год. енергії, що рівноцінно енергії 2,8 т умовного палива.

Принцип роботи АЕС такий: ядерний реактор, захищений бетоном, містить циліндри (стержні), всередині яких знаходиться уран. Уранові стержні-блоки перебувають у воді, яка одночасно є і сповільнювачем, і теплоносієм. Вода перебуває під великим тиском і тому може бути нагріта до дуже високої температури (близько 300°C). Така гаряча вода з верхньої частини активної зони реактора надходить трубопроводами в парогенератор (який також наповнений водою, що випаровується), охолоджується і повертається трубопроводом у реактор. Насичена пара із парогенератора через трубопровід надходить у парову турбіну і після відпрацювання повертається назад іншим трубопроводом. Турбіна обертає електричний генератор, струм від якого надходить у розподільний пристрій, а відтак — у зовнішнє електричне коло. Хід ланцюгової реакції регулюється стержнями з речовин, які добре поглинають нейтрони.

Від введення в дію першої АЕС минуло понад 45 років. За цей час у техніці АЕС сталися неабиякі зміни: різко зросли потужності ядерних реакторів, підвищилися техніко-економічні показники АЕС. Зараз для районів, віддалених від ресурсів хімічного палива, собівартість 1 кВт год. для АЕС менша, ніж для теплових електростанцій. Тому, незважаючи на дещо вищу вартість обладнання для АЕС, їхні загальні економічні показники в цих умовах, кращі, ніж для теплових електростанцій. Запасів ядерного палива в енергетичному еквіваленті у сотні разів більше, ніж органічного. АЕС практично не виділяють в атмосферу хімічних забруднювачів. Якщо за їхньою нормальною роботою розуміти такий режим експлуатації, за якого додаткова доза опромінення від станції не перевищує значень флуктуацій природного фону, то, як правило, ця умова дотримується. У цілому реальний радіаційний вплив АЕС на природне середовище є значно (у 10 і більше разів) меншим припустимого. Якщо врахувати екологічну дію різноманітних енергоджерел на здоров'я людей, то серед не відновлюваних джерел енергії ризик від АЕС, які нормально працюють, мінімальний як для працівників, діяльність яких пов'язана з різними етапами ядерного паливного циклу, так і для населення. Глобальний радіаційний внесок атомної енергетики на всіх етапах ядерного паливного циклу нині становить близько 0,1% природного фону і не перевищить 1% навіть за найінтенсивнішого її розвитку в майбутньому.

Видобуток і переробка уранових руд також пов'язані з несприятливою екологічною дією. Але головною проблемою залишається поховання високоактивних відходів. Обсяг особливо небезпечних радіоактивних відходів становить близько однієї стотисячної частини загальної кількості відходів, серед яких є високотоксичні хімічні елементи та їхні стійкі сполуки. Розробляються методи їхньої концентрації, надійного зв'язування й розміщення у тривких геологічних формаціях, де за розрахунками фахівців, вони можуть утримуватися протягом тисячоліть.

Серйозним недоліком атомної енергетики є радіоактивність використовуваного палива і продуктів його поділу. Це вимагає створення захисту від різного типу радіоактивного випромінювання, що значно підвищує вартість енергії, яку виробляють АЕС. Крім цього, ще одним недоліком АЕС є теплове забруднення води, тобто її нагрівання.

Цікаво відзначити, що, за даними групи англійських медиків, особи, які працювали протягом 1946-1988 рр. на підприємствах британської ядерної промисловості, живуть у середньому довше, а рівень смертності серед них від усіх причин, включаючи рак, значно нижчий. Якщо враховувати реальні рівні радіації та Концентрації хімічних речовин в атмосфері, то можна стверджувати, що вплив останніх на флору в цілому доволі значний порівняно із впливом радіації.

Наведені дані свідчать, що за нормальної роботи енергетичних установок екологічний вплив атомної енергетики у десятки разів нижчий, ніж теплової.

Невиправним лихом для України залишається Чорнобильська трагедія. Але вона більше стосується того соціального ладу, що її породив, ніж атомної енергетики.

### ***Альтернативні електростанції***

Зростання масштабів використання електричної енергії, загострення проблем охорони навколишнього середовища значно активізували пошуки екологічно чистих способів вироблення електричної енергії. Інтенсивно розробляються способи використання не паливної відновлюваної енергії — сонячної, вітряної, геотермальної, енергії хвиль, припливів і відпливів, енергії біогазу тощо. Джерела цих видів енергії — невичерпні, але потрібно розумно оціни, чи зможуть вони задовольнити усі потреби людства.

### ***Вітрові електростанції (ВЕС)***

За оцінками різних авторів, загальний вітроенергетичний потенціал Землі становить 1200 ТВт, однак можливості використання цього виду енергії в різних районах Землі неоднакові. Новітні дослідження направлені переважно на вироблення електричної енергії за рахунок енергії вітру. Споруджуються ВЕС переважно постійного струму. Вітряне колесо приводить у рух динамо-машину — генератор електричного струму, який одночасно заряджає паралельно з'єднані акумулятори.

Сьогодні вітроелектричні агрегати надійно забезпечують струмом нафтовиків; вони успішно працюють у важкодоступних районах, на далеких островах, в Арктиці, на тисячах сільськогосподарських ферм, де немає поблизу великих населених пунктів і електростанцій. Широкому застосуванню вітроелектричних агрегатів у звичайних умовах поки що перешкоджає їхня висока собівартість. При використанні вітру виникає серйозна проблема:

надлишок енергії у вітряну погоду і нестача її в період безвітря. Використання енергії вітру ускладнюється тим, що вітер має малу густину енергії, а також змінюється його сила і напрям. Вітроустановки здебільшого використовують у тих місцях, де добрий вітровий режим. Для створення вітроустановок значної потужності необхідно, щоб вітродвигун мав великі розміри, крім того, повітряний гвинт потрібно підняти на достатню висоту, оскільки на більшій висоті вітер більш сталий і має більшу швидкість. Лише одна електростанція, що працює на органічному паливі, може замінити (за кількістю виробленої енергії) тисячі вітрових турбін. В Україні найкращі умови для спорудження ВЕС є у Криму.

### ***Енергія припливів і відпливів***

Віками люди розмірковували над причиною морських припливів і відпливів. Сьогодні ми достовірно знаємо, що це могутнє природне явище — ритмічний рух морських вод — викликають сили тяжіння Місяця і Сонця. Енергія припливів величезна, її сумарна потужність на Землі становить близько 1 млрд. кВт, що більше за сумарну потужність усіх річок світу.

Принцип дії припливних електростанцій дуже простий. Під час припливу вода, обертаючи ротор гідротурбіни, заповнює водоймище, а після відпливу вона з водоймища виходить в океан, знову обертаючи ротор турбіни. Головне — знайти зручне місце для встановлення греблі, в якому висота припливу була б значною. Будівництво й експлуатація електростанцій на морі — складне завдання. Морська вода спричиняє корозію більшості металів, деталі установок обростають водоростями. В Україні умов для використання енергії припливів і відпливів немає.

### ***Енергія Сонця***

Тепловий потік сонячного випромінювання, який сягає Землі, дуже великий. Він більш як у тисячі разів перевищує сумарне використання всіх видів паливно-енергетичних ресурсів у світі.

Серед переваг сонячної енергії — виняткова екологічна чистота. Сонячна енергія надходить на всю поверхню Землі, лише полярні райони планети страждають від її нестачі. Тобто практично на всій земній кулі лише хмари та ніч заважають користуватися нею постійно. Така загальнодоступність робить цей вид енергії неможливим для монополізації, на відміну від нафти і газу. Звичайно, вартість 1 кВт год. сонячної енергії значно вища, ніж отримана традиційним методом. Лише п'ята частина сонячного світла

перетворюється в електричний струм, але ця частка дедалі зростає завдяки зусиллям учених та інженерів.

Оскільки енергія сонячного випромінювання розподілена на великій площі (*іншими словами, має низьку густину*), будь-яка установка для прямого використання сонячної енергії повинна мати збираючий пристрій із достатньою поверхнею. Найпростіший пристрій такого роду — плоский колектор — чорна плита, добре ізольована знизу.

Вона прикрита склом або пластмасою, яка пропускає світло, але не пропускає інфрачервоне теплове випромінювання. У просторі між плитою і склом найчастіше розміщують чорні трубки, в яких тече вода, масло, повітря, оксид сульфуру (IV) тощо. Сонячне проміння, проникаючи крізь скло або пластмасу в колектор, поглинається чорними трубками і плитою та нагріває робочу речовину в трубках. Теплове випромінювання не може вийти з колектора, тому температура в ньому значно вища (на 200-300°C), ніж температура навколишнього повітря. У цьому виявляється так званий парниковий ефект. Більш складним колектором, вартість якого значно вища, є вгнуте дзеркало, яке зосереджує падаюче проміння в малому об'ємі біля певної геометричної точки — фокуса. Завдяки спеціальним механізмам колектори такого типу постійно повернені до Сонця. Це дає змогу збирати значну кількість сонячного проміння. Температура в робочому просторі дзеркальних колекторів сягає 3000°C і вище. Існують електростанції дещо іншого типу. На думку фахівців, найпривабливішою ідеєю щодо перетворення сонячної енергії є використання фотоелектричного ефекту в напівпровідниках. Однак поверхня сонячних батарей для забезпечення достатньої потужності має бути доволі значною (*для добового вироблення 500МВ необхідна поверхня площею 500000 м<sup>2</sup>*), що доволі дорого. Сонячна енергетика належить до найбільш матеріалоємних видів виробництва енергії. Великомасштабне використання сонячної енергії спричиняє гігантське збільшення потреб у матеріалах, а, отже, у трудових ресурсах для видобутку сировини, отримання матеріалів, виготовлення геліостатів, колекторів, іншої апаратури, їхнє перевезення. Ефективність сонячних електростанцій у районах, віддалених від екватора, доволі мала через нестійкі атмосферні умови, відносно слабку інтенсивність сонячної радіації, а також її коливання, зумовлені чергуванням дня і ночі.

### ***Геотермальна енергія***

Геотермальна енергетика використовує високі температури надр земної кори для вироблення теплової енергії. У деяких місцях Землі, особливо на краю тектонічних плит, теплота виходить на поверхню у вигляді гарячих джерел — гейзерів і вулканів. В інших областях підводні джерела протікають крізь гарячі підземні пласти, і цю теплоту можна використовувати через системи теплообміну. Ісландія є прикладом країни, де широко використовується геотермальна енергія.

### ***Біогаз. Біотехнологія***

Зараз розроблено технології, які дають змогу добувати горючі гази з біологічної сировини в результаті хімічної реакції розпаду високомолекулярних сполук на низькомолекулярні за рахунок діяльності особливих бактерій (*які беруть участь у реакції без доступу кисню з повітря*).

*Схема реакції: біомаса + бактерії => горючі гази + інші гази + добрива.*

Біомаса — це відходи сільськогосподарського виробництва (*тваринництва, переробної промисловості*). Основною сировиною для виробництва біогазу є гній, який доставляють на біогазову станцію. Головним продуктом біогазової станції є суміш горючих газів (*90% у суміші складає метан*). Цю суміш постачають на електростанції.

Відновлювані джерела (крім енергії води, що падає) мають спільний недолік: їхня енергія дуже слабо сконцентрована, а це створює чималі труднощі для практичного використання. Вартість відновлюваних джерел (*не враховуючи ГЕС*) значно вища, ніж традиційних. Як сонячна, так і вітрова та інші види енергії, можуть успішно використовуватись для вироблення електроенергії в діапазоні потужностей від кількох до десятків кіловат. Але ці види енергії неперспективні для створення потужних промислових енергоджерел.

## **"ШКАЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ. ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ВИПРОМІНЮВАННЯ"**

### **Урок-конференція**

**Мета.** Повторити, узагальнити та систематизувати знання учнів за темою «Електромагнітні випромінювання»; довести, що



матеріальні об'єкти мають безліч різних фізичних властивостей; розвивати логічне мислення учнів, уміння застосовувати знання в нових ситуаціях; виховувати бережливе ставлення до природи і людини, бажання пізнавати довкілля; формувати в учнів такі групи компетенції: 1) соціальні (*пов'язані з готовністю бути активними в суспільному житті*); 2) полікультурні (*опанування культурою спілкування в процесі проведення ділової гри*); 3) інформаційні (*розвиток уміння критично оцінювати і використовувати різноманітну інформацію*); 4) саморозвитку і самоосвіти (*розвивати потребу і готовність навчатися*).

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Проектор, діапозитиви, джерело ультрафіолетового випромінювання, люмінесцентний екран, набір із хвильової оптики, шкала електромагнітних випромінювань, магнітофон.

**Методичні поради.** Форма проведення уроку — ділова гра з розподілом ролей між учнями групи. Електромагнітні хвилі різних діапазонів розглядаються з точки зору людей різних за фахом: фізика-експериментатора, інженера, історика, біолога, еколога, філософа, лінгвіста, мистецтвознавця, спортсмена, астронома.

На відміну від традиційного викладення матеріалу, коли від одного виду випромінювання до іншого переходять, переміщуючись по шкалі від довгих хвиль до коротких, на даному уроці доцільно застосовувати історичний підхід, коли першим розглядається видиме світло, а потім інші види випромінювання у тій послідовності, в якій історично відбувалось їхнє відкриття. У процесі підготовки до конференції учні опрацьовують літературу, що дозволить їм глибше засвоїти матеріал.

### *Хід уроку*

#### *I. Організаційний момент*

Шестеро учнів займають місця за столами, на яких встановлено таблички: фізик-експериментатор, інженер, філософ, еколог, біолог, історик. Ще п'ятеро учнів сідають за столи з табличками: фізик, мистецтвознавець, лінгвіст, спортсмен, астроном.

#### *II. Мотивація навчальної діяльності*

*Звучить «Романс» Д. Шостаковича з кінофільму «Овод».*

**Учитель.** Світ постає перед нами як суцільне володіння хвиль: великих та малих, довгих та коротких. Одні підіймаються вище від щогл найбільших кораблів, інші й у мікроскоп не побачиш. Є такі, що

на одному подиху пробігають навколо земної кулі, і такі, для яких атоми стають нездоланими перепонами...

Бачите, як ллються на вас із неба хвилі у вигляді сонячного проміння. Хвилі приносять нам радіо - і телеінформацію.

На сьогодні ви накопичили чимало знань про хвилі, але ці знання необхідно систематизувати, розкласти «на полицки», бо знання тільки тоді приносять користь, коли ними можна скористатися в будь-який момент для того, щоб пояснити якісь явища природи, краще зрозуміти, як працюють складні механізми та прилади.

### III. Узагальнення та систематизація знань

**Учитель.** Сьогодні ми проведемо наукову конференцію, на якій розглянемо два питання:

Електромагнітні хвилі як одне з основних понять фізики.

Електромагнітні хвилі як одна з форм існування матерії.

(Учитель відреккомендує учасників конференції.)

Учасники конференції проведуть дискусію про історію відкриття, походження, властивості та застосування електромагнітних хвиль різних частот. У результаті проведення конференції ми повинні скласти документ-таблицю.

№ п/п.	Вид випромінювання	Хто і коли його відкрив	Довжина хвилі	Загальні властивості
1				
2				
3				

Конференція стане ще одним кроком до глибшого пізнання світу.

Якщо в ході роботи конференції у присутніх виникнуть запитання, будь ласка, запитуйте: добре поставлене запитання — це половина відповіді.

*Перше випромінювання.* Видиме світло.

**Фізик.** Ще раз пригадаємо, що таке електромагнітні хвилі. На відміну від хвиль звукових, які породжуються коливанням частинок і можуть поширюватися тільки в речовині, електромагнітні хвилі — система електричних та магнітних полів, що періодично змінюються. Тому електромагнітні хвилі можуть поширюватися у вакуумі, переносячи енергію.

Одна з основних характеристик хвиль — довжина хвилі — це відстань, яку хвиля проходить за один період коливань, або відстань

між двома найближчими точками хвилі, в яких коливання відбуваються в однаковій фазі.

Швидкість електромагнітних хвиль дорівнює добутку довжини хвилі на частоту коливань і у вакуумі становить  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Один із видів електромагнітних хвиль — це звичайне світло. Воно приходить до нас від Сонця, затративши на цей шлях вісім із половиною хвилин. Від зір та найвіддаленіших галактик світло іде тисячі, мільйони й навіть мільярди років. Але йому необхідні лише мільйонні частки секунди, щоб потрапити в наші очі від земних джерел: блискавки, вогнища, лампи, екрана телевізора.

Чи варто розповідати, що означає для людей світло? Понад 90% усієї інформації про світ і все, що нас оточує, ми отримуємо завдяки видимому світлу. Довжина його хвилі у вакуумі перебуває у межах від  $4 \cdot 10^{-7}$  м. до  $7,6 \cdot 10^{-7}$  м.

Кольори предметів визначаються тим, які з падаючих на них променів відбиваються, тобто тим, яка довжина хвилі у відбитих променів.

**Біолог.** Життя на землі виникло та існує завдяки енергії сонячного проміння. Вогнище первісної людини, нафта, продукти якої згоряють у двигунах автомашин, — це енергія, яку колись накопичили рослини і тварини.

**Мистецтвознавець.** Але світло не тільки створило все живе. Щедрість світлового потоку відкриває нам красу природи. Перше, що пам'ятає людина у своєму житті, — це обличчя матері, її руки.

*(Проектується слайд «Мадонна» Рафаеля.)*

Ми бачимо далекі галактики і туман на вранішньому лузі, зелене листя, що тягнеться до Сонця.

*(Проектується слайд — квіти поранковому полі.)*

Людина і природа єдині. і, дивлячись на цю красу, яку ми сприймаємо завдяки світлу, хочеться вигукнути: «Мить, зупинись, бо ти прекрасна!»

**Історик.** Зупинити мить вдалося у 1838 році французькому художнику Жаку Дагеру, який зумів записати зображення за допомогою світлової енергії на світлочутливій пластині.

**Лінгвіст (репліка).** Вибачте. Я лінгвіст. Слово «лінгва» латиною означає мова. Я пояснюю походження та значення слів.

Грецькою мовою світло — «фотос», а запис — «графіс».

*(Запитання до аудиторії.)* Як, на вашу думку, називається запис зображення за допомогою світла? Правильно: фотографія.

**Історик.** Англійський фізик Джеймс Максвелл у 1861 році створив першу в історії кольорову фотографію на склі. Він використав для цього розроблену ним теорію додавання та віднімання кольорів.

**Інженер (репліка).** Цей же принцип додавання та віднімання кольорів покладено в основу кольорового телебачення та кольорового друкування.

**Історик.** Значення фотографії важко переоцінили, особливо, якщо врахувати, що з фотографії виросло кіно і телебачення. Фотографія відтворює образи видатних людей.

*(Проектується портрет А. Ейнштейна.)*

Фотографія повертає нас до подій минулого, дає можливість побачити себе маленькими, а наших батьків, бабусь та дідусів зовсім молодими.

*(Проектуються три фотографії: хлопчика — учасника конференції; бабусі біля вікна; молоді дівчини біля того ж вікна.)*

Велику роль відіграє фотографія у наукових дослідженнях.

*(Проектується фотографія місця падіння Тунгуського метеорита.)*

**Біолог.** Тільки в ХХ столітті, завдяки розвиткові біології та створенню потужних мікроскопів, удалося з'ясувати механізм кольорового сприйняття світу.

Клітини сітківки ока — колбочки — поділяються на три типи, кожний із яких сприймає тільки свій колір: червоний, зелений чи синій. При складанні кольорів різної інтенсивності в зорових центрах кори головного мозку формується повно колірний кольоровий образ.

У 1794 році англійський фізик Дальтон описав порушення кольорового зору. Воно полягає у нездатності розрізняти деякі кольори, частіше — червоний та зелений, і називається дальтонізмом.

*(Запитання до аудиторії.)* Чому люди, що страждають дальтонізмом, не допускаються до керування транспортними засобами?

**Учитель.** У давнину вчених називали філософами, тобто любителями мудрості. Сучасна філософія — наука про найбільш загальні закони розвитку природи та пізнання. Отож, слово філософу.

**Філософ.** Людей давно хвилювало питання про кольори. Чи існують кольори в природі, чи це лише здатність нашої свідомості сприймати світло з різною довжиною хвиль як різні кольори? Чи реальний світ фарб, чи це ілюзія?

