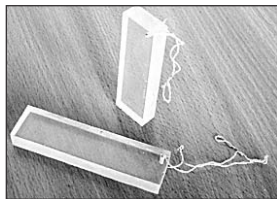


# КАБІНЕТ ФІЗИКИ — ТВОРЧА ЛАБОРАТОРІЯ ВЧИТЕЛЯ

Для того, щоб зробити урок фізики цікавим і корисним для дітей, щоб пояснити суть багатьох фізичних процесів, що вивчаються в шкільному курсі фізики, щоб навчити школярів застосовувати на практиці отримані на уроках знання, потрібні різноманітні прилади й устаткування, роздатковий матеріал і довідкові таблиці. Адже стіни й столи, дошка й крейда — це ще не кабінет фізики. На жаль, нині придбання устаткування для фізикабінету є великою проблемою для переважної більшості шкіл України. Проте багато що можна виготовити зі старих несправних приладів, які вже відслужили своє, відходів виробництва, дитячих іграшок, причому нерідко це можуть зробити самі учні під керівництвом учителя. У нашій роботі пропонуються варіанти таких приладів і саморобного устаткування, а також наводиться низка порад для вчителів-початківців із поліпшення роботи з устаткуванням фізикабінету.

## ►► Плексиглас

Якщо в кабінеті фізики немає скляних призм, необхідних для проведення лабораторних робіт з оптики у 8 й 11 класах, можна скористатися плексигласом, нарізавши його смужками по 1,5–2,5 см. Чим товстішим буде плексиглас, тим помітнішим буде зміщення світлових променів, які падають похило на його поверхню. Якщо товщина плексигласу недостатня, можна скласти разом кілька таких пластинок. До того ж, ці смужки плексигласу можна використовувати в лабораторних роботах у 7 класі з визначення густини речовини й об'єму тіл за допомогою мензурки. Для того, щоб було зручніше виймати смужки плексигласу з води, у них слід просвердлити отвори діаметром 2–4 мм, в які можна задалегідь протягнути нитку або шматочок волосіні.



## ►► Електрофорна машина

Це один із найцікавіших приладів, який завжди привертає увагу дітей. Найостанніший двійкар, який не засвоїв майже нічого зі шкільного курсу фізики, навіть за багато років по закінченні школи згадає два диски зі смужками металу й кульки, між якими проскакують чудові іскри. Але ж як прикро буває, коли ця диво-машина відмовляється працювати! Часто достатньо просто протерти мокрою

ганчіркою всі поверхні цього нескладного приладу, щоб змусити його працювати. Адже маленькі гострі порошинки, що прилипають до поверхні приладу, відіграють роль «гromовідводів», які розряджають провідники машини. Крім того, машина набагато краще працює, якщо вставити між дисками складену вчетверо газету, від тертя об яку диски добре електризуються навіть у вологому повітрі. Цими нехитрими прийомами легко можна довести напругу на виході до 50–70 кВ і більше.

## ►► Електрофор

Якщо в школі немає електрофорної машини, заряди будь-якого знаку й досить велику, але водночас безпечну напругу можна отримувати за допомогою електрофора. Він являє собою рівний плоский шматок металу або фольгованого гетинаксу (текстоліту), до якого необхідно приробити ручку з пластмаси. Якщо покласти такий диск на натертий шерстю шматок плексигласу, притримуючи металеву поверхню пальцем, а потім підняти його вже за пластмасову ручку, можна почути характерне потріскування: на металі індукується заряд протилежного знаку. (Оскільки плексиглас, натертий шерстю, заряджається негативно, електрофор за індукцією отримує від пальця позитивний заряд.)