Але ж ми самі й наша свідомість — частина матерії. З матеріальними колбочками зорового нерва взаємодіють матеріальні хвилі різної довжини. Світ кольорів реальний.

**Учитель.** Отже, кольори існують не лише в нашій свідомості, вони є в природі. Видиме світло люди вивчають понад 2000 років. Значний внесок у розвиток науки про світло — оптики — зробили: Евклід, Архімед, Леонардо да Вінчі, Кеплер, Декарт, Ньютон, Гюйгенс, Ломоносов, Френель, Юнг, Лебедев, Столетов, Ейнштейн, Вавилов, Басов, Прохоров.

**Друге випромінювання.** Інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання.

**Історик.** Учені давно відчували: видимі промені оточені океаном невидимих випромінювань. Знаменитий Тит Лукрецій Кар ще в I столітті нашої ери висловлював припущення, що у Сонця «є багато жарких, сильних та невидимих променів...»

У кінці XVIII-го століття англійський астроном Вільям Гершель розмістив поза червоною частиною спектра чутливий термометр і виявив, що термометр нагрівається. Це було так незвично, що Гершель 20 років зберігав мовчання і тільки у 1800 році надрукував свої роботи. і зробив це саме вчасно, бо вже у наступному 1801 році два вчених — німецький Ріттер та англійський Волластон — незалежно один від одного виявили поруч із фіолетовою смугою спектра невидимі промені, що заломлювались сильніше за фіолетові.

**Лінгвіст.** Отже, були відкриті два нових види випромінювань. Це — два молодших брати видимого світла, їм необхідно дати гарні імена.

**«Інфра»** латиною — «нижче».

Інфрачервоне випромінювання — випромінювання нижче червоного за частотою.

**«Ультра»** - «те, що перебуває за межами».

Ультрафіолетове випромінювання перебуває за межами фіолетового. Виявити ультрафіолетове випромінювання можна за допомогою люмінесценції. «Люмен» (латинське) — «світло». Люмінесценція — холодне свічення під дією ультрафіолетових променів.

У народі кажуть: побачити — означає повірити. А я скажу: перевірити — означає повірити.

*(Проводиться дослід: зелене світіння демонстраційного люмінесцентного екрана під дією УФ-випромінювання, різноколірне: оранжеве, жовте, зелене — набору для люмінесценції).*

**Фізик.** Інфрачервоне випромінювання — це електромагнітні хвилі з довжиною хвилі від  $7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . до  $10^{-3} \text{ м}$ .

Воно випромінюється усіма тілами, температура яких вища від абсолютного нуля. Інтенсивність випромінювання зростає за збільшення температури.

Ультрафіолетове випромінювання має довжини хвиль коротші, ніж у фіолетового — від  $4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . до  $10^{-8} \text{ м}$ .

Невидимі промені випромінюються Сонцем, зірками, туманностями. Штучними джерелами є зварювальна дуга та плазма. 50% енергії Сонця, що доходить до нас, — інфрачервоне випромінювання, а 10% енергії Сонця припадає на ультрафіолет.

**Біолог.** Отож, невидиме випромінювання.

*(Звертається до аудиторії.)* А що, на вашу думку, було б, якби людські очі сприймали інфрачервоні промені?

**Учні.** Ми нічого, окрім власного інфрачервоного випромінювання, не сприймали б, бо наше тіло було б найближчим і постійним джерелом ІЧ-випромінювання, яке могло б бути сильнішим за сонячне.

**Біолог.** Отож, очі людини не чутливі до ІЧ-випромінювання, але шкіра людини сприймає їх, пропускаючи на глибину 5-6 мм.

Подивіться на цей знімок — це портрет людини в тепловізорі, за яким лікар безпомилково може визначити захворювання судин мозку над правою бровою. Людині загрожує інсульт. *(Проектується знімок із книги Лоуренса «Невидимое глазу». Проектується фотографія дна ока в звичайному світлі та знімок в УФ-променях.)*

За люмінесценцією можна помітити захворювання судин. Такими методами хворобу можна виявити на тій стадії, коли з нею ще можна боротися. Тому медики все частіше звертаються за допомогою до фізиків.

**Інженер.** Природа розкриває нам свої таємниці і людина вчиться у природи, а потім створює прилади та пристрої, подібні до того, що вона побачила в природі. Наприклад, фотоапарат подібний до ока.

*(Проектується зображення голови гадюки.)*

Гадюка вловлює ІЧ-випромінювання теплокровних тварин своїм «локатором» і безпомилково знаходить свої жертви в повній темряві.

Прилад нічного бачення за допомогою електронно-оптичного перетворювача — ЕОП — перетворює у видиме те зображення, яке створили інфрачервоні промені.

У ракетах, що самі наводяться на ціль, реєструються ІЧ-промені, які виходять від працюючих двигунів танків, літаків. Радіус дії таких ракет до 200 км.

**Учитель.** Повернімося до затишного електричного каміна або нагрівача-рефлектора.

*(Звертається до аудиторії.)* Навіщо у рефлектора великий блискучий відбивач? На що він схожий в автомобілі? У чому відмінність цих приладів?

З цією ж метою *(відбивання інфрачервоного випромінювання)* металізують костюми пожежників та сталеварів, щоб захистити їх від перегрівання.

Тепер поговоримо про ультрафіолетове випромінювання. Воно не може проникати через звичайне скло. Ті промені, які виникають під час газового розряду в лампах денного світла, викликають люмінесценцію порошку, яким вкрита внутрішня поверхня балона лампи, за рахунок чого світло люмінесцентної лампи наближається за своїм складом до сонячного, а також збільшується коефіцієнт корисної дії лампи до 30-40%, на відміну від лампи розжарювання, у якої ККД усього 4%, тобто лише 4 відсотки електричної енергії перетворюється у світлову.

Таким чином, з точки зору економії лампи денного світла вигідніші, бо дозволяють заощаджувати електроенергію.

**Біолог.** Те, що ультрафіолетові промені проникають через кварцове скло, використовують у так званих кварцових лампах, які широко застосовуються в медицині. Виходячи з того, що УФ-промені вбивають мікроорганізми, їх використовують для стерилізації операційних та «кварцування» лікарняних палат.

Малі дози УФ-променів благотворно впливають на організм людини, стимулюють утворення вітаміну Б, поліпшують імунобіологічні властивості організму. Великі дози можуть викликати пошкодження очей, опіки і навіть викликати утворення злоякісних пухлин.

**Еколог.** Ультрафіолетове випромінювання Сонця сильно поглинається атмосферою Землі, утворюючи в ній озон на висоті близько 25 км над поверхнею Землі. Викиди двигунів автомобілів, літаків, ракет, теплових електростанцій руйнують озоновий шар.

Сюди ж свій негативний вплив додають фреони, що використовуються у холодильниках та різних аерозольних пристроях. У результаті цих впливів у деяких місцях атмосфери виникають озонові дірки, в які буквально вривається ультрафіолет із космосу. Наслідки — шкода для живих організмів.

З іншого боку, викиди теплових двигунів мають значний уміст вуглекислого газу. Він прозорий для видимого світла, але не пропускає інфрачервоні промені. У результаті відбувається штучне нагрівання повітря — парниковий ефект, який може призвести до глобального потепління клімату, танення льодовиків, підвищення рівня світового океану.

Сподіватимемося, що людство здатне прогнозувати результати своєї діяльності та запобігатиме виникненню екологічної катастрофи.

*Учитель.* Бачите, що виходить: позитивне і негативне (*корисне і шкідливе*) поєднуються в одних і тих же явищах. У цьому полягає один із фундаментальних законів природи: закон єдності та боротьби протилежностей, справедливий і для інших явищ природи та суспільного життя, в чому ви ще не раз переконаєтесь.

Отож, наш давній приятель — видиме світло — отримав двох молодших братів; інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання.

*Третє випромінювання.* Радіохвилі.

*Філософ.* Найважливішими категоріями філософії є простір та час. Здійснимо невеличку подорож у просторі й часі.

Англійський фізик Майкл Фарадей у середині XIX століття (1831 рік) поєднав електричні та магнітні явища, відкривши електромагнітну індукцію. Там же в Англії Джеймс Максвелл створив теорію електромагнітного поля і теоретично обґрунтував можливість випромінювання електромагнітних хвиль зарядженими частинками, що рухаються прискорено (1862 рік).

У Німеччині 30-річний Генріх Герц у 1888 році доповів про одержані ним електромагнітні хвилі. Властивості цих хвиль збігалися із властивостями світла, як і передбачав Максвелл.

У 1897 році О. С. Попов продемонстрував усьому світові новий вид зв'язку — радіо, застосувавши його згодом для обміну інформацією між кораблями.

Хіба це не тріумф?! Ось він шлях пізнання: від спостереження до теорії, від теорії до її експериментального підтвердження, потім до технічної розробки принципово нового виду зв'язку.



**Інженер.** Життя сучасного суспільства, розвиток виробництва та культури неможливі без постійного обміну інформацією. Радіо і телебачення відіграють у цьому неабияку роль. У промисловості телебачення дозволяє контролювати процеси в зонах, недосяжних для прямого спостереження: під водою, в землі, на шкідливих для людей виробництвах.

У 1939 році у Харкові було створено перший у світі радіолокатор. Тепер радіолокація використовується у військовій справі, цивільній авіації, метеорології, астрономії.

*(Звертається до аудиторії.)* З якою метою на транспорті використовують радіолокатори (*радар*)?

У 1997 році радіолокаційним методом на Місяці було виявлено воду в твердому стані, яка утворилася, вірогідно, при падінні на Місяць комети, яка майже повністю складалася з льоду.

**Учитель.** А що нам може сказати гість, який серйозно займається спортом?

**Спортсмен.** Так, я займаюсь спортом і можу сказати, що електромагнітні хвилі мені завжди допомагають: видиме світло — бачити суперника і точно фіксувати момент старту та фінішу, відтворювати свої дії під час тренувань по записам на відеоплівці. Уболівальники, які не потрапили на стадіон, можуть бачити змагання по телевізору, завдяки радіохвилям. Хіба могли про це мріяти наші дідуся та бабусі багато років тому назад?

Але хвилі допомагають не тільки у цьому. Якщо трапиться травма, лазерне випромінювання допоможе зростанню кісток та відновленню м'язових тканин.

До речі, я чув, що й акселерація — прискорений ріст людей — відбувається не тільки за рахунок збалансованого харчування, але й під впливом електромагнітного випромінювання від радіо - та телевізійних антен, яке буквально переповнює простір навколо. Але ця гіпотеза потребує перевірки.

**Учитель.** ХІХ століття виявилось щасливим для фізиків. У перші роки століття були опубліковані роботи про відкриття інфрачервоних та ультрафіолетових променів, а в останні роки були одержані радіохвилі та рентгенівське випромінювання.

*Четверте випромінювання.* Рентгенівське випромінювання.

**Історик** Відкриття Вільгельма Рентгена в жодному разі не було випадковістю, бо з появою флуоресцентних екранів (1878 рік) та вакуумних трубок Крукса (1879 рік) основні вузли рентгенівського

апарата були вже в наявності. Та, як сказав великий учений Луї Пастер, «випадок обирає підготовлений розум». Відкриття було нагородою за працелюбність, спостережливість Рентгена, його вміння дивуватись, та аналізувати те, що він спостерігав.

Відкриття було зроблене 8 листопада 1895 року. Рентген працював майже цілодобово, сім тижнів, за ці дні й ночі він встиг зробити чимало: він встановив усі властивості та можливості застосування відкритих ним X-променів (тепер їх називають рентгенівськими), випередивши цим українця Івана Пулюя.

У 1901 році Рентгену була присуджена перша в історії Нобелівська премія з фізики — заслужена нагорода за відкриття, яке, за словами Резерфорда, поклато початок «нової плідної епохи у фізиці, де відкриття фундаментальної значимості відбувались майже безперервно одне за одним». Справедливо було б, якби цієї премії був удостоєний також Іван Пулюй, який швидше від Рентгена спостерігав X-промені, але вчасно не опублікував своїх результатів.

**Інженер.** Вільгельм Рентген не оформив юридично свій пріоритет, подарувавши своє відкриття усьому людству. Це дало можливість конструкторам розробляти нові типи рентгенівських трубок.

*(Проектується зображення різних типів рентгенівських трубок.)*

Матеріалознавці за допомогою цих трубок можуть виявити бульбашки повітря у зварювальних швах, раковини та тріщини у відливках: рейках, поршнях тощо.

*(Проектується зображення установки «Рентгенівська дефектоскопія».)*

**Фізик.** Що ж це таке — рентгенівське проміння?

Джерелом рентгенівського випромінювання виявився анод вакуумної трубки. Випромінювання виникає під час гальмування електронів, які прискорюються сильним електричним полем. Під час гальмуванні кінетична енергія електронів перетворюється в енергію електромагнітного випромінювання. Тому випромінювання називають гальмівним.

Рентгенівські промені іонізують повітря, викликають свічення деяких речовин, діють на фотоемульсію, проникають через непрозорі тіла. Поглинання рентгенівських променів збільшується в міру збільшення товщини та густини поглинаючої речовини.

*(Проектуються кадри із зображенням, одержаним за допомогою рентгенівських променів.)*

Природа рентгенівського випромінювання була остаточно з'ясована після того, як у 1913 році німецькому фізику Лауе вдалося провести досліди щодо дифракції цього випромінювання. Дифракційною решіткою для рентгенівських променів є самі атоми. За дифракційною картиною можна визначити будову речовини — провести рентгеноструктурний аналіз.

*(Проектується зображення дифракції рентгенівських променів.)*

**Біолог.** Я впевнений, що з рентгенівськими променями всі ми вперше познайомились у поліклініці.

*(Демонструється рентгенограма руки та грудної клітки людини.)*

У медичному діагностуванні рентгенівські промені — незамінний помічник. Вони дають видиме зображення на спеціальному екрані або фотоплівці.

*(Звертається до аудиторії.)* Чому не можна часто робити рентгенівське обстеження? Які засоби захисту використовують люди, які постійно працюють із рентгенівським випромінюванням?

**Мистецтвознавець.** Реставратори картин та знавці живопису користуються ультрафіолетовими, інфрачервоними та рентгенівськими променями для того, щоб визначити час створення полотна, техніку його виконання. Цей спосіб ґрунтується на тому, що різні фарби по-різному пропускають і поглинають випромінювання.

Охорона картин та скульптур за допомогою невидимих променів застосовується в багатьох музеях світу. Якщо чиясь рука, тягнучись до витвору мистецтва, перетинає невидимі промені, — спрацьовує сигналізація.

*П'яте випромінювання. Гамма-випромінювання.*

**Учитель.** Ми розглянули природу та використання рентгенівських променів, які були відкриті наприкінці 1895 року. А через кілька місяців, у лютому 1896 року, були відкриті промені, яким пізніше присвоїли назву гамма-випромінювання.

Із цим випромінюванням ми детально ознайомимося пізніше при вивченні фізики атомного ядра, а зараз можна сказати, що виникає воно під час перетворення атомних ядер.

Крім того, властивості гамма-променів дуже подібні на властивості рентгенівських променів, але мають:

- більшу іонізуючу здатність;
- більшу проникливість;
- більшу частоту коливань;
- більшу небезпеку для живих організмів.

І ще слід сказати: у всіх розглянутих нами електромагнітних хвиль є ще один родич — низькочастотне випромінювання, яке виникає під час роботи електричних генераторів, поблизу ліній електропередач і поширюється лише на кілька метрів, тому практичного застосування воно не має.

#### *IV. Висновки*

Ми розглянули різні види електромагнітних випромінювань. Скільки їх?

Так, їх сім — низькочастотне електромагнітне випромінювання, радіохвилі, ІФ-промені, видиме світло, УФ-промені, рентгенівське випромінювання і гамма-промені, тобто виходить сім'я. Де ми зустрічаємося з цією сімейкою? А що об'єднує цих родичів?

За яких умов виникає електромагнітне випромінювання?

Електромагнітне випромінювання виникає в результаті прискореного руху заряджених часток. А сім'ї можна дати ім'я — шкала електромагнітних випромінювань.

*(Щоразу, роблячи висновки, учитель звертається до шкали електромагнітних хвиль.)*

**Лаборант.** Прощу вибачення. Я працюю лаборантом у кабінеті фізики. Зараз повинен віднести до кабінету прилади з оптики. Ось ці прилади.

**Учитель.** Погляньте уважно і потім скажіть, чи збігається те, що скаже лаборант, із тим, що ви знаєте. Будь ласка.

**Лаборант.** Ось скляна пластинка. Вона використовується для визначення показника заломлення скла, який показує, у скільки разів швидкість світла у склі більша, ніж у повітрі.

А це тригранна призма. Вона допомогла Ньютону одержати спектр і довести, що червоне світло заломлюється сильніше, ніж фіолетове.

Між цими двома скляними пластинками під час їхнього стискання можна побачити такі ж кольорові смуги, як у краплині масла, що розтеклось по воді. Це явище називають дифракцією.

У цих дифракційних ґратках світло заломлюється.

Ось поляроїди. Повернув їх одне відносно одного — і ви не бачите світла; знову повернув — світло з'явилося, просто як у цирку. І головне, поляризація доводить, що світло — позовжні хвилі.

А тепер пробачте, мені потрібно йти. (*Лаборант виходить.*)

**Учитель.** Нумо ще раз повернімося до приладів і з'ясуймо, у чому помилився лаборант.

**Учні.**

1. Показник заломлення вказує, у скільки разів швидкість світла у склі менша, ніж у вакуумі.

2. Фіолетове світло заломлюється сильніше, ніж червоне, а не навпаки.

3. Між скляними пластинами» у тонкому шарі повітря ми спостерігаємо інтерференцію світла.

4. У дифракційних решітках, звичайно, відбувається дифракція світла.

5. Поляризація доводить, що електромагнітні хвилі поперечні, а не позовжні.

(*Знову заходить лаборант.*)

**Лаборант.** Ну що, відгадали мої загадки? Я спеціально все переплутав, щоб перевірити ваші знання з оптики.

**Учитель.** Лаборант допоміг нам згадати основні властивості світла.

V. Підсумки

**Учитель.** Такими ж властивостями, як і видиме світло, характеризуються всі види електромагнітних хвиль. Це: відбивання, заломлення, дисперсія, інтерференція, дифракція, поперечність та, нарешті, однакова для всіх електромагнітних хвиль швидкість у вакуумі  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с..

Електромагнітні хвилі випромінюються зарядженими частинками, що рухаються прискорено.

Не забувайте про таблицю, яку вам потрібно заповнити.

**Астроном.** Ще необхідно вказати, що електромагнітні хвилі всіх видів випромінюються космічними об'єктами.

(*Проектується зображення галактики, що в сузір'ї Андромеди.*)

Виявляється, що водень у міжзоряному просторі галактики випромінює радіохвилі завдовжки 21 см. Ці хвилі приймаються за допомогою радіотелескопів.

(*Проектується зображення радіотелескопа.*)

Радіохвилі дозволяють визначити розподіл нейтрального водню у галактиках.

*(Проектується зображення туманностей Рибоцький невід та Кінська голова.)*

Їх можна бачити завдяки явищу люмінесценції: речовина туманностей поглинає короткохвильове випромінювання і дає видиме світло.

*(Проектується зображення комети.)*

Її хвіст, що тягнеться на десятки і навіть сотні мільйонів кілометрів, має густину меншу, ніж густина повітря, але може спостерігатись завдяки люмінесценції.

*(Проектується фотографія поверхні Місяця.)*

Фотографія передана космічним апаратом за допомогою радіохвиль.

Ви бачите, що, завдяки розвитку фізики електромагнітних хвиль, астрономія стала всехвильовою, хоча протягом тисячоліть люди спостерігали космічні об'єкти тільки в оптичному діапазоні.

**Учитель.** Отож, що ми сьогодні розглянули на конференції?

**Учні.** Шкалу електромагнітних випромінювань.

У вивченні хвиль ми пройшли тим же шляхом, яким ішло усе людство: від повної темряви незнання до яскравого світла знань. Тільки знання дозволяють відчувати всю красу природи і повноту життя.

*(Проектується фотографія світанку, звучить музика Д. Шостаковича.)*

Учитель. Згадаймо:

...дивлюся, аж світає,

Край неба палає,

Соловейко в темнім гаї

Сонце зустрічає.