## ►► Кульки на нитках

Чудову ілюстрацію до теми «Електризація тертям» можна виготовити на перерві перед уроком або навіть під час уроку. З надувної кульки, що лопнула, слід видути дві маленькі, діаметром 1–2 см, зав'язати їх ниткою, залишивши вільним кінець завдовжки 25–35 см. При цьому краще взяти білу нитку, оскільки вона гірше проводить заряди. Якщо потерти цими кульками лист плексигласу, кульки й плексиглас наелектризуються протилежними зарядами й почнуть притягуватися. Кульки «падатимуть» на плексиглас, розташований згори над ними. Якщо прибрати плексиглас, кульки відштовхуватимуться, оскільки вони заряджені одноіменно. Нитки при цьому розходяться на значний кут, оскільки кульки легкі й сила їхнього електричного відштовхування за величиною близька до їхньої сили тяжіння.

## ►► Папірці

На самому початку розгляду теми «Електростатика» можна дозволити дітям трохи «посмітити»,

вивчаючи притягання дрібних клаптиків паперу до гребінця або кулькової ручки, потертої об вовняний одяг або просто об волосся. Демонстрація не вимагає від учителя практично нічого, зате гарантує зацікавлення учнів темою.

#### ► Цукровий сироп

У лабораторній роботі з визначення виштовхувальної сили зазвичай використовують як рідину воду або розчин солі. Проте щільність соляного розчину мало відрізняється від густини чистої води. Помітно більша густина розчину цукру, причому чим більш концентрований сироп, тим більша його густина. У цьому випадку різниця архімедових сил значніша.

#### ► Дисперсійний спектр

Для отримання такого спектру використовують зазвичай апарат ФОС і призму прямого зору. Але нитка напруження приладу ФОС нагрівається не досить сильно для отримання гарного спектру, у цьому спектрі мало фіолетового й синього світла. Як джерело світла можна використовувати будь-який діапроектор («Протон», «Альфа», «Світязь») або апарат ЛЭТИ. У цих проекторах застосовуються галогенні лампи з високою температурою нитки напруження, які дають «біліше» світло достатньої яскравості, тому в спектрі такої лампи краще представлена фіолетова частина спектру.

#### ► Лінійчатий спектр

Для вивчення таких спектрів як джерела світла можна використовувати будь-які газосвітні лампи. Наприклад, натрієві лампи вуличного освітлення, неонові декоративні лампи типу «свічка», використовувані в нічниках. Якщо направити спектроскоп на лампу денного світла, на тлі суцільного спектру від люмінофора можна побачити добре помітні лінії випромінювання випарів ртуті. Якщо помістити перед спектроскопом свічку, у полум'я якої підсипано куховарську сіль дрібного помелу, у спектрі полум'я з'являтимуться лінії жовтого світла, характерні для випромінювання натрію.

#### ► Компакт-диск

Якщо в школі немає дифракційних ґраток, заміну їм можна виготовити з нарізаного шматочками лазерного диска. У цьому випадку можна отримати відбивні дифракційні ґратки з частотою нанесення близько 600 штрихів на міліметр.

#### ► Лазерний ліхтарик

Його можна використовувати не лише як світлову указку, а й як джерело світла в дослідах із дифракції. Якщо направити промінь ліхтарика на шовк, нейлон або іншу тонку тканину, на екрані за тканиною можна спостерігати двовимірну дифракційну картину. Затиснувши кнопку ліхтарика

лапкою штатива, можна демонструвати дифракцію на тонкому дроті, при чому в центрі тіні дроту утворюється світла смужка. Картинку буде видно краще, якщо на шляху світла поставити сильну розсіювальну лінзу, щоб розширити світловий пучок, який подається лазером.

#### ► Молоко

Для демонстрації заломлення світла, що переходить із повітря у воду, слід злегка скаламутити воду, щоб у ній було краще видно світловий промінь. Це можна зробити, зануривши в акваріум ганчірку, якою перед цим витирали дошку. Але частинки крейди за кілька хвилин осядуть на дно. Набагато кращий результат виходить, якщо у воді розчинити кілька крапель молока. Годиться для цього й сухе або концентроване молоко.