Тихесенько вітер віє,

Степи, лани мріють,

Меж ярами над ставами

Верби зеленіють...

І все то те, вся країна

Повита красою,

Зеленіє, вмивається

Дрібною росою

*(Проектується кадр із зображенням гаю.)*

Споконвіку вмивається,  
Сонце зустрічає.  
І нема тому почину,  
І краю немає.  
Ніхто його не додбає  
І не розруйнує..

Яка глибина думки в поезії великого Кобзаря...

*(Проектується кадр «Мавка» — ілюстрація до драми-феєрії Лесі Українки «Лісова пісня».)*

І я вслід за Лесиною Мавкою закликаю вас: не оскверніть, збережіть природу, рідну землю, будьте гідними синами своєї Батьківщини.

#### VI. Домашнє завдання

Оформити таблицю «Електромагнітні хвилі». Підготуватися до тематичного оцінювання.

## "РЕНТГЕН ЧИ ПУЛЮЙ? "

### Урок-диспут

**Мета.** Вшанувати пам'ять видатного вченого, науковця світового рівня, полум'яного патріота України Івана Пулюя; висвітлити життєвий і творчий шлях, створити у свідомості учнів більш яскравий портрет великого співвітчизника; показати роль І. П. Пулюя у дослідженнях катодних променів, у становленні рентгенології, розкрити учням славні сторінки вітчизняної фізики.

**Тип уроку.** Урок узагальнення та систематизації знань.

**Обладнання.** Українська символіка, Біблія, портрет Івана Пулюя, Вільгельма Рентгена, підсвічник зі свічкою, плакат із хронологією дат виходу статей Рентгена і Пулюя, книжка Р. Гайда, Р. Пляцко. Іван Пулюй. Визначні діячі НТШ. — Львів, 1998.

**Методичні поради.** Урок-диспут, присвячений пам'яті Івана Пулюя, проводиться у формі театралізованого дійства з відповідним оформленням сцени (*символіка України, портрети І. Пулюя і В. Рентгена, підсвічник зі свічкою, плакати з хронологією дат виходу статей Рентгена і Пулюя тощо*). Учні — «прихильники» Рентгена — одягнені в білі сорочки з чорними «метеликами», прихильники Пулюя — у вишиті сорочки, а ті, хто виконує роль учених, — у білі сорочки з краватками. Читання віршів із метою більшого емоційного

ефекту варто виконувати під музичний супровід. Важливим є те, що в уроці беруть участь усі учні класу.

### *Хід уроку*

На сцені стіл, на якому — портрет І. Пулюя, підсвічник, над столом — українська символіка.

Виходить група учнів і розміщується в ряд. Із групи на середину сцени виходить учениця в українському вбранні з дзвінком у руках і дзвонить, дзвонить, дзвонить...

**Ведучий.** Цим дзвоном ми будимо вас до національної самосвідомості, до утвердження свого українського «Я» на цій Землі, до усвідомлення того, «чиї сини і чиїх батьків ми діти», до повернення славних українських імен, до пам'яті нашої.

Верни до мене, пам'яте моя,  
Нехай на серце ляже ваготою  
Моя земля з рахманною журбою,  
Хай сходить співом горло солов'я  
В гаю нічному. Пам'яте, верни із  
Чебрецю, із літа жаротою,  
Де яблука останнього достою  
В мої червонобокi виснуть сни.  
Нехай Дніпра уроча течія  
Бодай у маячні мені струмує.  
І я гукну. І край мене почує.  
Верни до мене, пам'яте моя!

І Україна почула свого славного сина, великого, мужнього, нескореного поета, в'язня волі, людину трагічної долі — Василя Стуса.

Нині повертаємо до пам'яті нашої ім'я Івана Пулюя. Хто він? Який він? І чому ми віддаємо данину шани цьому вченому мужові?

**Перший учень.** Професор Іван Пулюй був не лише найвидатнішим фізиком Австро-Угорщини, але він належав до тих, хто в другій половині ХІХ та на початку ХХ століття формував науковий світогляд.

**Ведучий.** Із виступу професора Вільгельма Формана в передачі австрійського радіо, присвяченій 50-річчю від дня смерті І. Пулюя: «Отже, Австро Угорський фізик!? Австрієць чи угорець?» Відповідь на це дасть сам І. Пулюй у своїй автобіографії.

**Другий учень** — «Іван Пулюй». Я, Іван Павлович Пулюй, українець. Народився 2 лютого 1845 р. у містечку Гримайлові (тепер



Тернопільської області) в родині землеробів. У 1865 році, закінчивши Тернопільську гімназію, вступив на теологічний факультет Віденського університету. Водночас як вільний слухач відвідує лекції з математики, фізики й астрономії. Завершивши курс богослов'я, я так захопився згаданими вище науками, що переходжу на філософський факультет. У 1872 році, закінчивши університет, обіймаю посаду асистента експериментальної фізики цього ж університету. З 1874 до 1875 року — асистент-викладач кафедри фізики, механіки та математики Військово-морської академії у місті Фіюме. Восени 1875 року виїжджаю до Страсбурга вивчати електротехніку. У 1876 році захищаю дисертацію і отримую ступінь доктора філософії Страсбурзького університету, спеціалізація — фізика. Цього ж року повертаюся до Відня, де на посаді приват-доцента Віденського університету читаю лекції з молекулярно-кінетичної теорії газів і механічної теорії теплоти, а також працюю асистентом у лабораторії австрійського фізика Лянга. У 1882 році отримую посаду технічного директора електротехнічного бюро у Відні, потім працюю технічним консультантом промислової електротехнічної фірми, а також директором фабрики електроламп власної конструкції. У 1884 році запрошений на посаду професора експериментальної та технічної фізики в Німецьку Вищу технічну школу міста Прага, де працював до виходу на пенсію.

**Ведучий.** Слід зауважити, що у 1888-1889 рр. Іван Пулюй був ректором цієї школи, а у 1902 році він стає засновником і керівником кафедри електротехніки. Крім того, Іван Пулюй у своїй автобіографії не висвітлив своєї наукової діяльності, і повідомлення, які зараз перед вами прозвучать, заповнять цю прогалину. Перше повідомлення: «Внесок Івана Пулюя у молекулярну фізику».

**Третій учень.** І. Пулюй увійшов у фізику в час розквіту молекулярно-кінетичної теорії газів, яка була першим важливим кроком на шляху пізнання мікроструктури речовини. Незважаючи на значні досягнення кінетичної теорії, потрібно було здійснити ще багато експериментальних і теоретичних досліджень, аби застосувати її до всіх конкретних явищ, де істотну роль відіграє молекулярна будова газів. Такими слабко вивченими були процеси внутрішнього тертя в газах і дифузія газів крізь пористі перегородки. Пулюй із властивою йому наполегливістю, сумлінністю, майстерністю експериментатора почав досліджувати ці питання і отримав низку важливих результатів, що суттєво уточнили й доповнили попередні

дослідження Максвелла, Майєра, Грахами. Праці Пулюя в галузі молекулярної фізики важливі тим, що дані про коефіцієнт внутрішнього тертя та дифузію газів і пари є вихідними для обчислення таких мікроскопічних величин, як середня довжина вільного пробігу молекул, їхню кількість в одній грам-молекулі тощо. Підкреслимо, що і в наш час, тобто понад сто років відтоді, як вів пошук Пулюй, аналогічні дослідження проводяться для рідин і густих газів.

**Ведучий.** А зараз заслухаємо реферат: «Внесок Івана Пулюя в електротехніку».

**Четвертий учень.** Творча індивідуальність Пулюя була особливою у галузі електротехніки. Розпочав він з удосконалення технології виготовлення «волосків» для освітлювальних ламп.

Його лампи, значно кращі від ламп Едісона, демонструвалися 1884 року на Всесвітній виставці у місті Штайєрі. Пулюй першим дослідив «холодне світло» (*тепер неонове*). На виставці це відзначалося як велике технічне досягнення. Важливе практичне значення мала запропонована Пулюєм удосконалена конструкція телефонних станцій та абонентських апаратів, зокрема, застосування роздільного трансформатора. Цей винахід Пулюя запатентований у деяких промислово розвинених країнах Європи.

Найвищу оцінку отримала діяльність І. Пулюя у галузі практичної електротехніки. Він був технічним директором електротехнічного бюро у Відні, головним експертом із цих питань у Чехії та Моравії, державним радником.

За його активної участі запущено ряд електростанцій на постійному струмі в Австро-Угорщині, а також першу в Європі на змінному струмі (*Прага*). Пулюй був членом-засновником електротехнічного товариства у Відні, засновником спеціального журналу з електротехніки, головою організованого ним електротехнічного товариства у Празі.

**Ведучий.** Тепер послухаємо реферат «Пулюй та Україна».

**П'ятий учень.** Прагнення істини, непримиренність до несправедливості, усвідомлення тяжкого життя поневоленого українського народу — все це не могло залишити Пулюя байдужим до долі батьківщини. Хоча його творче життя проходило за її межами, він повсякчас почувався її сином, навідувався до Галичини. Активна громадська, публіцистична та перекладацька діяльність Пулюя висунула його в число найяскравіших постатей культурно-

політичного життя України останньої третини ХІХ — початку ХХ століття. Ще гімназистом він заснував у Тернополі молодіжний гурток для вивчення і популяризації української історії та літератури, піднесення національної свідомості народу. Навчаючись в університеті, перекладає українською мовою підручник геометрії для українських гімназій, бере активну участь в організації українських студентських товариств у Відні. Пізніше виступає за створення українського університету у Львові, публікує статті на захист української мови, забороненої в Росії царським указом 1876 року, засуджує акції австрійського уряду під час аграрних страйків у Галичині у 1902 році. Під час першої світової війни закликає відродити українську державність. Усього він опублікував близько тридцяти статей і брошур з українських справ.

Намагаючись протидіяти колонізації та русифікації, багато часу і зусиль Пулюй віддає перекладу українською мовою Біблії, який він здійснив разом із письменниками Пантелеймоном Кулішем та Іваном Нечуєм-Левицьким.

**Ведучий.** А зараз з'ясуємо внесок Пулюя в рентгенологію, простежимо, як насправді розвивалися події навколо одного з найважливіших відкриттів у фізиці — рентгенівських променів.

**Шостий учень** — «академік Йоффе». У трьох невеликих статтях, опублікованих протягом року Рентгеном, дано такий вичерпний опис властивостей цих променів, що сотні праць, які з'явилися пізніше впродовж 12 років, не змогли ні додати, ні змінити нічого істотно.

**Ведучий.** Так каже академік А. Ф. Йоффе. Чи справді це так? Три згадані вище повідомлення Рентгена датовані в такій послідовності: 28 грудня 1895 року — перша стаття; 9 березня 1896 року — друга; 9 квітня 1897 року — третя. Перша стаття мала назву «Про новий рід променів. Попереднє повідомлення». У ній автор виклав наступні основні результати.

*(Виходять чотири учні — Рентген і його «прихильники». Один із них тримає в руках портрет Вільгельма Рентгена.)*

**Перший прихильник Рентгена.** Рентген, крім самого факту існування невидимих променів, описав процес їхнього поглинання різними матеріалами, його залежність від їхнього стану і товщини.

**Другий прихильник Рентгена.** Рентген встановив, що виникають ці промені у стінках скляної трубки, куди потрапляють катодні промені.

**Третій прихильник Рентгена.** Рентген підкреслив, що промені не зазнають заломлення у призмах із різних матеріалів і не відхиляються магнітним полем, на відміну від катодних променів.

**Рентген.** Я зауважив, що правильне відбивання променів від поверхні тіл відсутнє, а різні речовини відносно X-променів ведуть себе так само, як і мутні середовища відносно світла.

**Ведучий.** Двом іншим статтям Рентгена передували дві статті І. Пулюя, які відповідно датовані: 13 лютого 1896 року — перша стаття; 5 березня 1896 року — друга стаття. Вийшли вони в дуже авторитетному європейському виданні — лондонському журналі «Повідомлення Імператорської Академії Наук». Суттєві результати пріоритетного характеру, отримані Пулюєм, такі.

*(Виходять ще чотири учні. Один із них тримає в руках портрет Івана Пулюя. Стають у ряд навпроти «прихильників» Рентгена. Це «прихильники» Пулюя.)*

**Перший прихильник Пулюя.** Пулюй виявив, що X-промені викликають провідність газів, тобто їхню іонізацію. Цю властивість Рентген описав лише у своїй другій статті.

**Другий прихильник Пулюя.** Пулюй дослідив просторовий розподіл інтенсивності променів за допомогою своєї трубки, яку сконструював на початку 80-х років. Аналогічні дослідження Рентген виклав лише в своїй третій статті у травні 1897 року.

**Третій прихильник Пулюя.** Саме Пулюй, а не Рентген, усупереч твердженням Йоффе, розробив ще у 1882 р. трубку, яка мала основні риси сучасних рентгенівських трубок, тобто окремий від анода антикатод, розміщений похило відносно падаючого на нього пучка катодних променів.

*(Із глибини сцени виходить учень, стає в ряд прихильників Пулюя — це «професор Вісконтської обсерваторії США Фрост».)*

**Фрост.** Коли я прочитав повідомлення про відкриття Рентгена, то відразу переглянув усі Круксові трубки і серед них знайшов таку, яка виділяла незвичайні X-промені. Детально оглянувши її, я констатував, що це трубка конструкції Пулюя... Ця трубка виділяла дуже сильні промені.

Четвертий прихильник Пулюя. Трубка Пулюя забезпечувала високу якість рентгенограм. Саме знімки Пулюя протягом кількох років були неперевершеними за технікою виконання, найчастіше відтворювалися в європейських виданнях, таких як французькі

«Космос» та «Ля Натура», англійський «Фотограм». Пуллой перший зробив знімок цілого людського скелета.

Ведучий. Іван Пуллой перший зробив спробу з'ясувати механізм виникнення рентгенівських променів.

*(Із глибини сцени виходить Пуллой.)*

**Пуллой.** За високої напруги з катода вириваються матеріальні частинки (*електродні й газові*) і поширюються перпендикулярно до поверхні катода. Ці частинки, заряджені негативною статичною електрикою, підтримують протікання струму між двома електродами й скляними стінками. Коли ці матеріальні негативно заряджені частинки стикаються зі скляними стінками чи іншими твердими тілами, то, крім збудження молекул тіла, відбувається також вирівнювання, компенсація їхніх електричних зарядів, причому вирівнювання не може відбутися без збудження ефірної оболонки молекул. Кожне уражене місце скляної стінки чи екрана буде вихідним пунктом ефірних хвиль. Під впливом ефірних хвиль, що поширюються у просторі, пофарбований сірко кальцієм екран світиться власним світлом цієї речовини. Крім видимих променів фосфоресценції, виникають ще невидимі промені з іншим періодом коливань — це відкриті Рентгеном невидимі промені.

**Ведучий.** Якщо врахувати, що електрон був відкритий Дж. Томсоном лише через рік, на цей час ще широко використовувалося поняття ефіру, і ще довго не існувало теорії атомних і молекулярних спектрів. Тому пояснення Пуллоєм природи рентгенівського проміння слід визнати напрочуд точним і глибоким. Для порівняння зауважимо, що Рентген протягом десяти років після відкриття електрона не вірив у його існування, і тому не зміг зрозуміти механізму виникнення X-променів. Якщо в першій із трьох своїх статей він писав, що X-промені відрізняються як від катодних, так і від інфрачервоних, ультрафіолетових та видимих променів, і схилився до припущення, що це поздовжні коливання ефіру, то в третій статті вважає їх за природою близькими до катодних променів. Ця гіпотеза Рентгена, як відомо, виявилася помилковою, бо хвилі рентгенівського проміння, як і світлові — поперечні.

*(Із глибини сцени виходить восьмий учень.)*

**Восьмий учень.** Невдала гіпотеза Рентгена була разом з тим свідченням недоліку його теоретичного мислення, схильного до однобічного емпіризму. Тонкий і вмілий експериментатор, Рентген не

виявив схильності до пошуків нового, як не парадоксально це звучить стосовно автора одного з найбільших відкриттів.

*(Після цього учень стає до «прихильників» Пулюя.)*

**Ведучий.** Так розповідає П. С. Кудрявцев у своїй книжці «Історія фізики» (1956 р.).

*(Із глибини сцени виходить дев'ятий учень.)*

**Дев'ятий учень.** Безпосередньо після отримання інформації про здійснене в Німеччині проф. Конрадом Рентгеном відкриття Х-променів, професор Пулюй, фізик Вищої технічної школи Праги, зробив на цю тему доповідь із демонстраціями 15 лютого 1896 року. Він продемонстрував апарати власної конструкції, просвітив на сцені сейф, дога, чоловіка і навіть жінку (*очевидно, у масці*). Вперше можна було бачити вміст закритих предметів, живі, рухомі скелети в живих рухомих людях.

*(Після цих слів учень стає у ряд «прихильників» Пулюя.)*

**Ведучий.** Так згадує відомий австрійський журналіст зі світовим ім'ям Ервін Кіш.

**Йоффе.** Велич Рентгена полягає в тому, що він сам дошукався до причини відкритого ним явища природи. Він працював... як істинний геній, поки не вивчив усіх властивостей Х-променів».

*(Із глибини сцени виходить десятий учень.)*

**Десятый учень.** Шлях, яким Рентген прийшов до свого відкриття, залишається загадковим. *(Стає в ряд «прихильників» Пулюя.)*

**Ведучий.** Так стверджує німецький учений Гельмут Лінднер у своїй книзі «Картини сучасної фізики». Дослідники життя і діяльності Рентгена зауважують деякі дивні моменти в його поведінці, пов'язані з відкриттям Х-променів: «Записи про свої спостереження він тримав у таємниці і заповідав спалити їх одразу ж після його смерті, що й було зроблено. Дивним є і те, що він ніколи не згадував Пулюя чи його трубки, хоч у той час вони були широко відомі серед науковців».

*(Йоффе стає між «прихильниками» Рентгена і Пулюя.)*

**Йоффе.** Одне безсумнівне: відкриття рентгенівських променів було вже підготовлене попередніми дослідженнями, вони були б незабаром відкриті ким-небудь іншим, якби Рентген пройшов повз них.

**Ведучий.** Отже, в усій історії з Х-променями об'єктивно суттєвим є не лише факт відкриття, а все те, що робилося до і після

відкриття. Тут провідну роль відігравав саме Пулюй, як свідчить його науковий доробок, що так глибоко розкритий у книзі «Іван Пулюй» доктором фізико-математичних наук Романом Гайдою та кандидатом фізико-математичних наук Романом Пляцко, виданій у Львові в 1998 р. (*Учень тримає в руках цю книжку.*)

*(Виходить на сцену ще один учень — «Роман Пляцко».)*

**Автор.** Ми переконані, що дискусію на цю тему слід закрити. Не можна спростувати пріоритет Рентгена щодо відкриття Х-променів, рівнозначно, як і не можна ігнорувати реальний внесок Пулюя в їхнє дослідження.

Було б справедливіше, якби обидва ці вчені стали лауреатами першої Нобелівської премії, присудженої Рентгену в 1901 р.

*(«Роман Пляцко» бере у ведучого монографію «Іван Пулюй» і продовжує.)*

Ми сподіваємось, що наша монографія, видана Науковим Товариством ім. Шевченка, зацікавить вас, детальніше ознайомить із життєписом Пулюя, його дослідженнями в галузі фізики, електротехніки; діяльністю як дійсного члена НТШ, перекладача і публіциста, політика і політолога.

**Учитель.** Сьогодні ми з вами відкрили ще одну сторінку історії фізичної науки. Знане у світі ім'я І. Пулюя нині повернулося в Україну. Своєю науковою і технічною діяльністю він заслужив широке міжнародне визнання. Однак до недавнього часу залишався майже невідомим в Україні, на рідній Батьківщині, для кращого майбутнього якої невтомно працював поза її межами упродовж усього життя.

Нині, коли Україна стала на шлях незалежності та утвердження своєї державності, вшановується пам'ять цієї винятково колоритної постаті в історії науки, техніки, культури і навіть політики. Так, у 1995 р. на державному рівні відзначено 150-річчя від дня народження І. Пулюя. Відбулися урочисті збори з цієї нагоди в Тернополі, Києві, Львові, міжнародні наукові конференції, опубліковано чимало матеріалів про його життя і творчість. Рік 1995-й можна назвати роком Пулюя.

На Батьківщині вченого, у селищі Гримайлів на Тернопільщині, встановлено пам'ятник, у листопаді 1996 р. відкрито гімназію ім. Пулюя. У відкритті гімназії брав участь його онук — професор Петро Пулюй, який проживає в Австралії. Ім'я Пулюя носить Тернопільський технічний університет, у Львівській Політехніці

встановлено бюст І. Пулюя. Створено художньо-документальну стрічку «Іван Пулюй. Повернення»

*(Ведучий підходить до портрету І. Пулюя і запалює свічку пам'яті, пропонуючи шанувати ім'я видатного вченого вставанням.)*

На закінчення зачитуються слова:

А вам ще жити треба —  
Треба жити,  
Лише одне візьміть собі до тями,  
Щоб завтра діти вас могли любити,  
То нині вам не треба бути рабами.

## "ПОДОРОЖ У ТЕОРІЮ ВІДНОСНОСТІ"

### Урок-подорож

**Мета.** Сформувати в учнів усвідомлення пізнаванності навколишнього світу і безмежності пізнання; встановити зв'язки мікро - і макросвіту на основі розгляду застосування теорії відносності в астрономії й атомній фізиці.

**Тип уроку.** Урок узагальнення і систематизації знань. Обладнання. Портрети Г. Галілея, І. Ньютона, А. Ейнштейна; плакат з уривком із вірша:

І в сфері зір, і в вигляді планет  
На атоми Всесвіт кришиться.  
Обриваються зв'язки усі,  
Все на шматки дробиться.  
Основи розхитались,  
І все для нас відносним стало.

*Джон Донн.*

**Методичні поради.** Враховуючи складність змісту навчальної теми, виклад матеріалу проводиться взаємозв'язаними блоками з використанням елементів гри-подорожі.

#### *Хід уроку*

Вступне слово вчителя. Ми з вами закінчуємо вивчення теми «Елементи теорії відносності». Сьогодні підсумковий урок, на якому маємо повторити вивчений матеріал. Але це повторення буде не цілком звичайним.

Ми здійснимо подорож у теорію відносності, подорож у її історію, спробуємо визначити її місце в житті, а також роль у розвитку сучасної науки. Ще раз пригадаємо, яким відкриттям фізики



й астрономії сприяла теорія відносності. Під час цієї подорожі ми побуваємо на станціях «Класична механіка», «Лабораторія Майкельсона і Морлі», «Творча лабораторія Ейнштейна», здійснимо фантастичну подорож.

*Зупинка перша. Станція «Класична механіка»*

**Учитель.** Теорія відносності за своїм змістом виявилася настільки чудовою, що до неї зверталися і, напевно, ще довго звертатимуться не лише вчені, а й поети.

У першій половині XIX ст. геніальний російський поет О. С. Пушкін написав вірш, що має безпосередній стосунок до теорії відносності:

Немає руху, так сказав мудрець,  
А інший змовк, став перед ним ходити.  
Сильніше він би вже не міг зробити,  
Бо рухом відповів — достойно, навпростець.  
Панове, випадок забавний цей  
Для мене інший приклад тут наводить:  
Щодня поперед нами Сонце ходить,  
Але ж правий упертий Галілей.

*Переклад Левка Воловця*

У чому ж був правий упертий Галілей?

**Учень.** До XVI ст. в астрономії вважалася правильною геоцентрична система Птолемея, згідно з якою в центрі Всесвіту розташована Земля. Галілей відстоював геліоцентричну систему Коперніка, згідно з якою Земля і всі планети обертаються навколо Сонця. Нам здається, що Сонце рухається навколо Землі. Цей факт підтверджує, що рух, як і спокій, — поняття відносні.

**Учитель.** Який стосунок мають дослідження Галілея до теорії відносності?

**Учень.** Фізика як наука бере свій початок від Галілея. Глибокі роздуми над різними видами руху в навколишньому світі привели Галілея до принципу відносності. Наприклад, мандрівник, який перебуває у каюті корабля, що пливе, може вважати, що книжка, яка лежить на його столі, перебуває у стані спокою. Проте людина на березі бачить, що корабель пливе, а отже, вона може вважати, що книжка рухається з тією самою швидкістю, що й корабель.

На запитання, рухається книжка насправді чи перебуває у стані спокою, однозначно відповісти не можна. Відповідь залежить від того, що ми візьмемо за тіло відліку. Якщо прийняти точку зору

мандрівника, то книжка перебуває у стані спокою. Якщо розглядатимемо ситуацію з погляду людини, яка стоїть на березі, книжка, звичайно, рухається.

**Учитель.** Як же формулюється механічний принцип відносності Галілея і що з нього випливає?

**Учень.** Зміст принципу відносності Галілея полягає в тому, що жодним механічними дослідами не можна встановити, перебуває інерціальна система відліку в стані спокою чи рухається рівномірно і прямолінійно.

З нього випливає, що між станом спокою і прямолінійним рівномірним рухом немає принципової відмінності. Той же мандрівник, який перебуває в закритій каюті корабля, що рухається спокійним морем, не помічає ніяких ознак цього руху. Мухи вільно літають по всій каюті. А якщо м'яч підкинути вертикально, він упаде прямо вниз, не відхиляючись у бік корми.

**Учитель.** Інерція ніяк не виявляється, доки тіло перебуває в стані спокою або рухається рівномірно і прямолінійно. Але варто ледь пригальмувати його або змусити рухатися криволінійно, як прояв інерції стає очевидним.

Ісаак Ньютон (мал. 2), який народився в рік смерті Галілея (мал. 1), узяв на озброєння всі методи, погляди і знання, що сколихнули науковий світ XVII ст. Користуючись поняттями швидкості й прискорення, введеними Галілеєм, Ньютон пішов далі. У 9-му класі ми розглядали закони Ньютона. Які це закони?



Мал. 1.



Мал. 2.

**Учень.** Ми вивчали такі закони Ньютона: перший — закон інерції; другий — закон взаємозв'язку сили й прискорення; третій — закон взаємодії тіл та ще закон всесвітнього тяжіння.

**Учитель.** Якщо бути точним, можна сказати, що Ньютон узагальнив відкриття Галілея у вигляді першого закону, додав другий і третій закони та висунув гіпотезу, що всі тіла притягуються одне до одного згідно із законом всесвітнього тяжіння. Він увів нове поняття, невідоме на той час — масу.

На основі цих законів була створена всеосяжна система поглядів на світ. Вони пояснили рух планет, припливи і відпливи і навіть ледь помітну прецесію земної осі з періодом 26 000 років.

Ньютон — засновник класичної механіки. Його закони не можна розглядати поза простором і часом. Пригадайте, як розглядає масу, простір і час класична механіка.

**Учень.** У класичній механіці вважається, що час тече однаково в усіх інерціальних системах, що просторові масштаби і маса тіл в усіх інерціальних системах відліку однакові.

Ньютон увів у фізику поняття абсолютного часу й абсолютного простору. Він вважав, що абсолютний час тече однаково в усіх системах відліку. Абсолютний простір завжди залишається однорідним та ізотропним (однаковим в усіх напрямках).

**Учитель.** Тобто розміри тіл, їхні маси, час у класичній механіці — величини незалежні від вибору системи відліку.

Творчі здібності Ньютона в математиці й фізиці були настільки значними, що він майже цілком затьмарив таких своїх сучасників, як Гук, Гюйгенс. Колеги називали його Левом.

Він уперше створив таку фундаментальну теорію, яка впродовж двох наступних століть визначала розвиток фізичної науки.

У своїй присвяті Ньютону його сучасник Олександр Поп написав (у перекладі С. Маршака):

Був Світ окутаний глибокою пільмою.

Хай буде світло! І ось з'явився Ньютон!

Так, закони Ньютона дають змогу розв'язати будь-яку задачу механіки. Якщо відомі сили, прикладені до тіла, можна знайти прискорення тіла у будь-який момент часу, в будь-якій точці його траєкторії. Закони Ньютона дають змогу не лише вивчати рухи, а й керувати ними.

Але переклад С. Маршака має оригінальне продовження:

Недовго ждав реваншу сатана.

Прийшов Ейнштейн — все стало як здавна.

Тобто все те, що з погляду механіки Ньютона було очевидним, виявилось цілком незрозумілим. Але чи був винним у цьому Ейнштейн? Спробуймо відповісти на це запитання.

*Зупинка друга. Станція «Лабораторія Майкельсона і Морлі»*

**Учитель.** Кінець XIX ст. Майкельсон і Морлі проводять дослід. Пригадайте, у чому полягав цей дослід і яким був його результат.

**Учень.** Майкельсон і Морлі за допомогою явища інтерференції порівнювали швидкості поширення світла вздовж лінії руху Землі та в перпендикулярному напрямі. Згідно з теоремою додавання швидкостей, вони не повинні бути однаковими. Але швидкість світла

виявилася однаковою в обох випадках, тобто не залежала від руху самої Землі, що суперечило законам класичної механіки. Оскільки Земля рухається по орбіті у світовому просторі, який вважався абсолютно нерухомим, то на швидкість світла мав впливати рух Землі.

**Учитель.** Ці суперечливі результати призвели до того, що, образно висловлюючись, захитався класичний фундамент фізики, закладений Ньютоном, загрожуючи, здавалося б, звалити всю побудовану на ньому грандіозну споруду науки, створену за два століття. Проте не можна було робити висновок, що механіка Ньютона хибна. Суперечили їй лише досліди, пов'язані з визначенням швидкості світла або з рухом частинок зі швидкостями, близькими до неї.

*Зупинка третя. Станція «Творча лабораторія Ейнштейна»*

**Учитель.** Щоб узгодити теорію і результати експериментів, було створено нову механіку для швидкостей, близьких до швидкості світла у вакуумі. Названа вона була релятивістською механікою. Ця механіка не спростовувала класичну механіку, вона лише встановлювала межі її застосування. Релятивістська механіка уточнила і доповнила класичну механіку для випадку руху зі швидкістю, сумірною зі швидкістю світла у вакуумі. В її основу були покладені постулати А. Ейнштейна. Пригадаймо ці постулати.

**Учень.** Перший принцип відносності: усі процеси природи (*не лише механічні*) протікають однаково в усіх інерціальних системах відліку.

Другий принцип — принцип сталості швидкостей світла: швидкість світла у вакуумі однакова для всіх інерціальних систем відліку; вона не залежить ні від швидкості джерела, ні від швидкості приймача світлового сигналу.

**Учитель.** У першому постулаті Ейнштейн розширює принцип відносності Галілея, а в другому — пояснює результат дослідів Майкельсона і Морлі.

Але, віддаючи належне «блискучому генію. Ньютона», Ейнштейн став перекроювати Всесвіт по-своєму. Він перекреслив поняття «абсолютного часу» й «абсолютного простору», створив теорію відносності, яку закінчив 1916 р. За нею із самого початку закріпилася слава незбагненої. Спершу казали, що її в усьому світі розуміють лише троє людей, включаючи автора. Потім її стали розуміти 12 чоловік.

Пригадаймо, як уявляв Ейнштейн просторові розміри і час у теорії відносності щодо різних систем відліку.

**Учень.** Довжина стержня в рухомій системі відліку  $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , де  $l_0$  — довжина стержня відносно нерухомого спостерігача. У релятивістській механіці —  $\frac{v^2}{c^2} < 1$ , і тому  $l < l_0$ . Тобто розміри тіла скорочуються уздовж напрямку руху.

Інтервал часу  $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Оскільки  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < 1$ , то  $\tau > \tau_0$ , тобто

у різних системах відліку годинники йдуть по-різному.

**Учитель.** Особливий інтерес становлять міркування Ейнштейна щодо різного перебігу часу відносно різних систем відліку. У рухомій системі відліку час сповільнюється, порівняно з нерухомою системою, залежно від значення швидкості. З цього приводу можна навести приклад, який у фізиці називається «парадоксом близнюків». У чому він полягає?

**Учень.** Парадокс полягає ось у чому. На Землі живуть два брати-близнюки. Один із них залишається на космодромі, а другий вирушає до далекої зорі на космічному кораблі, здатному розвинути швидкість, близьку до швидкості світла. З погляду брата, який залишився на Землі, час тече швидко. Проходить 10, 20, 30 років, і він, нарешті, з радістю дізнається, що корабель із його братом повертається. Коли космічний корабель приземлився і брати зустрілися, близнюк, який залишався на Землі, побачив, що його брат залишився майже таким, яким був 30 років тому.

Це тому, що він, рухаючись із такою швидкістю, що  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{6}$ , прожив за своїм годинником усього 5 років. Ці розрахунки підтверджуються фізичними дослідженнями.

#### *Фантастична подорож*

**Учитель.** Наведений приклад можна віднести до царини фантастики. А чи є практичні підтвердження того, що час тече неоднаково в різних системах відліку?

**Учень.** Був проведений такий експеримент: учені синхронізували надточні атомні годинники. Один помістили на

реактивному літаку, а другий залишили в лабораторії. Порівнявши їхні покази після приземлення літака, виявили розбіжність, хоча й незначну.

У верхніх шарах атмосфери Землі під впливом космічних променів утворюються частинки, які називаються  $\pi$ -мезонами. Вони «живуть» дуже короткий час —  $2 \cdot 10^8$  с. Отже, якщо  $\pi$ - мезон летітиме навіть зі швидкістю, близькою до швидкості світла, то за цей час він устигне пролетіти не більше 6 м. Але  $\pi$ - мезони були виявлені біля поверхні Землі, тобто вони проникають крізь атмосферу і досягають поверхні Землі, пролетівши, не розпадаючись, відстань понад 30 км. Це можна пояснити лише уповільненням часу. Кожний  $\pi$ - мезон ніби має власний годинник, за яким і визначається його власний час життя  $2 \cdot 10^8$  с, а для спостерігача на Землі час життя  $\pi$ - мезона виявляється значно більшим за  $2 \cdot 10^8$  с, бо швидкість  $\pi$ - мезона близька до швидкості світла.

**Учитель.** З усіх наших попередніх міркувань неминуче випливає запитання: що ж таке час? У фізиці дається доволі чітке визначення маси, ми добре уявляємо, що таке відстань чи довжина. Але що таке час?

Стародавня цивілізація південноамериканських індіанців майя успадкувала від своїх попередників — ольмеків — і значно вдосконалила писемність, математику, астрономію. Вони створили свій календар. Але майя боялися часу й обожнювали його.

Які ви ще знаєте висловлювання про час?

**Учень.** Стародавні греки стверджували: «Час не подібний до прямої лінії, яка продовжується безмежно в обох напрямках. Рух часу з'єднує кінець із початком, і це відбувається незліченне число разів. Завдяки цьому час нескінченний».

Учений античності Лукрецій у своїй поемі «Про природу речей» писав:

Так само і часу немає як такого, та предмети  
Самі ведуть до відчуття того,  
Що у століттях відбувалося,  
Що відбувається тепер,  
Що станеться пізніше.  
І неминуче визнання,  
Що відчуватися не може ч  
Ніким час як такий,  
Час поза рухом тіл і спокоєм.

**Учитель.** Багато вчених не лише в давнину, а й у наш час намагалися відповісти на це запитання. На початку ХХ століття австрійський учений фізик Л. Больцман, а за ним його співвітчизник і учень П. Еренфест і молодий російський учений середини ХХ століття О. Крилов намагалися розгадати таємницю часу, але безуспішно і навіть трагічно для себе.

А тепер пригадаймо найважливіший наслідок із теорії відносності Ейнштейна.

**Учень.** Найважливіший наслідок із теорії відносності Ейнштейна — це його знаменита формула, яка виражає універсальний зв'язок між масою й енергією:  $\Delta E = \Delta mc^2$ .

За цією формулою, 1 кг маси речовини має  $9 \cdot 10^{16}$  енергії. Цей висновок здавався неймовірний у той час, а це було в 1905 р. Тому формулу Ейнштейна сприйняли як марення божевільного, а не як геніальне відкриття, оскільки тоді вона не підтверджувалася дослідами.

**Учитель.** Наступні дослідження засвідчили, що це одна з двох «великих формул», дуже проста і дуже коротка, але вагома за змістом. Вона дає змогу визначити значну кількість енергії в ядрах атомів, обчислити кількість атомного пального для ядерного реактора на електростанції. Але ця сама формула вказує, скільки атомного палива необхідно вмістити в бомбу, щоб зруйнувати місто.

На жаль, Ейнштейну довелося стати свідком трагічної реалізації свого великого відкриття. Це сталося 6 серпня 1945 р., коли на японське місто Хіросіму було скинуто першу атомну бомбу. Весь світ був вражений масштабами трагедії. Ейнштейн дуже тяжко переживав ці події і до самої смерті закликав до миру й боротьби проти атомної війни. Але про це в нас іще буде окрема розмова під час вивчення атомної фізики.

### *Астрономічна подорож*

А зараз пригадаймо, що теорія відносності Ейнштейна знайшла широке застосування в астрономії, пояснила чимало астрономічних явищ. Наведіть приклади застосування теорії відносності.

**Учень.1.** Ейнштейн зазначав, що під час проходження світла поблизу великих мас має спостерігатися викривлення променів. Це було підтверджено у 1919 році. Під час повного сонячного затемнення учасники Міжнародної експедиції фотографували зоряне небо в момент затемнення. Порівнюючи ці фотографії з фотографіями тієї самої ділянки неба, але без Сонця, вчені виявили,

що зорі змістилися. Це результат зміщення світлових променів від зір при проходженні їх поблизу Сонця. 2. Годинники йдуть повільніше поблизу масивних тіл. 3. Доведено, що під час руху планет навколо Сонця площини їхніх орбіт повертаються. 4. У 30-х роках ХХ століття було відкрито явище «розбігання галактик», причому швидкість розбігання пропорційна до відстані від галактики до спостерігача. Це відкриття узгоджується з висновком, якого дійшов у 1922 році молодий російський учений О. О. Фрідман, розв'язавши систему рівнянь Ейнштейна із загальної теорії відносності, яку Ейнштейн створив у 1916 році. 5. Доведено існування гравітаційних хвиль.

**Учитель.** Отже, ми здійснили з вами подорож у теорію відносності, яка в наші дні залишається такою ж актуальною, необхідною і таємничою, як і під час її створення, коли вона ще не була підтверджена практикою.

## "АТОМ І АТОМНЕ ЯДРО"

### Урок-гра "Фізичний футбол"

**Мета.** Здійснити контроль знань учнів за темою; розвивати творчі здібності та навички самостійної роботи з дидактичним матеріалом.

**Тип уроку.** Урок контролю та корекції знань.

**Обладнання.** 12 «м'ячів», листи-опитувальники, таблиці, лічильник Гейгера — Мюллера, камера Вільсона, фотографії треків, кінофільм «Будова атома», два аркуші з текстом «Атомне ядро», секундомір.

**Методичні поради.** За пропонованим сценарієм можна проводити урок як нетрадиційне заняття з метою контролю знань і вмінь учнів.

Уроки у формі змагань виховують гордість учнів за свої успіхи. Такі уроки рекомендується проводити після вивчення значних за обсягом тем програми. Підготовка до окремих конкурсних задач вимагає від учнів самостійного поглибленого вивчення деяких питань, відпрацювання практичних умінь.

Учні змагаються за правилами футболу. У випадку порушень правил, підказок гравців карають жовтими картками, їх видаляють із поля. Обидві команди забивають по 6 «м'ячів», однак очки присуджуються за «силою удару» кожного м'яча.



Бокові арбітри, головний арбітр (*учитель*) і гравці (*нападники, захисники, воротарі, а також капітани*) мають відповідні пов'язки й емблеми. Залежно від числа учнів учитель заздалегідь встановлює кількість нападаючих, захисників та інших учасників гри для кожної команди.

Боковий арбітр готує м'ячі-кульки із цупкого паперу двох кольорів, на яких записують номери запитань для учасників змагання. Запитання складають команди і здають арбітру.