#### ► Скляний світлопровід

Немає потреби детально пояснювати значення волоконно-оптичних пристроїв у сучасній техніці зв'язку. Неважко придбати для фізкабінету певну кількість провідника світлопровода. Але з його допомогою незручно пояснювати принцип дії пристрою, оскільки промислові світлопроводи тонкі і їх погано видно з відстані 2–5 м. Наочний прилад для демонстрації роботи світлопровода можна виготовити зі скляної палички для розмішування хімікатів, зігнувши її 2–3 рази в різних місцях у полум'я газового пальника. Як джерело світла, зрозуміло, найкраще використовувати лазерний ліхтарик. Гарною ілюстрацією з цієї теми є нічник, виготовлений з обрізків кабелю світлопровода. У нижній його частині у світлонепроникній коробочці знаходиться лампочка, над якою розташовані зв'язані джгутами «початки» волокон світлопроводів. Верхні ж кінці ефектно світяться в темряві.

#### ► Коробочки від фотоплівки

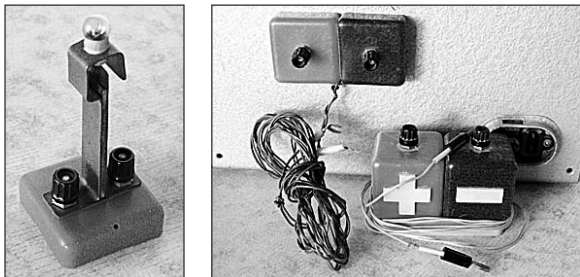
Для визначення виштовхувальної сили в рідині зазвичай використовують калориметричні тіла. Але їхній об'єм невеликий, і це призводить до великих похибок у вимірюваннях. Водночас зручні для цієї роботи об'єкти можна виготовити з коробочок від фотоплівки. Їх лише потрібно заповнити піском і приробити до кришки петельку із синтетичної нитки для витягання з води. Такі коробочки можна використовувати й для лабораторної роботи зі з'ясування умов плавання тіл.



#### ► Кубики

Дитячі пластмасові кубики — ідеальний матеріал для створення саморобних приладів. З них

(наприклад, із червоного й синього) нескладно виготовити колодку з клемми для подачі на демонстраційний стіл напруги живлення. До колодки підводиться гнучкий дрiт, що йде від випрямляча, який зовсім не обов'язково виставляти напоказ, щоб не відволікати учнів від «головних» демонстраційних приладів. Якщо кубик розрізати навпіл за допомогою ножівки, вийде дві основи для яких-небудь лабораторних приладів, наприклад, підставки для електролампочок, колодки для кріплення резисторів, конденсаторів тощо. Самі кубики можна використовувати як підставки під прилади, які потрібно трохи підняти над демонстраційним столом для чіткішої видимості.

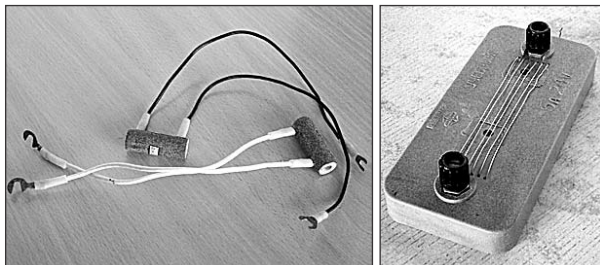


#### ►► Резистори

У лабораторній роботі «Визначення питомого опору провідника» зовсім не обов'язково використовувати реостати. Тим паче, зважаючи на те, що лабораторні реостати зараз стали рідкісними у школах. Можна виготовити саморобні резистори на 3–10 Ом, розташувавши на пластмасовій колодці 0,5–1,0 м ніхромового дроту й забезпечивши його клемми від старих приладів, що вийшли з ладу. Можна використовувати, наприклад, дрiт від нагрівального елемента праски або паяльника.