### План уроку

Вид конкурсу	Форма активної роботи
I. Розминка «Мозковий штурм» (робота з листами-опитувальниками)	Самостійна робота з підручником
II. Конкурс захисників (робота з таблицями і приладами)	Самостійна робота з дидактичним матеріалом
III. Конкурс воротарів (тестові завдання)	Самостійне розв'язування розрахункових і логічних задач
IV. Конкурс нападників (робота з рівняннями ядерних реакцій)	Групова робота з таблицею рівнянь ядерних реакцій
V. Конкурс півзахисників (практичні завдання)	Самостійна робота з дидактичним матеріалом
VI. Конкурс капітанів (озвучування навчального фільму; робота із запропонованим текстом-завданням)	Робота з екранним посібником

### Хід уроку

*I. Розминка «Мозковий штурм»* — естафета. Учні заздалегідь на уроках проробляють відповіді на модулі № 1-6 за листами-опитувальниками (див. додаток 1). Потім по черзі ставлять будь-які три запитання команді суперників із цих модулів.

Першими починають гру нападники. Вони повинні «відбити м'яч», тобто відповісти на перше запитання протягом однієї хвилини. У разі затруднення їм допомагають захисники і відповідають на друге запитання. Потім вступають у гру воротарі і відповідають на третє запитання, зазначене на першому м'ячі.

Максимальна «сила удару» першого «м'яча» — 3 бали.

*II. Конкурс захисників* — робота з дидактичним матеріалом, таблицями та приладами. Захисник від кожної команди отримує м'яч-запитання. На обмірковування відповіді дається одна хвилина. Під час оцінювання відповіді враховується самостійність роботи з

дидактичним матеріалом, наочними посібниками та приладами. Завдання можуть бути такими:

- для першої команди: «Накреслити схему лічильника Гейгера-Мюллера і пояснити принцип його дії»;
- для другої команди: «Накреслити схему камери Вільсона і пояснити принцип її дії».

Максимальна «сила удару» другого «м'яча» — 5 балів.

*III. Конкурс воротарів* — робота з текстом та розв'язування задач. Текст потрібно заздалегідь записати на дошці. Наприклад, складіть тексти з фраз А, Б, В.

А. 1)  $\alpha$ - випромінювання — це...

2)  $\beta$ - випромінювання — це...

3)  $\gamma$ -випромінювання — це...

Б. 1) електромагнітне випромінювання, довжина хвилі якого менша від довжини хвилі рентгенівських променів;

2) потік ядер атомів Гелію;

3) потік електронів.

В. Воно характеризується...

1) значною проникною здатністю;

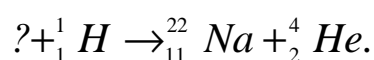
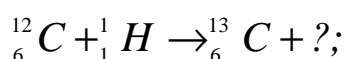
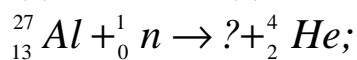
2) великим розкидом швидкостей частинок (*від дуже повільних до близьких до швидкості світла*);

3) тим, що є частинками, які захоплюють два електрони, перетворюючись у нейтральні атоми.

Розрахункові задачі добирає учитель.

Конкурс оцінюється до 5 балів. «Сила удару» проставляється на м'ячі для воротарів.

*IV. Конкурс нападників* — дописати ядерні реакції (*написані заздалегідь на дошці*). Враховується швидкість виконання завдання. Для зручності оцінювання записують однакові ядерні реакції для обох команд. Ось зразок одного із завдань:



*V. Конкурс півзахисників* — виконання практичного завдання. Після розминки запасні гравці отримують завдання — виконати творчу роботу, використовуючи інструкцію до лабораторної роботи № 7 «Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями» (С. У. Гончаренко. *Фізика, 11*).

Максимальна «сила удару» в цьому конкурсі — 7 балів. Після перевірки робіт арбітр виставляє оцінку.

VI. *Конкурс капітанів* — озвучення уривку з фільму «Будова атома». Після цього капітанам пропонується знайти помилки у тексті «Атомне ядро» (див. додатки).

**Заключний етап.** Арбітри підбивають підсумки змагань і оголошують кількість набраних балів, називають переможця. Найсильнішим гравцям вручають грамоти.

### *Додатки*

#### *Лист-опитувальник для самоконтролю знань*

#### **Модуль 1. Способи спостереження елементарних частинок**

1. Накресліть схему пристрою лічильника Гейгера-Мюллера і поясніть принцип його дії.
2. Накресліть схему камери Вільсона і поясніть принцип її дії.
3. Поясніть принцип дії бульбашкової камери. Які переваги бульбашкової камери перед камерою Вільсона?

#### **Модуль 2. Радіоактивність**

1. Що називають радіоактивністю?
2. Яка природа  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - випромінювань?
3. Які властивості радіоактивних випромінювань?

#### **Модуль 3. Загальна характеристика атомного ядра**

1. У чому сутність планетарної моделі атома?
2. Поясніть фізичний зміст порядкового номера хімічного елемента в таблиці Менделєєва.
3. Який фізичний зміст масового числа в моделі атомного ядра?

#### **Модуль 4. Енергія зв'язку атомних ядер**

1. Що називають енергією зв'язку атомного ядра?
2. Що називають дефектом маси? Поясніть причину виникнення дефекту маси й утворення ядра з окремих нуклонів.
3. Напишіть формулу для визначення дефекту маси.

#### **Модуль 5. Ядерні реакції**

1. Що називають ядерними реакціями?
2. Що називають енергетичним виходом ядерної реакції? У яких випадках реакція відбувається з поглинанням енергії, а в яких — із виділенням?
3. Хто і коли здійснив ядерну реакцію, яка експериментально підтвердила, що до складу атомних ядер входять нейтрони?

#### **Модуль 6. Ядерні реактори**

1. Які речовини використовують у ядерних реакторах як

теплоносії?

2. Які речовини використовують у ядерних реакторах як поглиначі нейтронів?

3. За якої умови значення коефіцієнта розмноження нейтронів  $k$  відбувається ланцюгова ядерна реакція й атомній бомбі?

*Текст «Атомне ядро»*

Як відомо, ядро складається з нуклонів — позитивно заряджених протонів і негативно заряджених електронів. Головна властивість ядра — це його нестійкість. Ядерні сили дуже малі, і тому ядра дуже часто розпадаються. Це відбувається тому, що однойменно заряджені електрони відштовхуються.

Але не всі ядра розпадаються, і тому вчені вважають, що існують у ядрі електростатичні, кулонівські, гравітаційні і навіть деякі надприродні, сили, які не всім ядрам дають розпастися. Відомо, що маса ядра завжди більша від суми маси електронів і протонів.

$$\Delta m = M_{\text{я}} - Zm_{\text{пр}} - Zm_{\text{ел}};$$

$$E_{\text{зв}} = Mc^2.$$

Різниця між цими масами і є дефект маси:

Відомо: що більший номер елемента, то менша енергія зв'язку. Мінімальну енергію зв'язку мають елементи з порядковими номерами 50-60, їхні ядра найменш стійкі.

## "УРОК ПРИСВЯЧЕНИЙ ЧОРНОБИЛЮ"

### Урок-ділова гра

*Чорнобиль — чорний біль Душевний і тілесний.*

*Лиш чую звідусіль:*

*«Чи ми колись воскреснемо?»*

*Лиш чую звідусіль:*

*«Чорнобиль — чорний біль,*

*Його не забілити.*

*Він мов на рану сіль,*

*Мов щем несамовитий.»*

**Мета.** На основі аналізу причин аварії на Чорнобильській АЕС увести поняття про ядерний реактор на теплових нейтронах (*про принцип дії і будову*); дати порівняльну характеристику реакторів на теплових і швидких нейтронах; ознайомити учнів зі станом ядерної

енергетики України; розкрити роль людського фактора на виробництві.

**Тип уроку.** Урок засвоєння нових знань.

**Обладнання.** Плакати та діафільм про ядерні реактори, стенд «Чи знаєте ви, що...» (див. додаток).

**Методичні поради.** Урок проводиться у формі відкритого засідання з питань розслідування причин аварії на Чорнобильській АЕС. Комісія з питань розслідування складається з трьох чоловік (учитель — голова комісії, два учні — члени комісії). Один учень виконує роль кореспондента — представника преси. Варто заздалегідь підготувати стенд, плакати тощо.

*Хід уроку*

**Голова комісії.** Сьогоднішнє відкрите засідання комісії з питань розслідування причин аварії на ЧАЕС допоможе нам з'ясувати будову канального ядерного реактора великої потужності на теплових нейтронах, принцип його роботи та стан енергетики в Україні.

Свої висновки ми побудували виключно на основі показів приладів, які відображали роботу всіх систем четвертого енергоблоку ЧАЕС та на аналізу дій персоналу ядерників, що обслуговували цей енергоблок. Хронометраж показів вимірювальних приладів був записаний системою реєстрації під назвою «чорний ящик».

Отож, розпочинаємо.

**Перший член комісії.** Будівництво Чорнобильської АЕС розпочалось у березні 1970 року. Було заплановано збудувати 6 блоків уран-графітового типу з електричною потужністю 1000 МВт кожний. Перші чотири блоки були введені в дію протягом 1977-1983 років. Ще два блоки планувались... Але згадаймо про те, що сталося 26 квітня 1986 року.

На третій секунді після натискання кнопки «Стоп», за допомогою якої автоматично заглушується реактор, відбувся різкий зріст його потужності (*фізично це був розгон реактора на швидких нейтронах*) а на дев'ятій — почали руйнуватися паливні канали і піднялася 1000-тонна залізобетонна плита, що закривала реактор, потягнувши за собою 211 стержнів — поглиначів нейтронів. Система керування і захисту була зруйнована. Стався вибух.

**Другий член комісії.** Так, але вибухів фактично було два. Перший — о 1 год. 23 хв. 44 с, коли внаслідок зросту потужності ланцюгової реакції розжарилися твели (*тепловиділяючі елементи*), частинки ядерного палива зруйнували цирконієві оболонки,

розлетілися та застрягли в графіті. Теплоносій — вода перетворилася в пару, тиск якої заблокував подальший доступ води знизу для відбору тепла. Реактор перестав бути керованою системою. Коли пара під великим тиском зруйнувала частину паропроводів, потік води та пари викликав хімічні реакції з розігрітим графітом та цирконієм, унаслідок чого утворилися горючі гази, тиск яких був достатнім для підняття кришки реактора.

О 1 год. 23 хв. 46 с повітря увірвалося в активну зону і, після утворення суміші кисню з воднем та оксидом Карбону, відбувся новий вибух, що зруйнував перекриття реакторного залу, викинувши біля чверті графіту та частину ядерного палива назовні.

**Кореспондент.** Як класифікувати ті вибухи, що відбулися на ЧАЕС?

**Голова комісії.** Перший вибух розпочався як тепловий: система охолодження не впоралася із відведенням тепла. Але слід пам'ятати, що вода ще й добрий сповільнювач нейтронів, тобто зросла кількість нейтронів для ланцюгового процесу поділу ядер урану. Реактор почав працювати в критичному режимі. Це означає, що процеси в ньому за своєю фізичною суттю мало чим відрізнялися від процесів в атомній бомбі. Але в атомній бомбі радіоактивні осколки народжуються під час вибуху, а в ЧАЕС розсіялись радіонукліди, накопичені за багато місяців роботи реактора. І хоча енергія механічного руйнування не склала і стотисячної долі хіросімських руйнувань, щодо забруднення довго живучими радіонуклідами чорнобильська аварія еквівалентна вибуху близько 300 бомб, аналогічних тій, що була скинута на Хіросіму. Чорнобильський вибух продовжувався як ядерний, хоч ударної хвилі та світлового випромінювання майже не було. А другий — найпотужніший та руйнівний вибух — хімічний.

У результаті вибуху на Чорнобильській АЕС непридатними до використання стали 42 тис. кв. км території України; щонайменше 400 тис. мешканців були вимушені залишити свої домівки, більш як 10 млн. людей зараз проживають на радіаційно забруднених територіях.

**Кореспондент.** Ці вибухи... З якої причини вони відбулися? Відомо, що на станції мав проводитися експеримент. Чи це якимось чином пов'язано з причинами аварії?

**Голова комісії.** Так. Але були й інші причини. Є поняття проектно-аварійних ситуацій, коли прогнозується як їхнє виникнення, так і шляхи захисту від них. В атомній енергетиці їх дві: розрив

трубопроводу, коли у реактор не поступає вода, та відключення реактора від споживачів електроенергії. Ось друга ситуація і «прокручувалась».

25 квітня 1986 року передбачалось відключити четвертий блок для планового ремонту. Було вирішено, використавши це, випробувати один із двох турбогенераторів у режимі вибігу (*обертання ротора турбіни за інерцією після припинення подачі пари, за рахунок чого генератор деякий час продовжує виробляти електроенергію*) та перевірити роботу спеціального регулятора магнітного поля генератора. Експеримент вважали суто електротехнічним, а тому режим роботи атомного реактора не брався до уваги. Під час проведення експерименту були такі порушення режиму експлуатації:

а) зниження теплової потужності нижче від допустимого значення (*наслідок: реактор став важко керованим*);

б) відключення від реактора частини циркуляційних насосів (*наслідок: температура теплоносія стала вищою від критичної*);

с) блокування захисту реактора за сигналом зупинки двох турбогенераторів (*наслідок: втрата можливості автоматичної зупинки реактора*);

д) блокування захисту за рівнем води та тиском пари у барабані-сепараторі (*наслідок: захист реактора за тепловими параметрами повністю відключений*);

е) відключення системи аварійного охолодження реактора (*наслідок: втрата можливості зниження масштабів аварії*).

Крім того, мали місце і конструктивні вади.

Що це за система аварійного захисту, яку можна в довільний момент відключити?

Система аварійного захисту повинна спрацювати через 2-3 с, а насправді стержні-поглиначі занурювалися на семиметрову глибину більше ніж 20 с.

Стержні-поглиначі повинні заходити в реактор знизу, а вони кріпилися разом із механізмом їхнього керування до «кришки» реактора, яку може зрушити з місця пара навіть за незначного збільшення її тиску.

Крім того, стержні-поглиначі були коротшими за 7 метрів, унаслідок того нижні шари палива неможливо було «заглушити».

А звідси висновок — конструкція реактора не була досконалою і це призвело до жахливої трагедії, наслідок якої зачепить не одне покоління людства.

**Перший член комісії.** Невдовзі після Чорнобильської аварії в 27 реакторах типу РБМК-1000 відбулися певні зміни: час введення системи аварійного захисту спочатку був скорочений до 12 с, а з 1989 року впроваджено швидкий аварійний захист (ШАЗ), що забезпечує введення в активну зону стержнів — поглиначів нейтронів за 2-2,5 с.

Удосконалена діагностика стану реактора, покращені інші характеристики реактора та систем відведення тепла.

**Кореспондент.** Чи не могли б Ви розповісти про будову ядерних реакторів докладніше? Які процеси там відбуваються? Яких видів є реактори, які їхні характеристики.

**Голова комісії.** Будь ласка. Реактором називається установка, в якій здійснюється керована ланцюгова реакція ділення ядер урану. В Україні в основному працюють реактори на теплових нейтронах: реактор РБМК-1000, який і був установлений на четвертому блоці ЧАЕС, та водо-водяний реактор (ВВЕР).

Перспективними є реактори на швидких нейтронах.

Реактор має активну зону, у якій розміщується ядерне паливо, пристрій для регулювання ходу ланцюгової реакції, теплоносій. У реакторах на теплових нейтронах в активну зону входить ще і сповільнювач нейтронів. Навколо активної зони розміщується біо захист, призначений для захисту персоналу від радіації, а також відбивач нейтронів.

У реакторах типу РБМК сповільнювачем є графіт, а теплоносієм — звичайна вода. Теплоносій в активній зоні рухається по окремих каналах, що прокладені в середині циліндра заввишки 7 м та діаметром до 12 м, виготовленого з графітових блоків загальною масою 1850 т.

У РБМК-1000 тепловиділяючими елементами є «пігулки» з діоксиду урану, які по 200 штук містяться в 36 твелах, які становлять касету. Загальна маса урану в реакторі — 192 т. В інших каналах — 211 стержнів-поглиначів. Вода подається в канали знизу циркуляційними насосами під тиском 70 атмосфери. У каналах вона закипає і суміш із 14% пари і 86% води через верхню частину каналу потрапляє у 4 горизонтальні барабани-сепаратори, де вода під дією сили тяжіння стікає вниз, а пара за температури 280°C через паропроводи подається у дві турбіни, після проходження яких



охолоджується і конденсується у воду з температурою 165°C. Електрична потужність реактора 1000 МВт, а тепла 3200 МВт. ККД — 31%.

Реактори ВВЕР відрізняються від реакторів РМБК якісним складом збагаченого урану (ВВЕР — 4% U-235, РМБК — 1,8-2,4% U-235). У ВВЕР теплоносієм та сповільнювачем нейтронів є звичайна вода, причому активна зона не ділиться на канали, а тиск теплоносія стримується всім корпусом реактора. Вода віддає тепло парогенераторам і знову повертається в реактор. Таким чином, напрацьована у ВВЕР радіоактивність тільки в малих дозах потрапляє в зовнішнє середовище, а в РМБК пара безпосередньо з активної зони йде на турбіну. ККД реакторів ВВЕР теж 30%.

Активна зона реактора на швидких нейтронах складається з урану, збагаченого до 12% ізотопами U-235, U-233 чи плутонієм. Цю частину реактора виготовляють у вигляді суцільної чи порожнистої кулі або циліндра, які обкладають з одного або двох боків пластинами з природного урану або торію. Ці речовини становлять зону відтворення ядерного палива. Для відведення тепла використовують легкоплавкі метали — натрій, свинець та інші. Регулюючі стержні зроблені з урану-238, кадмій і бор для цього непридатні. Застосування реакторів на швидких нейтронах є засобом більш раціонального використання запасів природного урану.

**Кореспондент.** Навіщо сповільнюють нейтрони в реакторах на теплових нейтронах і чому не слід цього робити в реакторах на швидких нейтронах?

Голова комісії. Для того, щоб збільшити ймовірність захоплення більшої кількості теплових нейтронів ядрами урану U-235 за невеликого відсотку збагачення руди.

При поглинанні швидких нейтронів поділ урану U-238 відбувається всього в 5 випадках зі 100; 95 випадків — це утворення U-239. Крім того, значно зменшується ймовірність захоплення швидких нейтронів і подальшого поділу U-235.

**Кореспондент.** Що можна сказати про стан атомної енергетики в Україні?

Перший член комісії. Сьогодні більше 40% електроенергії в Україні виробляють атомні електростанції. Решту — теплові та гідроелектростанції. З кожним роком частина електроенергії, виробленої атомними електростанціями, зростає.

Оскільки запаси органічного палива в Україні обмежені, то є необхідність використовувати ядерне паливо. Але аварія на ЧАЕС довела, що атомний реактор потребує бездоганної виробничої дисципліни, у зв'язку з чим зростає роль так званого людського фактора — зростає роль відповідальності робітника за доручену справу.

Генератори Чорнобильської АЕС припинили свою роботу 15 грудня 2000 року, над четвертим блоком зроблене суцільне укриття — «саркофаг».

**Голова комісії.** Але радіоактивне відлуння Чорнобиля нагадуватиме про себе ще не одну сотню років.

**Кореспондент.**

*Чорнобильський вітер по душах мете.*

*Чорнобильський пил на роки опадає.*

*Годинник життя безупинно іде.*

*...Лиш пам'ять, лиш розум усе пам'ятає.*

**Голова комісії.** Ми закінчили наше розслідування причин аварії на ЧАЕС. Чи є у вас якісь запитання? (*Звертається до учнів класу.*) Якщо немає, то у мене є запитання до вас.

*Закріплення вивченого*

Який має вигляд і як працює ядерний реактор на теплових нейтронах?

Навіщо сповільнюють нейтрони в реакторах на теплових нейтронах?

Як здійснюється керування ланцюговою реакцією в ядерному реакторі на теплових нейтронах?

Як здійснюється керування ланцюговою реакцією в реакторах на швидких нейтронах?

У чому полягає особливість будови реакторів на швидких нейтронах?

Чому в реакторі на швидких нейтронах не використовують воду, кадмій та бор?

*Домашнє завдання*

*Додаток*

**На стенді доцільно розмістити таку інформацію «Чи знаєте Ви, що...»**

- Першими, хто повідомив про чорнобильську трагедію, були шведські, вчені.

- Радянське керівництво повідомило про трагедію лише 28

квітня, але й після 28 квітня компартійне керівництво України продовжувало обдурювати світ і людей України про масштаби трагедії: у Києві 1 травня відбулася демонстрація, а 6 травня Київ приймав учасників велогонки світу.

- Унаслідок радіації найнебезпечнішим елементом є Радій.
- Найпотужніший ядерний реактор — каналного типу на 1,5 млн. кВт на Італійській АЕС у Литві, працює з 1984 р.
- Найпотужніша ядерна електростанція — Фукусуме в Японії, де 10 реакторів мають загальну потужність 9 096 МВт.
- Природа також створила «свій» справжній урановий реактор близько 1,7 млрд. років тому, коли частка U-235 становила 3-3,3% (в урані на Чорнобильській АЕС — менша майже удвічі). У руслі африканської річки на території нинішнього Габону утворилися локальні концентрації руд урану з 30-відсотковим вмістом, вода була сповільнювачем. Реактор працював імпульсами, бо від перегрівання зменшувалася кількість води в активній зоні, і він самозупинявся (у Чорнобилі — все навпаки). Доведено, що цей реактор працював не менше 0,25 млн. років і використав понад 6 т U-235 (60% початкової кількості). Вважають, що такі реактори могли бути в інших місцях Землі, наприклад, реактор у Колорадо в США, рештки якого розмила вода.

## "КОМПЛЕКСНЕ ПОВТОРЕННЯ КУРСУ ФІЗИКИ"

### Урок-творча лабораторія

**Мета.** Повторити окремі питання курсу фізики 7-11 класів через низку оригінальних практичних завдань; дати учням можливість проявити винахідливість, кмітливість, дотепність; розвивати логічне мислення, вміння застосовувати знання у нестандартних ситуаціях; вчити культури спілкування у процесі співпраці.

**Тип уроку.** Урок повторення і поглиблення знань.

**Обладнання.** Демонстраційне (на учительському столі): метрова лінійка (1-3 шт.), лабораторні терези і важки (3 комплекти), секундомір (1 шт.), лампочка на підставці (6 В) і джерело струму для неї (1 комплект), демонстраційний конденсатор, котушка індуктивності;

*Лабораторне (на кожному учнівському столі):* лінійка з міліметровими поділками, довідкові таблиці (збірники з фізики), комплект наборів найпростішого обладнання: до завдання 2: монети

1, 2, 5 коп., тіло неправильної форми, нитка або олівець; до завдання 4: посудина з водою; до завдання 5: брусок кам'яного вугілля прямокутної форми; до завдання 7: металева кулька; до завдання 9: пружина, калориметричний циліндр; до завдання 10: металевий жолоб, металева кулька, коробка із сухим піском; до завдання 11: брусок з лабораторного набору для визначення густини речовини (алюмінієвий або залізний); до завдання 12: лабораторний реостат; до завдання 14: дифракційна решітка.

**Методичні поради.** Характерною особливістю уроку є те, що він побудований на експериментальних завданнях, у яких використовується лише один вимірювальний прилад — лінійка. Урок одночасно є і уроком-конкурсом, оскільки в його процесі виявляються кращі проекти, а також учні-переможці.

### Хід уроку

#### I. Вступна бесіда і вікторина

**Учитель.** Сьогодні у нас нетрадиційний урок повторення. Ви повинні будете пригадати те, що вивчали в попередні роки, проявити кмітливість, винахідливість і дотепність. Вам буде запропоновано низку практичних завдань, незвичних із двох причин: по-перше, всі вони виконуються за допомогою одного вимірювального приладу — метрової лінійки, по-друге, як їх виконати, вам потрібно здогадатися самим: жодних інструкцій не буде.

У кожному практичному завданні слід чітко сформулювати свій задум — фізичну основу, продумати кроки виконання роботи, пригадати формули, виконати обчислення. За кожен правильну ідею команда отримує 1 бал, а за кінцевий результат команда, яка перша правильно виконала завдання, — 3 бали, друга — 2 бали, третя — 1 бал.

У кінці уроку підіб'ємо підсумки і визначимо переможців конкурсу.

А тепер слухайте уважно запитання:

- Що таке метр?
- Яким раніше був еталон метра?
- З чим він пов'язаний нині?
- Де зберігається попередній еталон метра?

(За підсумками вікторини визначається її переможець.)

Друга частина уроку — «Творча лабораторія». Вас чекають цікаві завдання.

#### II. Творча лабораторія

## Завдання за курс 7 класу

*Завдання 1.* Накреслити на дошці відрізок завдовжки 1 м.

Виконати завдання запрошуються до дошки троє учнів. Роботу перевіряють учні за допомогою метрової лінійки. Якість роботи оцінюється так: найточніший результат—3 бали, проміжний—2 бали, найменш точний — 1 бал.

*Завдання 2.* За допомогою лінійки визначити масу тіла неправильної форми.

Від учнів надходять кілька пропозицій. Одна з них — використати учнівську лінійку як важіль, підвішуючи її на нитці за середину або поклавши серединою на олівець, а монети вартістю 1 коп., 2 коп., 5 коп. використати як важки масою 1,5 г, 1,55 г і 4,3 г відповідно.

Після зважування тіл на «своїх» саморобних терезах учні перевіряють точність зважування на лабораторних терезах, виставлених на демонстраційному столі.

Оцінювання результатів аналогічне до попереднього завдання.

*Завдання 3.* Лінійкою «зважити» повітря у фізкабінеті. (*Можна дати точніше, але менш привабливе формулювання: «За допомогою лінійки визначити масу повітря у фізкабінеті».*)

Учитель бере метрову лінійку, кладе її на вказівний, палець, підходить до дверей, відкриває їх. Лінійка коливається, і в цей момент учитель повідомляє завдання: «Лінійкою потрібно «зважити» повітря в кабінеті». Учні, ще налаштовані на завдання 2, спочатку здивовано кажуть: «Це зробити неможливо!» Але вже за хвилину надходять пропозиції:

- визначити довжину, ширину і висоту кімнати;
- обчислити об'єм:  $V = abc$ ;
- за таблицею знайти значення густини повітря за звичайних умов:  $\rho = 1.29 \text{ кг} / \text{м}^3$ ;

- визначити масу повітря за формулою  $m = \rho V$

Оцінювання результатів аналогічне до попередніх завдань.

*Завдання 4.* За допомогою лінійки визначити тиск води.

Якщо в учнів виникають складнощі, запропонуйте навідне запитання: «Від чого залежить тиск рідини?».

Учні здогадуються і пропонують:

- лінійкою виміряти висоту стовпа рідини в посудині;
- з таблиці знайти густину рідини  $\rho$  і визначити її тиск за формулою  $p = g\rho h$ .

Оцінювання результатів аналогічне до попередніх завдань.

### Завдання за курс 8 класу

*Завдання 5.* Лінійкою «виміряти» енергію шматка вугілля прямокутної форми, яка виділиться при його згоранні.

Учні швидко орієнтуються в даній ситуації і пропонують:

- за розмірами знайти об'єм шматка вугілля прямокутної форми;

- за довідником знайти значення густини кам'яного вугілля ( $\rho = 1.35 \text{ г} / \text{м}^3$ );

- розрахувати масу вугілля:  $m = \rho V$ ;

- за формулою  $Q = qm$  ( $q = 3 \cdot 10^7 \text{ Дж} / \text{кг}$ ) знайти енергію, яку виділить вугілля під час згорання.

*Завдання 6.* Як сонячного дня, не вилізаючи на димову трубу, визначити її висоту, користуючись лінійкою?

Учні кілька разів перепитують: «Так по трубі лазити не можна? Але ж на ній є приварені металеві скоби...»

Тоді вчитель може підказати:

- А що за вами постійно ходить сонячного дня?

- Тінь, — здогадуються учні.

Надходять пропозиції:

- поставити вертикально метрову лінійку ( $h_1 = 1 \text{ м}$ ) і виміряти довжину тіні від неї  $a_1$ ;

- лінійкою виміряти довжину тіні від труби  $a_2$ ;

- із подібності трикутників маємо:  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{h_1}{h_2}$ . Звідси можна

отримати значення висоти труби:  $h_2 = \frac{h_1 a_2}{a_1}$ .

### Завдання за курс 9 класу

*Завдання 7.* Лінійкою «виміряти» час падіння кульки з лабораторного стола.

На учнівських столах лежать металеві кульки. Ось один учень, граючись, покотив кульку, і вона падає зі стола. Другий учень уже здогадався:

- потрібно виміряти висоту стола;

- за формулою  $h = \frac{gt^2}{2}$  знайти час падіння кульки  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ;

- для шкільного лабораторного стола  $h = 0.8 \text{ м}$ , тоді

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8 \text{ м}}{10 \text{ м} / \text{с}^2}} = 0,4 \text{ с.}$$

*Завдання 8.* Маючи лише лінійку, визначити швидкість реакції людини (*завдання для майбутніх пілотів і космонавтів*).

Спочатку учні не розуміють цього завдання, тому вчитель має підказати: швидкість реакції людини вимірюють часом реакції на якусь подію.

Можна поставити навідне запитання: як пов'язати час падіння тіла зі швидкістю реакції людини?

Після пропозицій проводиться дослід. Учитель притискає до дошки лінійку і, відволікаючи увагу учня розповіддю про якусь цікаву подію, непомітно І відпускає її. Учень, який стоїть поруч, щойно помітивши, що лінійка рухається, ударом долоні повинен зупинити її.

Для того, щоб визначити швидкість реакції, пропонується учням 1-го ряду визначити шлях вільного падіння лінійки за 0,1 с, учням 2-го ряду — за 0,2 с, учням 3 ряду — за 0,3 с.

Результати поступають швидко:

$$h_1 = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{10 \cdot (0,1)^2}{2} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см};$$

$$h_2 = \frac{gt_2^2}{2} = \frac{10 \cdot (0,2)^2}{2} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см};$$

$$h_3 = \frac{gt_3^2}{2} = \frac{10 \cdot (0,3)^2}{2} = 0,45 \text{ м} = 45 \text{ см};$$

Оцінювання проводиться так: хто обчислить найшвидше — 3 бали, далі —

2 бали і — 1 бал.

Усі разом усно обчислюють шлях, пройдений лінійкою за 0,4 с:

$$h_4 = \frac{gt_4^2}{2} = \frac{10 \cdot (0,4)^2}{2} = 0,8 \text{ м} = 80 \text{ см};$$

На дошці від верхнього краю відмічаються поділки вниз: 5 см, 20 см, 45 см, 80 см, проти цих поділок проставляється час падіння лінійки: 0,1 с; 0,2 с; 0,3 с; 0,4 с.

**Учитель.** Якщо ви зупинили лінійку на поділках 0,1-0,2 с, у вас дуже гарна реакція; якщо швидкість реакції дорівнює 0,3 с, — це також непогано, а якщо 0,4 с і більше — професія пілота не для вас.

**Завдання 9.** Лінійкою «виміряти» жорсткість пружини. Прошу учнів узяти пружину і циліндр (калориметричний). Від учнів надходять пропозиції:

- виміряти діаметр  $d$  і висоту  $h$  циліндра;
- обчислити об'єм циліндра  $V = \frac{\pi d^2 h}{4}$
- за формулою  $m = \rho V$  знайти масу циліндра, узявши з таблиці значення густини металу, з якого виготовлений циліндр;
- вага тіла  $P = mg$ , а сила пружності  $F_{np}$  дорівнює вазі тіла;
- лінійкою виміряти видовження пружини  $x$ ;
- із закону Гука визначити жорсткість пружини:  $k = \frac{F_{np}}{x} = \frac{\rho g V}{x}$ .

**Завдання 10.** За допомогою лінійки визначити коефіцієнт тертя металевої кульки в піску.

За допомогою учнів збирається установка: похилий жолоб закінчується в коробочці з піском. Пускається кулька з вершини похилої площини заввишки  $h$ , вона проходить у піску відстань  $s$ .

- На вершині похилої площини кулька має запас потенціальної енергії  $W_n = mgh$ .

Втрати енергії під час скочування кульки по твердому жолобу незначні, тому їх можна не враховувати.

- Потенціальна енергія кульки витрачається на виконання роботи з подолання сили опору піску:  $A = \mu mgs$ .

- За законом збереження енергії маємо, що  $mgh = \mu mgs$

Звідси:  $\mu = \frac{h}{s}$ . Якщо виміряти лінійкою  $h$  і  $s$ , можна обчислити коефіцієнт тертя  $\mu$ .

### **Завдання за курс 10 класу**

**Завдання 11.** За допомогою лінійки «полічити» число молекул у тілі.

Учитель бере в руки алюмінієвий брусочок із набору для визначення густини речовини, прикладає лінійку раз, другий, третій і каже: «Я підрахував: чотири, вісім, десять, два, три. Помітьте собі це число, а потім перевірте, чи правильно я підрахував». Учні здивовано записують число...



Та ось один учень пропонує: «Потрібно знайти масу бруска  $m$  і масу однієї молекули  $m_0$ . тоді кількість молекул у тілі:  $N = \frac{m}{m_0}$ .

Залишається визначити масу бруска за густиною металу і об'ємом, а потім визначити масу молекули за молярною масою  $M$  і числом Авогадро  $N_A$ :

$$m_0 = \frac{M}{N_A} \quad \text{Перевіряємо обчисленнями, чи правильно вчитель}$$

«наміряв» кількість молекул в алюмінієвому бруску:

- об'єм стандартного бруска  $V = 2,5\text{см} \cdot 4\text{см} \cdot 0,8\text{см} = 8\text{см}^3$ ;;
- маса алюмінієвого бруска  $m = \rho V = 2,7\text{г/см}^3 \cdot 8\text{см}^3 = 21,6\text{г}$ ..
- із таблиці хімічних елементів Менделєєва знаходимо, що молярна маса алюмінію  $M(\text{Al}) = 27\text{г/моль}$ ..
- із формули молярної маси  $M = m_0 N_A$  знаходимо масу однієї

$$\text{молекули алюмінію } m_0 = \frac{M}{N_A} = \frac{27 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}} = 4,5 \cdot 10^{-23} \text{ г};$$

- щоб підрахувати кількість молекул  $N$ , потрібно масу бруска  $m$  розділити на масу однієї молекули  $m_0$ :

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{21,6\text{г}}{4,5 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 4,8 \cdot 10^{23}.$$

Учні порівнюють результат із названими учителем числами 4; 8; 10; 2; 3 і запитують:

Те, що ви «виміряли» кількість молекул, це був жарт?

Так. Але ж ви це зробили! Самі!

*Завдання 12.* За допомогою лінійки дізнатися, з якого матеріалу виготовлена обмотка реостата.

Один із варіантів розв'язування цього завдання може бути таким.

- Подивимось уважно на реостат і побачимо, що його максимальний опір  $R = 6 \text{ Ом}$ .
- Визначимо довжину обмотки і площу поперечного перерізу дроту.
- Щоб знайти площу поперечного перерізу дроту, відлічимо від краю 20 витків дроту, визначимо їхню загальну товщину (15 мм), тоді

діаметр дроту становитиме:  $d = \frac{15\text{мм}}{20} = 0,75\text{мм.}$ , а площа

поперечного перерізу:  $S = \frac{\pi d}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,75\text{мм})^2}{4} = 0,44\text{мм}^2$

- Щоб визначити довжину дроту, потрібно знати довжину одного витка і кількість витків.

- Довжина одного витка визначається за діаметром витка  $D$ :  $L_1 = \pi D = 3,14 \cdot 1,8\text{см} = 5,65\text{см.}$

- Щоб не лічити всі витки, обчислимо їхню кількість, поділивши загальну довжину намотаної частини обмотки на діаметр дроту  $d$ :  $N = \frac{L_2}{d} = \frac{88\text{мм}}{0,75\text{мм}} = 117.$

- Довжина дроту  $L = L_1 N = 5,65\text{см} \cdot 117 = 661\text{см} = 6,6\text{м.}$

- Із формули опору провідника  $R = \rho \frac{L}{S}$  знаходимо питомий опір матеріалу обмотки

реостата:  $\rho = \frac{RS}{L} = \frac{6 \text{ Ом} \cdot 0,44\text{мм}^2}{6,6\text{м}} = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

Такий питомий опір має нікель.

### **Завдання за курс 11 класу**

*Завдання 13.* Лінійкою «виміряти» частоту електромагнітних коливань у коливальному контурі.

Перед учнями демонстраційний плоский конденсатор і демонстраційна котушка індуктивності.

Надходять такі пропозиції.

- Виміряти лінійкою відстань між пластинами  $d$  конденсатора, діаметр пластин  $D$ , знайти площу пластини  $S = \frac{\pi D^2}{4}$  і обчислити

ємність  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ .

- На котушці індуктивності зазначено кількість витків  $N$ . Потрібно виміряти лінійкою довжину котушки  $l$  та її діаметр  $D$  знайти площу перерізу котушки  $S = \frac{\pi D^2}{4}$ , а потім розрахувати

індуктивність котушки  $L = \frac{\mu \mu_0 N^2 S}{l}$ .

- Знаючи індуктивність котушки і ємність конденсатора, можна

розрахувати частоту коливань у контурі:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

*Завдання 14.* За допомогою метрової лінійки визначити довжину хвилі світла.

На демонстраційному столі стоїть штатив, до якого прикріплена метрова шкільна лінійка, а посередині лінійки — електрична лампочка на 6-12 В із вертикально розташованим волоском. Вмикається джерело, лампочка засвічується. Запитання до учнів:

- Яка довжина хвилі видимого світла?
- Від 0,4 до 0,8 мкм.
- А чи можна метровою лінійкою (точність 0,01 м) виміряти довжину хвилі світла, якщо ці розміри менші за мільйонну частину метра?
- Неможливо!
- Ні, можливо. Візьміть на столі дифракційну решітку.

Подивіться крізь неї на лампочку.

- Як красиво!
- Що ви бачите?
- Спектр ліворуч і праворуч.
- А який порядок спектра?
- Перший!
- То з чого почнемо?
- Із формули дифракційної решітки:  $d \sin \varphi = k\lambda$ , бо звідси можна знайти довжину хвилі  $\lambda$ .

- Що для цього потрібно знати?

- Період решітки:  $d = 0.01 \text{ мм} = 10^{-2} \cdot 10^{-3} \text{ м} = 10^{-5} \text{ м}$ , а ще потрібно знати кут, під яким бачимо перший спектр.

- А як це зробити?

- Можна знайти відразу  $\sin \varphi = \frac{h}{l}$ , де  $h$  — відстань від

центрального максимуму до першого максимуму (*наприклад, до зеленої частини спектра*), а  $l$  — відстань від дифракційної решітки до першого максимуму.

- Тепер можна розрахувати довжину хвилі зеленого світла.

Якщо

$$\sin \varphi = 20\text{см} : 400\text{см} = 0,05, \text{ то } \lambda =$$

$$= \frac{d \sin \varphi}{k} 10^{-5} \text{ м} \cdot 0,05 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,5 \text{ мкм}$$

- То можна лінійкою «виміряти» довжину хвилі світла?
- Можна!

*Завдання 15 (домашнє).* Чи можна за допомогою лінійки визначити температуру тіла?

*Завдання 16 (домашнє).* Пригадайте, що ще можна визначити, користуючись лише одним вимірювальним приладом — лінійкою.

### III. Підсумок

Учитель акцентує увагу учнів на тому, що на уроці було повторено: розрахунок маси тіла за об'ємом і густиною; правило рівноваги важеля; формулу гідростатики — тиск стовпа рідини; розрахунок енергії, що виділяється під час згоряння палива; вільне падіння тіл; зв'язок між масою і вагою тіла; закон Гука; закон збереження енергії; коефіцієнт тертя; формулу роботи; поняття про молярну масу і число Авогадро; розрахунок питомого опору провідника; визначення ємності плоского конденсатора та індуктивності котушки, розрахунок частоти електромагнітних коливань; спосіб вимірювання довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної решітки.

Якщо змагання командне, то оголошується переможець. Якщо змагання на особисту першість, то учень, який набрав найбільшу кількість балів, оголошується переможцем конкурсу фізичних ідей та фізичного експерименту і його нагороджують дипломом. Команда називає свого капітана — учня, який найактивніше працював під час конкурсу. *(Як правило, капітанів учитель не призначає, вони виявляються самі в процесі змагання.)*

Капітан-переможець нагороджується дипломом і медаллю «Чемпіон».