#### ►► Ще раз про резистори

Дротяні опори для лабораторних робіт номіналом 2 і 4 Ом мають істотний недолік: їх можна вийняти з колодки й розтягнути, що й роблять іноді несумлінні учні. Замість цих опорів можна використовувати готові резистори номіналом від



2 до 10 Ом, потужністю 5–10 Вт, які можна закріпити на тій самій колодці або взагалі використовувати без колодки, припаявши на кінцях резисторів сполучні дроти з наконечниками. Купити такі резистори можна на будь-якому радіоринку. Можна їх використовувати також замість дротяних електронагрівачів у лабораторній роботі «Визначення ККД установки з електронагрівачем». Такий резистор, на відміну від нагрівальної спіралі, не іржавіє після занурення у воду, оскільки захищений лаком.

►► **Точка Кюрі**

Явище перетворення заліза на парамагнетик краще за все показувати за допомогою звичайного сталевого леза для бритви, нагріваючи його за допомогою сухого пального. Підвішувати лезо біля сильного магніту слід на тонкому мідному дроті діаметром приблизно 0,1 мм так, щоб дрiт розташовувався похило, а лезо трохи не діставало до магніту. При нагріванні до температури Кюрі лезо просто відпадає від магніту. Але, оскільки воно швидко остигає через велику площу поверхні, то вже за 1–2 с його знову можна піднести до магніту, потім ще раз нагріти тощо.

#### ►► Феромагнетика

Властивості м'яких і жорстких феромагнетиків можна показувати за допомогою дуже простих дослідів. Якщо ярмо сердечника шкільного розбірного трансформатора намагнітити за допомогою сильного постійного магніту, приставленого до одного кінця ярма, а інший край опустити в коробочку з цвяхами, то цвяхи притягнуться до ярма. Якщо ж постійний магніт відділяють від ярма, цвяхи відпадають, оскільки ярмо виготовлене з м'якого феромагнетика.

Якщо ж таку процедуру проробити з ножицями або ножем, виготовленими з жорсткого феромагнетика, частина цвяхів залишиться висіти на кінці леза, оскільки в жорстких феромагнетиках є залишкове намагнічування. Їх можна розмагнітити, піднісши магніт зворотною стороною до феромагнітного предмета, при цьому цвяхи відпадуть.

#### ►► Іграшки

Їх поява на уроці незмінно викликає поживлену цікавість в учнів. Водночас багато іграшок можуть служити прекрасною ілюстрацією різних фізичних явищ. Так, за допомогою «стрибунця» зручно показувати явище пружного удару, за допомогою пластилінової кульки, нагрітої в руці, — непружний удар. «Стрибунець» може послужити вчителю ще раз, при вивченні теми «Ідеальний газ» для пояснення механізму тиску газу на стінки посудини. Кольорова спіраль із пластмаси незамінна для вивчення виникнення подовжніх і поперечних хвиль, іван-покиван — при вивченні теми «Стійкість рівноваги й положення центру тяжіння тіла». Рогатка, забрана у ворога пернатих, може



послужити для пояснення поняття потенціальної енергії пружно деформованого тіла. Літачок, виготовлений з аркуша із зошита, змусить учнів замислитися над проблемами аеродинаміки, якщо такий самий аркуш паперу просто зім'яти й кинути услід за літачком. За допомогою дзиги можна пояснювати явище прецесії гіроскопа в спеціалізованих класах, іграшка «йо-йо» замінить маятник Максвелла при вивченні теми «Кінетична енергія твердого тіла, що обертається».

#### ► Музичні інструменти

Акустиці в курсі середньої школи приділяється мало уваги. Адже в житті людини вона відіграє помітну роль. До того ж, багато дітей займаються в музичних школах, де вивчають теорію музики, не вдаючись до фізичних подробиць властивостей звуку. Надзвичайно зручним засобом для «перекидання містка» від музичного мистецтва до науки фізики є гітара. З її допомогою зручно демонструвати залежність гучності від амплітуди коливань (особливо помітна зміна амплітуди й загасання звуку при коливаннях найважчої струни), від частоти коливань. Звучна струна є прикладом стоячої хвилі з однією пучністю й двома вузлами по краях. Якщо ж струну злегка притримати пальцем посередині, виникає флажолет, у стоячої хвилі з'являються дві пучності і змінюється тембр звучання.