## "СУД НАД ФІЗИКОЮ"

### Урок-рольова гра

**Мета.** Розкрити значення фізики в житті людей; ознайомити учнів із біографіями видатних фізиків та їхнім внеском у розвиток фізики.

**Тип уроку.** Урок узагальнення знань.

**Методичні поради.** Урок проводиться за сценарієм судового засідання, у якому беруть участь: головний суддя, судді (2 особи), адвокат, прокурор, секретар суду, підсудна — Фізика, свідки: Арістотель, Архімед, Ньютон, Ейнштейн, Фермі, охоронці (2 особи).

*Хід уроку*

**Секретар.** Встати! Суд іде!

**Головний суддя.** Прошу сідати. Сьогодні слухається справа з обвинувачення Фізики, яка впродовж декількох тисячоліть своїми діями призводила до смерті чи каліцтва мільйонів людей.

Відтоді, як людина перетворилася в людину розумну, їй на службу була представлена всеохоплююча наука про природу — Фізика. За ці тисячоліття у Верховній канцелярії проти Фізики зібралось стільки скарг, що настав нарешті час покласти край усім її безчинствам.

Для об'єктивного розгляду справи запрошені кращі юристи. Оскільки звинувачень накопичилося дуже багато, на судове засідання винесено основні, найважливіші. Ввести підсудну!

Слово надається прокурору.

**Прокурор.** Ще на зорі людської діяльності Фізика, скориставшись своєю можливістю впливати на розум людей, підло здійснила чимало підступних дій.

**Адвокат.** Ваша Честь! Протестую проти голослівних обвинувачень!

**Головний суддя.** Протест приймається. Пане прокуроре, наведіть докази ваших обвинувачень.

**Прокурор.** Тут і доводити нічого. Перші проломи черепів сталися ще за багато тисячоліть до нашої ери. А все тому, що Фізика навчила людей користуватися пращею і луком зі стрілами.

**Адвокат.** Прошу слова. Потрібно врахувати, що Фізика дала ці знаряддя людині не для вбивства собі подібних. Вона бачила, як людина мучиться під час ловлі дрібних тварин і пташок. їй стало жаль людей, які гинули на полюванні на крупних тварин (*мамонтів, носорогів*). Вона розуміла, що полювання на зайців, антилоп, пташок не таке небезпечне, тому й навчила людей, як це робити. І не її вина в тому, що деякі з них стали застосовувати ці знання для вбивства людей.

**Головний суддя.** Секретар, занесіть до протоколу судового засідання це спростування. Прокуроре, вам надається слово для інших обвинувачень.

**Прокурор.** Наступний блюзнірський крок, який зробила Фізика, полягає в тому, що вона навчила людей користуватися вогнем, що майже відразу спричинило пожежі не лише в природі, а й у житлах людей. Але найстрашніше, чому навчила Фізика, — це спалювати один одного. І ця мученицька страта так сподобалася людям, що вони її застосовували до середніх віків. За такі дії, на мою думку, Фізику слід знищити.

**Головний суддя.** Не робитимемо поспішних висновків. Послухаємо, що скаже захист.

**Адвокат.** Шановні судді! Моя підзахисна століттями спостерігала, як страждали люди, харчуючись сирими продуктами. Багато людей, особливо діти, не витримували зимових холодів і вмирили. Тому Фізика навчила людей користуватися вогнем не лише для обігрівання жител і приготування їжі, але й показала, як за допомогою вогню виготовляти знаряддя праці з металу. І не її вина, що люди використовували вогонь для підлих цілей.

**Прокурор.** Саме так, із розвитком металургії з'явилися нові види зброї: мечі, шаблі, кинджали і т. п.

**Адвокат.** Але ж мета моєї підзахисної була в іншому: дати людям можливість створити міцні знаряддя праці — сокири, пилки, лопати, мотики, плуги тощо.

**Головний суддя.** Перейдемо від голосливих обвинувачень до свідчень людей, які зазнали безпосереднього і сильного впливу з боку Фізики. Запросіть першого свідка.

*(Входить Аристотель, який тримає в руках книжку «Фізика».)*

Заприсягніться і розкажіть про себе і свої зв'язки з Фізикою.

**Аристотель.** Клянусь казати лише правду і нічого, крім правди. Я народився в 384 р. до н. є. в стародавньому грецькому місті Стагір в родині придворного лікаря. Двадцять років навчався в академії в Платона (м. Афіни), у 343 р. до н. є. цар Македонії Філіп запросив мене бути наставником його сина Олександра.

З 343 до 339 р. до н. є. проживав у столиці Македонії як наставник Олександра Македонського. Майбутній полководець високо цінував мене і пізніше сказав: «Якщо батьку я зобов'язаний життям, то Аристотелю усім тим, що дає йому ціну». У 339 р. до н. є. я повернувся до Афін, де заснував свій лицей і успішно керував ним упродовж 13 років.

Після смерті Олександра Македонського мене прогнали з Афін і вислали на о. Евсея, де я загинув у 322 р. до н. є.

Тривалий час я намагався з'ясувати причину припливів і відпливів, але знань не вистачало і я з відчаю кинувся з високої скелі в море.

Я написав книги: «Метафізика» — філософський трактат з 14 книжок, «Фізика» (8 книжок), «Поетика», «Про душу», «Етика», «Політика», «Органон» (*про логіку*), «Про небо», «Історія тварин». У «Фізиці» розглядаються питання: про матерію і рух, про простір і час, про існування пустоти, про скінченне і нескінченне, про діючі причини.

**Головний суддя.** Чи будуть запитання до свідка?

**Прокурор.** Ви навчали Олександра Македонського різним наукам і військовому мистецтву?

**Адвокат.** Протестую! Це провокаційне запитання.

**Верховний суддя.** Протест відхиляється. Свідок, відповідайте на запитання.

**Аристотель.** Я навчав Олександра Македонського наукам і розумінню навколишнього світу, а військове мистецтво він опановував самостійно.

**Прокурор.** Одначе я вважаю, що Олександр Македонський завдяки наукам, і в першу чергу фізиці, досягнув досконалості у військовій справі. Це дало йому змогу підкорити й пограбувати більшість цивілізованих країн того часу, сіючи смерть і розорення в усьому світі. Навіть якщо ви не вбачаєте в цьому вини Фізики, то в смерті такого знаменитого вченого як Аристотель вона повністю винна. Якби Фізика дала йому знання про закон всесвітнього тяжіння, він, можливо, ще чимало зробив би для людства.

**Головний суддя.** Слово надається захисту.

**Адвокат.** Як вже стверджували, свідок жодним чином не винний у діях Олександра Македонського. Історія знає чимало прикладів, коли полководці, маючи високу ерудицію і неабиякі знання, все ж таки вели загарбницькі війни. А знання і любов до прекрасного, прищеплені Олександру Македонському Аристотелем, можливо, врятували для нащадків чимало пам'яток культури, бібліотеки та історичні цінності.

Аристотеля вважали найуніверсальнішим ученим серед давньогрецьких філософів. Широта, чіткість і логічність викладу матеріалу в працях Аристотеля спричинили те, що природознавство вивчалось за Аристотелем майже дві тисячі років, до XVII ст. А за це Фізику слід не судити, а схилитися перед нею. Що ж до смерті самого

Аристотеля, то навіть якби Фізика й дала йому розуміння причин припливів і відпливів, його відчай при тогочасному розвитку науки був би не меншим.

**Головний суддя.** Свідок Аристотель, займіть своє місце в залі. Запросіть наступного свідка — Архімеда.

*(Входить Архімед, у руках тримає «гвинт Архімеда».)*

**Архімед** (після клятви). Народився я в 287 р. до н. є. у м. Сіракузи на о. Сицилія в родині Філія, придворного астронома і математика царя Гієрона. Освіту здобув в Олександрії Єгипетській у знаменитих учених Корона (астроном) і Ератосфена (астроном і математик), вивчав праці Демокріта, Евдокса, Аристотеля. Я першим у світі використав математику для пояснення фізичних явищ. Це допомогло мені відкрити закон важеля, вчення про центр тяжіння і плавання тіл. Поєднання в одне ціле математики і фізики дало мені можливість сконструювати багато машин і механізмів. «Гвинт Архімеда» використовується в техніці і у вас, у сучасному світі. Крім того, я вивчав оптичні властивості увігнутих дзеркал. Я загинув у 212 р. до н. є. під час облоги м. Сіракуз римським полководцем Марцеллом від меча римського легіонера.

**Головний суддя.** Чи будуть запитання до свідка?

**Прокурор.** Існують відомості про те, що ви створили багато металевих машин для знищення людей, різними металевими кігтями й дзьобами перевертали кораблі і навіть спалили римський флот за допомогою дзеркал. Адаже це пов'язане з фізикою.

**Архімед.** Так, справді я виготовив чимало металевих машин, різних пристроїв для затоплення кораблів. Я знав (на основі законів фізики), що за допомогою увігнутих дзеркал сонячну енергію можна збирати в точку, що спричиняє в цій точці високу температуру. І це дало мені можливість спалити флот. Але ж я не залишив своїм нащадкам креслень, щоб ніхто не зміг використовувати мої бойові машини проти людей. Я їх застосовував проти римлян, які прийшли пограбувати і знищити мій народ. І я вдячний фізиці та математиці за те, що вони допомогли мені захистити своїх співвітчизників. І як би не зрадник, який відкрив ворогам ворота, римляни ніколи не змогли б захопити наше місто.

**Головний суддя.** У захисту будуть запитання до свідка?

**Адвокат.** Свідок сам сказав, що Фізика впливала на нього з добрими намірами й озброїла людство новими знаннями.



**Головний суддя.** Свідка Архімеда прошу зайняти місце в залі. Запросіть наступного свідка — Ісака Ньютона.

*(Входить І. Ньютон, у руках тримає яблуко.)*

**Ньютон.** Я народився 4 січня 1643 р. у Вулсторні. У 12 років пішов до школи у сусідньому містечку Грентем. Спочатку вчився погано, був фізично слабким. Але завдяки наполегливій праці і потягу до навчання поступово зайняв перше місце в школі й утримував його аж до закінчення школи. У дитинстві любив конструювати складні механічні іграшки.

У 1660 р. поступив до Триніті-коледжу Кембриджа. Під впливом викладача математики і богослов'я Барроу, який читав лекції з оптики, я захопився фізикою і математикою. За сім років напруженої праці пройшов усі ступені коледжу (від бакалавра до магістра). У 1669 р. отримав від Барроу кафедру математики і в 27 років став професором математики Кембриджського університету. Відтоді Кембридж почав славитися фізикою і математикою.

Свої наукові праці завжди публікував лише після ретельної перевірки. Сформулював основні закони механіки, відкрив закон всесвітнього тяжіння, встановив розкладання білого світла, розробив диференціальне й інтегральне числення, першим (1675 р.) висловив думку про дуалізм світла (*частинка і хвиля*), передбачив можливість перетворення світла на речовину і навпаки, довів стисненість Землі, розробив теорію припливів і відпливів, теорію руху комет, розрахував збурення в русі планет.

Помер 21 березня 1727 р. і згідно з указом короля урочисто похований у Вестмінстерському абатстві — пантеоні видатних людей Англії.

**Головний суддя.** Чи будуть запитання до свідка?

**Прокурор.** Вплив Фізики на цього видатного вченого неабиякий. Вихід його книжки «Математичні начала натуральної філософії» (1687 р.) прийнято вважати першою революцією в природознавстві, а саме, у фізиці. Вона змінила погляди на природу і на науковій основі дала змогу пояснити природні явища. В обвинувачення до Ньютона претензій немає.

**Головний суддя.** Чи є запитання в захисту?

**Адвокат.** Ні, Ваша честь.

**Головний суддя.** Свідок, займіть своє місце в залі. Запросіть на засідання суду свідка Альберта Ейнштейна.

*(Входить А. Ейнштейн, тримаючи в руках скрипку.)*

**Ейнштейн.** Я народився 14 березня 1879 р. в німецькому містечку Ульмі. Батьки хотіли, щоб я став музикантом, із шести років почали вчити гри на скрипці. Упродовж семи років я добросовісно намагався навчитися гри та вдосконалював техніку гри. І нарешті музика зазвучала. Я ніколи не покидав гри на скрипці, навіть уже в зрілому віці виступав з концертами.

Початкову освіту здобув у католицькій школі, а з 10 років навчався в Мюнхенській гімназії.

Математикою почав цікавитися з 12-річного віку і до 16 років опанував її основи, включаючи диференціальне й інтегральне числення. Після успішного закінчення гімназії без вступних іспитів був зарахований на педагогічний факультет Цюріхського політехнікуму, який готував викладачів математики і фізики.

Після закінчення навчання в 1902 р. я влаштувався технічним експертом у патентному бюро м. Берн. Тут у 1905 р. розробив теорію броунівського руху, теорію фотонів і спеціальну теорію відносності.

З 1909 до 1913 р. я працював на кафедрах фізики в Цюріхському й Празькому університетах. У 1913 р. мене затвердили дійсним членом Пруської академії наук. Із приходом до влади нацистів довелося залишити Німеччину. Спочатку я переїхав до Бельгії, потім — до Англії, а в 1933 р. — до США, де й довелося переховуватися до закінчення війни, оскільки нацисти обіцяли за мою голову 50 000 марок. Помер 18 квітня 1955 р.

**Головний суддя.** Чи будуть запитання до свідка?

**Прокурор.** Є відомості, що ви разом із фізиками-атомниками Л. Сціллардом і П. Вігнером звернулися до президента США Рузвельта із проханням асигнувати створення атомної бомби. І завдяки вашому впливу вона була створена і скинута на Японію: 6 серпня 1945 року — на м. Хіросіму, а 9 серпня — на м. Нагасакі.

Ейнштейн. Справді, ми наполягали на дослідженні ланцюгових реакцій урану. Нашою метою було випередити в ядерних дослідженнях нацистів, які вже у січні 1939 року отримали ділення ядер урану, і якби вони першими створили атомну бомбу, то весь світ був би знищений. Про те, що уряд США готувався використати атомну зброю проти переможеної Японії, нас не повідомляли. І всі ми були обурені цим актом вандалізму.

**Головний суддя.** Ще будуть запитання?

**Прокурор.** Ні.

**Адвокат.** Дякую. Запитань немає.

**Головний суддя.** Прошу вас, пане Ейнштейн, сідайте. Запросіть свідка Енріко Фермі.

*(Входить Е. Фермі, тримаючи в руках креслення ядерного реактора.)*

Фермі. Я народився 29 вересня 1901 р. в Римі в родині службовця. З дитинства захоплювався точними науками, зокрема фізикою і математикою.

Восени 1919 року одночасно вступив до Вищої нормальної школи і Пізанського університету на фізико-математичний факультет. У 1922 р. виконав дипломну роботу з оптики рентгенівських променів і отримав диплом із відзнакою. У січні 1923 р. був направлений до Геттінгена для удосконалення своїх знань. У 1925-1926 рр. читав лекції з теоретичної механіки у Флоренції. З 1926 до 1938 р. працював професором кафедри теоретичної фізики в Римському університеті.

У 1934 р. створив теорію  $\beta$ -розпаду, відкрив сповільнення нейтронів. У 1938 р. отримав Нобелівську премію за відкриття реакції на повільних нейтронах, після чого емігрував до США із фашистської Італії 2 грудня 1942 р. у Чикаго запустив перший у світі ядерний реактор, а 16 липня 1945 р. неподалік від Лос-Аламоса під моїм керівництвом був здійснений атомний вибух. Помер 28 листопада 1954 р.

**Головний суддя.** Обвинувачення, ваші запитання.

**Прокурор.** Є чимало фактів про те, що ви разом з Лоуренсом і Оппенгей-мером є творцем найпотужнішої зброї — атомної бомби. Крім того, ви всі троє висловлювалися за її застосування у війні з Японією, хоча й знали про згубні наслідки вибуху такої бомби.

**Фермі.** Це справді так. Але ми вважали, що зброя буде застосована проти військових, хоча нас це і не виправдовує.

**Адвокат.** Прошу слова на захист свідка.

**Прокурор.** Протестую. Це не ваш обов'язок захищати свідка.

**Головний суддя.** Протест відхиляється. Слово має захист.

**Адвокат.** Вплив Фізики на цього вченого, звичайно, величезний. За словами Понтекорво, який працював разом із Фермі, той обсяг робіт, що виконав Фермі, вартий 6-8 Нобелівських премій. Зокрема під час ядерних експериментів він отримав 60 нових радіоактивних ізотопів. Його книжка «Вступ в атомну фізику» стала основним підручником з теоретичної фізики. Намагаючись заглибити свою провину, Фермі стає завзятим противником конструювання і

випробовування ще потужнішої водневої бомби, попереджаючи про катастрофічну загрозу людській цивілізації.

**Головний суддя.** Прошу Вас, пане Фермі, займіть місце в залі. Ми заслухали вчених, які зазнали сильного впливу Фізики. Вважаю, що заслуховувати інших немає потреби, бо наше засідання триватиме століття. Надаю слово підсудній.

**Фізика.** Упродовж тисячоліть я поступово давала людям можливість пізнавати закони навколишнього світу і розумно використовувати їх у своєму житті. І в усі часи знаходилися яскраві й одержимі, різні за характером, темпераментом і долею особистості, які завжди були вірні своїй справі.

Сьогодні знання, які я дала людям, мають таку силу, якої достатньо як для технічної революції, так і для знищення всього живого на Землі. І зараз, коли все прогресивне людство бореться за мир на Землі, переважна більшість учених перебуває в перших рядах борців за те, щоб наука використовувалася лише в мирних цілях, для щастя і благополуччя людей. У мене все.

**Секретар.** Суд іде радитися. Прошу всіх встати!

**Секретар** (через деякий час). Встати! Суд іде!

**Головний суддя.** У результаті тривалих дебатів суд дійшов такого висновку.

Враховуючи добрі наміри Фізики (які, проте, в багатьох випадках спричинили трагічні наслідки, в основному через нерозуміння людьми результатів застосування своїх знань) суд виносить такий вирок:

Визнати Фізика невинною у висунутих обвинуваченнях, оскільки в її діях не було кримінальних дій. Звільнити підсудну з-під варті у залі суду.

Для запобігання катастрофічним наслідкам використання знань, що їх дає наука фізика, зобов'язати всіх учнів школи старанно вивчати всі природничі науки, в тому числі й фізику.

## "ФІЗИКА І МИСТЕЦТВО"

### Інтегрований урок

**Мета.** Поглибити знання учнів про фізичні явища і пояснити, яким чином використовуються досягнення фізики у створенні та збереженні творів мистецтва; виховувати гармонійно розвинену

особистість, розвивати почуття прекрасного і вміння насолоджуватися красою мистецтва.

**Тип уроку.** Урок поглиблення знань.

**Обладнання.** Портрети відомих художників, фотокопії їхніх картин, фотографії інших творів мистецтва.

**Методичні поради.** Урок проводиться у відповідно оформленому кабінеті фізики або кабінеті образотворчого мистецтва. З метою більш емоційного сприйняття декламація віршів, розповідь про картини варто робити під музичний супровід. Урок духовно збагачується присутністю виробів народних умільців. Його доцільно провести спільно з учителем образотворчого мистецтва або запросити мистецтвознавця.

### *Хід уроку*

**Ведучий.** Фізика і мистецтво... Здається, вони несумісні. Однак це не так і сьогодні ми спробуємо це довести. Представники мистецтва, інколи самі цього не знаючи, використовують для своїх творінь фізичні закономірності. А фізики люблять і цінять мистецтво, яке збуджує їхню творчу думку, надихає і допомагає пізнати таємниці природи.

Альберт Ейнштейн у хвилини відпочинку грав на скрипці, Лев Ландау любив читати вірші Лермонтова і Байрона, Макс Планк і Вернер Гейзенберг були чудовими піаністами, винахідник першого в Європі ядерного реактора Ігор Курчатова часто відвідував симфонічні концерти і за три дні до смерті слухав «Реквієм» Моцарта в консерваторії, Людвіг Больцман дуже влучно сказав: «Тим, ким я став, я зобов'язаний Міллеру. Без нього міг бути людиною з тією ж бородою і формою носа, як у мене, але це був би не я. Другою людиною, яка мала на мене такий вплив, був Бетховен...» Проблема «фізиків і ліриків» хвилює людей давно. У XV столітті в Італії жила людина, ім'я якої шанують зараз у всьому світі. Це Леонардо да Вінчі. Досі відбуваються суперечки, хто він: художник чи вчений? Перші наші доповіді присвячені його діяльності.