Прикладами виникнення стоячих звукових хвиль та автоколивальних процесів є звуки, створені духовими інструментами. І нічого страшного, якщо у фізкабінеті не знайшлося бас-гелікона. Роль труби може виконати будь-яка пробірка, а ще краще — кілька пробірок різної довжини. Вимірявши її довжину й визначивши частоту звучання за допомогою звукового генератора або частотоміра, можна розв'язати розрахункову задачу з визначення швидкості звуку в повітрі.

#### ► Ще раз про повітряні кульки

Багато хто використовує повітряні кульки для пояснення реактивного руху. Дійсно, якщо надути й відпустити кульку, струмінь повітря, що вилітає під тиском, викликає зворотний рух гумової оболонки. Але кульки мають застосування й у термодинаміці. Дійсно, якщо різко розтягнути гуму, не надуваючи кульку, і швидко прикласти її до лоба, ми відчуємо її нагрівання, оскільки наші руки (зовнішня сила) виконали над гумою механічну роботу. Якщо ж, розтягнувши кульку, дати їй остигнути, а потім швидко наблизити руки й прикласти гумку до лоба, ми явно відчуємо, що вона остигнула, оскільки сама виконала роботу. Ці явища служать яскравими прикладами адіабатних процесів.

#### ► Механічний осцилограф

Прилад для запису механічних коливань давно відомий. Він складається з воронки з дрібним просіяним піском, підвішеної на двох нитках, під якою повільно просувають аркуш ворсяного або наждачного паперу або тканину, наклеєну на картон. Пісок, висипаючись на папір, залишає на ній чудову синусоїду. Якщо папір просувати дуже повільно, вийде осцилограма затухаючих коливань. Досвід показує, що отриману таким чином картину діти добре запам'ятовують, причому запам'ятовують осмислено. Якщо ж зв'язати нитки, на яких підвішена воронка, тонким дротом трохи вище за середину й відвести пісочний маятник від точки рівноваги під кутом  $45^\circ$  до звичайного напрямку коливань, він почне здійснювати коливання у двох взаємно перпендикулярних напрямках, описуючи одну з фігур Ліссажу. Ця петля відповідає відношенню частот  $3:2$ .

#### ► Катафот

З трьох маленьких дзеркал (чи з трьох шматочків розбитого дзеркала) можна виготовити кутовий відбивач. Для цього їх потрібно склеїти під прямими кутами за допомогою будь-якого придатного для цього клею, наприклад епоксидної смоли. Важливо, щоб кути між дзеркалами строго дорівнювали  $90^\circ$ . Якщо приклеїти ззаду гвинт діаметром 4–5 мм, такий відбивач можна буде вставляти в муфту штатива. Поставити його можна на полку в задній стінці кабінету, а освітлювати, зрозуміло, за допомогою лазерного ліхтарика. Непогано б мати під рукою і справжній велосипедний або автомобільний катафот і шматочок світловідбивальної тканини від спортивного одягу або кросівок.

#### ► Освітлення

Класна дошка — один із найважливіших «інструментів» учителя. Але іноді вона буває недостатньо освітлена. Закріплюючи над дошкою додатковий світильник, слід обов'язково закрити його від учнів дашком із пластика або деревно-волокнистої плити, щоб світло потрапляло тільки на дошку, а не в очі учнів. До того ж, цей дашок, пофарбований білою фарбою, стане додатковим світловідбивальним екраном для підвищення освітленості дошки.

Демонстраційний і фронтальний експерименти завжди були важливою складовою частиною уроків фізики. Він істотно полегшує завдання учителя, а іноді взагалі незамінний у процесі пояснення матеріалу й для навчання дітей практичних навичок і вмінь. Описані в цій роботі прилади й пристрої поживляють урок, роблячи доступнішими для сприйняття деякі розділи фізики, створюють комфортніші умови для учнів.