Учень читає вірш «Спектри» Віталія Савченка:

Сім основних кольорів із веселки,  
Дружно шикують веселий наряд:  
Зверху червоний, оранжевий нижче,  
Жовтий, зелений, і знов світлопад...  
Плавно спливає зелений в блакитний,  
Синій в підмогу приходить йому.

А фіолетовий колір спокійний,  
Тихо ладнає найнижчу дугу.  
Світло — це хвилі електромагнітні,  
У кожного кольору хвиля своя.  
Світло від Сонця — то хвилі сукупні,  
Їх розділяє краплиста роса.

Кожна краплина породить веселку,  
Безліч краплинок — велику дугу.  
В ній все багатство суцільного спектра,  
Білого світла, що нищить пільму.

Призму тригранну візьми на долоню,  
Сонячний промінь на грань наведи,  
І на стіні свого рідного дому,  
Знову побачиш ти спектр без води.

**Ведучий.** Повідомлення про Леонардо да Вінчі підготували...

**Перший учень.** За свідченням сучасників Леонардо да Вінчі відзначався прекрасною зовнішністю, він мав пропорційну структуру, був витончений, із привабливим обличчям. Одягався вишукано, носив червоний плащ, який сягав колін, хоча тоді в моді був довгий одяг. Він був приємним співрозмовником і приваблював до себе людські серця. Навіть коли мало заробляв, тримав коней, яких любив понад інших тварин. Леонардо постійно малював і записував. До нас дійшло близько семи тисяч сторінок, вкритих записами чи малюнками Леонардо. Вони зберігаються в бібліотеках Лондона, Парижа, Мілана, Турина. Його цікавила рухливість людського обличчя, яка відбивала рухливість людської душі і він намагався вивчити у всіх подробицях цю рухливість. Він писав: «Той, хто сміється, не відрізняється від того, хто плаче, ні очима, ні ротом, ні щоками, тільки бровами, які з'єднуються в того, хто плаче, і піднімаються в того, хто сміється».

**Другий учень.** Серед усіх мистецтв Леонардо ставив на перше місце малярство. Він вважав, що світ пізнається через почуття, а очі — володарі почуттів, «Око, — писав він, — є вікно людського тіла, через яке людина дивиться на свій шлях і насолоджується красою світу».

Леонардо боявся плину часу. Він вважав, що час знищує всі речі, «пожирає їх твердими зубами років». Око сприймає лише те, що народжується перед ним у дану мить. До Леонардо окресленість предметів у картині набувала вирішального значення. Лінія панувала

в ній. Леонардо покінчив із самодостатньою владою лінії і назвав цей переворот у малярстві «пропаданням обрисів». Світло й тінь не повинні бути різко розмежовані, тому що їхні межі у більшості випадків нечіткі.

«Серпанкова світлотінь» Леонардо — це ніжне півсвітло з м'якою гамою тонів: молочно-срібних, голубуватих, деколи із зеленуватими переходами, в яких синя лінія ніби стає повітряно-легкою. Світлотінь, обриси, які щезають, вважає Леонардо, є головним у малярстві.

**Ведучий.** А тепер доповідь «Світло і мистецтво».

**Третій учень.** Світло... Прекрасне і цікаве явище, яке вивчає оптика. Роль світла в мистецтві дуже важлива. Художник повинен уміти створити в картині психологічно правильне розуміння свого замислу для глядача. Для цього він повинен добре знати закони сприймання світла, утворення тіні і півтіні. Якщо, наприклад, художник зображає пейзаж, який освітлений сонцем, то затемнені місця можна передати дуже приблизно, бо і в натурі ці деталі розрізнити важко, якщо пейзаж дано в місячну ніч, то місяць повинен бути дуже світлий і різко виділятися на темному тлі. Незнання таких закономірностей проводить до викривлення зображень дійсності.

Талановиті художники, знаючи закони природи, а отже — фізику, досягають надзвичайних ефектів. Якщо художник уміло поєднує яскраве світло і глибоку тінь, а також півтони, там, де світло поступово переходить у тінь, то він може добре передати об'ємність людей і предметів, створити враження їхньої безпосередньої близькості до глядача. У мистецтві це називається світлотінню. Світлотінь підсилює наочність і емоційну дію картини.

**Четвертий учень.** Картин у Леонардо не дуже багато. Назвемо кілька з них: «Мадонна з квіткою», «Свята вечеря», «Дама з горностаєм», «Мона Ліза» (або «Джоконда»)... Зосередимо свою увагу на «Джоконді». Є відомості, що Мона Ліза була жінкою багатого флорентійця Франческо дель Джокондо. Коли Леонардо писав її портрет, він запрошував музикантів, які грали на лірі, щоб підтримати веселий настрій моделі. Леонардо писав цю картину 4 роки. Він намагався досягти у цьому полотні найбільшої довершеності. Композиція картини проста і зрозуміла, завершена і гармонійна. Контури не щезли, але пом'якшені напівсвітлом. Складені руки ніби слугують п'єдесталом образу, а хвилююча пильність погляду загострюється спокоєм усієї постаті. Все живе і

міниться в її постаті, як саме життя. А на її обличчі грає усмішка, яка притягує глядача. Що означають цей погляд, ця усмішка? Ми бачимо в них і мудрість, і лукавство, і зверхність, і знання якоїсь таємниці. Ця жінка ніби знає те, що іншим недосяжно. Вона не здається ні гарною, ні люблячою, ні милосердною. Але ми підпадаємо під її вплив. Ніхто із художників не зміг повторити посмішки Джоконди.

Поєднання різних кольорів в картині називають колоритом.

**Ведучий.** Повідомлення про фізичні методи дослідження картин зробить...

**П'ятий учень.** Фізики мають різну апаратуру, яка допомагає фахівцям виявити долю і стан шару фарби картини, не доторкаючись до картини. Для цього є кілька методів. Перший — метод наукової фотографії в ультрафіолетових променях, який дозволяє «розглянути» яких ділянок полотна доторкався чужий пензель, які фрагменти написані заново. Другий — фотографування в інфрачервоних променях, який дає можливість побачити полотно без шару лаку і скласти уявлення про стан верхніх шарів фарби, прояснити написи. Насамкінець, третій — рентгенографія. Рентгенівські промені, пронизуючи картину, дають можливість вивчати глибокі й найстаріші шари живопису, при цьому на фотоплівці фіксуються і тріщини в шарі фарби. Для дослідження картини роблять рентгенограму. Для дослідження техніки живопису використовують макро - і мікрофотографію. Цінними методами дослідження картин є спектрофотометрія і калориметрія, які дають можливість визначити коефіцієнти поглинання і відбивання світла, яскравість і кольорову гаму картин.

**Шостий учень.** Роль Леонардо да Вінчі в науці і техніці особлива. Велику роль відіграли роботи Леонардо в царині механіки. Він вивчав закони вільного падіння тіла; тіла, кинутого під кутом до горизонту, вплив тертя на рух тіла, теорію простих машин, коливальний рух тіла. У наукових працях Леонардо гідравліка, як і механіка, займала важливе місце. Його теоретичні праці охоплюють такі розділи:

- 1) Теорія сполучених посудин.
- 2) Теорія гідравлічних насосів.
- 3) Співвідношення між швидкістю руху води і перерізом труби.

Ці питання народились із численних прикладних інженерних завдань, якими він займався. Це — проектування каналів і шлюзів,



питання меліорації Леонардо практикує, проектує і частково здійснює побудову ряду каналів. Це стосується каналу Піза (*Флоренція*), зрошувальних каналів на ріках! По і Арно. У своїх теоретичних твердженнях Леонардо наблизився до формулювання закону Паскаля. Ним доволі повно була розроблена теорія сполучених посудин. Леонардо першим зайнявся питанням теорії польоту. У своїх записках він узагальнив численні спостереження за польотами птахів. Дехто з істориків науки приписує йому винайдення аероплана. Він здійснив і побудував модель планера, готував його випробування. Учений працював над винайденням парашута. У працях з оптики Леонардо вперше висловлює сміливі здогадки про хвильову природу світла. Поряд із такими важливими теоретичними питаннями, як будова світу, теорія руху тіл, у Леонардо були суто інженерні відкриття і винаходи, починаючи від складних машин і верстатів і, автоматичного вертела для смаження птиці. Він винайшов багато типів верстатів для прядіння, ткання. Серед записок, які збереглися, є опис землерийні машини, пристосувань для виготовлення пил і гвинтиків, для чеканки монет. Цікава його ідея землерийної машини, в якій використовується принцип перервного руху. Особливо багато винаходів зробив Леонардо в галузі військово-інженерної справи. Це зрозуміло. У той час, коли жив Леонардо, на території Італії безперервно відбувались війни і повстання. В галузі військових винаходів він пропонує удосконалені види зброї багаторазової дії. Він розробив конструкції перевізних розбірних мостів, а також винайшов прототип сучасної бронемашини. Ці ідеї і проекти були надзвичайно сміливі для свого часу.

***Ведучий.*** Повідомлення про художнє лиття і кування зроблять...

***Сьомий учень.*** З давніх-давен людство користується виробами з найрізноманітніших металів: міді, заліза, олова, срібла, золота, усіляких сплавів. Протягом століть ці вироби були не тільки необхідними предметами вжитку, але й справжніми творами мистецтва. Та в давнину люди навіть не здогадувались, що виготовлення таких звичних речей, як посуд, прикраси, зброя, годинники, найрізноманітніші інструменти тісно пов'язане з науковими знаннями. Адже дотримання технології виготовлення художніх виробів із металу неможливе без знання багатьох явищ і закономірностей природи, а значить і без знання законів фізики.

Одним із найпоширеніших способів обробки металу є лиття і кування — гаряча обробка металів тиском у пресах чи ударом

молота. При цьому інструмент здійснює багаторазову дію на заготовку, в результаті чого вона, деформуючись, набирає відповідної форми. Майстри повинні знати все про процеси нагрівання, плавлення, тверднення різних металів, їхню пластичність і деформацію. Чому кування проводять при нагріванні металу, чому для художнього лиття використовують, головним чином, чавун — можна пояснити на основі фізики. Метал нагрівають, щоб підвищити його пластичність і знизити опір деформації. Чавун під час тверднення збільшується в об'ємі, тому він заповнює маленькі згини форми і дає можливість одержати твори, які добре передають особливості оригіналу. Майстер визначає якість заліза за кольором розігрітого металу. Термічна обробка металу полягає в тому, що залізо нагрівають у попелі деревного вугілля до темно-вишневого, а сталь до світло-коричневого кольору з подальшим повільним охолодженням на повітрі. У результаті такої обробки метал стає м'яким, тягучим і пластичним. Його можна легко рубати, згинати, скручувати, сплітати, витягувати, пробивати в ньому отвори, карбувати. Ці види обробки використовуються при виготовленні творів ужиткового мистецтва: огорож, окутів дверей, віконних ґрат, свічників тощо.

**Восьмий учень.** Археологічні дані свідчать про те, що на території України людина оволоділа металом (*міддю*) близько 5 тис. років тому. Дослідження мідних виробів трипільських майстрів (*сокири з Карбунського скарбу*) свідчить, що вони зроблені руками досвідчених ковалів, які вміли розкувати мідь на тонкі пластини і надавати їм потрібної форми. Вони навчились розрубувати масивні шматки міді та згинати на формах відповідного профілю, досягай досконалості в техніці зварювання, витяжки, пробивання отворів. Із появою лицарства в Трипіллі починає розвиватися гаряче кування, за допомогою якого ковалі покращували механічні властивості міді. Винайдення заліза у 1 тисячолітті до н. є. і способів його обробки відіграло революційну роль у розвитку суспільства. Початок залізного віку в Україні збігається з початком скіфської епохи (VII-VI ст. до н. є.).

Скіфські ковалі свої вироби, особливо зброю (*мечі, кинджали*) і зброю (*вудила*), оздоблювали зображеннями голівок птахів. Комплексний аналіз : різного виробництва скіфського періоду дає можливість стверджувати, місцеві ковалі володіли майже всіма основними способами обробки чорно металу. Гаряче кування,

холодна наковка, витяжка, пробивання отворів, карбування, штампування — становили арсенал професійних навиків тогочасного коваля і залишились у виробництві до нашого часу.

**Дев'ятий учень.** Ковані вироби посідають особливе місце в міській архітектурі. Виготовлення кованих віконних ґрат, балконних решіток, окуття дверей, хрестів, ліхтарів, флюгерів та інших архітектурних елементів входило, номенклатури слюсарського цеху. Решітки кафедрального собору у Львові виконані з прутів квадратного профілю, які, з'єднуючись, створюють :квадратну або ромбовидну сітку (*демонструються ілюстрації з книги В. Овсійчука «Архітектурні пам'ятки Львова»*).

Балкон житлового будинку XV-XVI ст., що на вулиці Вірменській, свідчить про раннє використання ковалями заліза як засобу підсилення художньої виразності простих архітектурних форм. Після пожежі 1527 року будинки на вул. Руській і на площі Ринок будують із каменю. Балконні решітки і віконні ґрати, брами використовуються тут як засоби підсилення ренесансної доби. Довгі, на ширину фасаду, балкони служили оглядовими майданчиками Ринкової площі. Яскравим прикладом ренесансного художнього лиття і кування є вхідні двері порталу каплиці Трьох святих (XVI ст.) у Львові. Півкругла решітка над обкованими залізом дверима виконана із прутів круглого профілю, які плавно викладені в точені вісімки, оздоблена круглими шишками і квітко-подібними розетами. Двері історичного музею у Львові увінчані декоративною решіткою, виготовленою із прутів круглого січення із застосуванням плавно гнутих спіралей, з'єднаних між собою кільця» хомутами і шишками. За старими зразками виготовлені ковані двері й віконні ґрати в музеї-аптеці на площі. В історії декоративного мистецтва зодчества є чимало прикладів практичного використання ковалями художніх задумів архітекторів та художників.

**Ведучий.** Ми намагались довести, що фізика і мистецтво пов'язані між собою. Представники мистецтва, його різних сфер і напрямків повинні знати фізичні закономірності, які успішно служать, як ми щойно переконались, не тільки науково-технічному прогресу, але і світові натхнення, почуттів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексюк А.М. Загальні методи навчання в школі.- К.: Рад. школа, 1983.
2. Билимович Б. Ф. Физические викторины. – М.: Детская л-ра, 1997.
3. Ващенко Григорій. Загальні методи навчання. – К.: 1997.
4. Журнал „Все для вчителя”. – 2000-2002.
5. Журнал „Фізика та астрономія в школі”. – К.: Педагогічна преса, 2002 р.
6. Газета „Фізика”. – К.: Шкільний світ, за 1999-2002 рр.
7. Горбань М.М. На уроці та після нього. – Чернігів: Десна, 1992.
8. Інформаційно-практичний бюлетень „Все для вчителя”. – К.: Освітянські видання, за 2000-2002 рр.
9. Коршак Є.В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика, 7 . Підручник для середньої загальноосвітньої школи. – К.: Перун, 2002.
10. Коршак Є.В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика, 8 . Підручник для середньої загальноосвітньої школи. – К.: Перун, 1999.
11. Коршак Є.В., Ляшенко О. І., Савченко В. Ф. Фізика, 9 . Підручник для середньої загальноосвітньої школи. – К.: Перун, 2001.
12. Красовицький М., Белкіна О. Сучасні уроки //Завуч. – 2002. - №35.
13. Ланіна І. Я. Позакласна робота з фізики. – К.: Рад. школа, 1983.
14. Нетрадиційні уроки. – Козятин, 1996.
15. Нісімчук А.С., Падалка О. С., Шпак О. Т. Сучасні педагогічні технології. – Київ. – 2002.
16. Онищук В. А. Типы, структура и методика урока в школе. – К.: Рад. школа, 1976.
17. Островерхова Н. Нестандартні форми навчання // Директор школи. - №40. – 2001.
18. Протасова О. І. Роль дидактичних ігор у процесі вивчення фізики //Фізика та астрономія в школі. – 1999. - №4. – С. 10-11.
19. Сивашенко С. М. Нетрадиційні уроки з фізики //Фізика та астрономія в школі. – 1997. - №4. – С. 30-33.  
Сивашенко С. М. Дидактичні функції нетрадиційних уроків //Фізика та астрономія в школі. – 1998. - №2. – С. 8.

## ЗМІСТ

1.	Вступ.	3
2.	«Будьмо знайомі: я – Фізика!» Урок-вистава.	7
3.	Початкові відомості про будову речовини. Урок-змагання.	13
4.	«Суд над Інерцією». Урок-рольова гра.	17
5.	Явище тертя, сила тертя. Види тертя. Підшипники. Урок із груповою формою роботи.	22
6.	Тиск твердих тіл, рідин, газів. Урок КВН.	26
7.	Тиск твердих тіл, рідин, газів. Урок-естафета.	30
8.	Урок подорож у країну «Тиск».	35
9.	Атмосферний тиск. Урок «наукове дослідження».	39
10.	«Легенда про Архімеда. Архімедова сила». Театралізований урок.	44
11.	Умови плавання тіл. Урок експериментальне дослідження.	48
12.	Прості механізми. Важіль. Урок з елементами гри.	55
13.	Теплові явища. Урок-змагання.	60
14.	«По країні Калорія». Урок-подорож.	65
15.	Двигун внутрішнього згоряння. Урок-діалог.	73
16.	Теплові двигуни й охорона природи. Урок творчості.	79
17.	«У гостях у панни Електризації». Урок-діалог.	89
18.	«Пригоди у країні Електронія». Урок-казка.	94
19.	«Суд над Опором». Урок-рольова гра.	100
20.	«По країні Електрика». Урок-подорож .	106
21.	Світлові явища. Урок змагання.	110
22.	Основи кінематики. Урок-змагання.	113
23.	Основи кінематики. Закон руху. Урок «гонка-марафон».	117
24.	Механіка – важлива частина фізики. Урок-гра «футбол».	121
25.	Динаміка руху по колу. Урок із груповою формою роботи.	125
26.	Реактивний рух. Розвиток космонавтики. Внесок українських вчених у розвиток космонавтики. Урок занурення».	130
27.	Внесок українських вчених у розвиток космонавтики. Урок-конференція.	137
28.	Феномен Юрія Кондратюка. Урок-конференція.	151

29.	Механіка і механізація виробництва. Механіка у живій природі. <i>Урок-ода.</i>	157
30.	Основи термодинаміки. <i>Урок-гра «Що? Де? Коли?».</i>	164
31.	Принцип дії теплових двигунів. Екологічні проблеми, пов'язані з використанням теплових двигунів. <i>Урок інтерв'ю.</i>	175
32.	Електростатика. <i>Урок-гра.</i>	184
33.	Суд над Електростатикою. <i>Урок-рольова гра.</i>	188
34.	Закони постійного струму. <i>Урок-змагання.</i>	197
35.	Електричний струм в електролітах. Застосування електролізу. <i>Інтегрований урок з фізики й хімії.</i>	204
36.	Магнітні властивості речовини. <i>Урок роботи в базово-перехресних групах.</i>	209
37.	Електромагнітна індукція. Електромагнітні коливання. <i>Урок-гра «Рейн ринг».</i>	218
38.	Механічні коливання і хвилі. <i>Заліковий урок-гра «Краф»</i>	222
39.	Енергетика й екологія. <i>Урок роботи в базово-перехресних групах.</i>	235
40.	Шкала електромагнітних випромінювань. Властивості та застосування різних видів випромінювання. <i>Урок-конференція.</i>	248
41.	Рентген чи Пулюй? <i>Урок-диспут.</i>	263
42.	Подорож у теорію відносності. <i>Урок-подорож.</i>	272
43.	Атом і атомне ядро. <i>Урок-гра «Фізичний футбол».</i>	280
44.	Урок присвячений Чорнобиллю. <i>Урок-ділова гра.</i>	284
45.	Комплексне повторення курсу фізики. <i>Урок-творча лабораторія.</i>	291
46.	Суд над Фізикою. <i>Урок-рольова гра.</i>	300
47.	Фізика і мистецтво. <i>Інтегрований урок.</i>	308
48.	Список використаних джерел.	316