

С. А. Полетило,

кандидат педагогічних наук, доцент

(Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки)

spolet@bigmir.net

ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ФАКТІВ В УМОВАХ УРОКУ

Анотація

Характеризуються експерименти, які дають змогу проникнути в сутність фізичних фактів з допомогою дослідницької діяльності вчителя та учнів на уроці. Наведені експерименти дозволяють організувати на уроці фізики таку діяльність, при якій учні стають дослідниками.

Ключові слова: фізичний експеримент, дослідження фізичних фактів, урок фізики.

Summary

The series of experiments which allows deeply penetrating you into the nature of any physical phenomena through both the teachers 'and students' research activities are characterized.

Key words: physics experiment, investigation of physical evidence, physics lesson.

Постановка проблеми. Формування міцних знань з фізики потребує не тільки експериментів, які підтверджують певні фізичні факти, а й забезпечують основи організаційної діяльності майбутнього вченого-експериментатора. У чинних підручниках відповідних завдань, недостатньо для становлення майбутнього дослідника. Нами пропонуються окремі експерименти, які дають змогу глибоко дослідити певні фізичні явища за рахунок проведення досліджень в умовах уроку.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблема використання експериментів для дослідження певних фізичних фактів в умовах уроку не є новою. Її піднімали такі науковці як С. Величко, Є. Коршак, О. Мартинюк, П. Михайлик, В. Муляр, В. Нижник, Є. Перепелиця, В. Савченко, А. Роголя, В. Тищук та інші. Разом з тим, проблема досліджень фізичних явищ здійснювалась згаданими науковцями по-різному, з найрізноманітнішим обладнанням і торкалась окремих явищ.

Мета статті. Автором поставлено за мету запропонувати низку нових фізичних експериментів (не описаних у методичній літературі), які дають змогу глибоко проникнути в сутність фізичних явищ з допомогою дослідницької діяльності вчителя та учнів.

Текст. Серед пропонованих нами експериментів для дослідження суті фізичних явищ виділяємо такі.

1. Дослідження електростатичного поля.

Для проведення демонстраційного експерименту використовуємо електрофорну машину (або перетворювач високовольтний "Розряд – 1"), два електрометри, на верхніх кінцях яких закріплено пустотілі кулі

однакового розміру. Крім цього, на ізолюючому штативі кріпимо металевий стержень із вістрям (із комплекту електрометрів). На металевий стержень зверху насаджуюмо колесо Франкліна (експеримент класичний, описаний у багатьох джерелах [1, с.33; 2, с.167; 3, с.193; 4, с.167]).

Загострене вістря з'єднуємо ізольованим провідником (доцільно, коли на його кінцях є затискачі типу "крокодил") із кондуктором електрофорної машини (або одним із борнів прискорювача високовольтного "Розряд – 1"). Колесо Франкліна починає обертатися: найбільша густина зарядів створюється на його вістрях; реакція "вітру", який створюється поблизу вістрів, примушує колесо обертатись у бік, протилежний до напрямку вістрів.

На відстані 60 та 90 сантиметрів від колеса Франкліна розміщуємо два електрометри (вони ні з чим не з'єднані). Їх стрілки відхиляються на різні кути. Більший кут відхилення в того електрометра, який ближче до колеса Франкліна. Експеримент дає підстави стверджувати, що із віддаленням від заряду електричний потенціал зменшується (аналогічно напруженість електростатичного поля).

Подібний висновок можна отримати і тоді, коли обидва електрометри знаходяться не на одній прямій з колесом Франкліна. Крім того, якщо один з електрометрів рухати по колу, в центрі якого є колесо Франкліна, то покази електрометра не змінюються: коло переміщення належить деякій лінії, яка належить еквіпотенціальній поверхні.

Отже, запропонований експеримент дає змогу учням зрозуміти, що із віддаленням від заряду напруженість електричного поля і потенціал зменшуються; на однаковій відстані від заряду згадані величини є однакові.

Ідея, закладена в основі пропонованого експерименту, дає змогу організувати на уроці фізики розв'язування експериментальних задач типу:

1. Порівняйте потенціали точок А і В з допомогою пропонованої вище установки (на шкалу кожного з електрометрів можна наклеїти більш деталізовану шкалу). Перевірте теоретично правильність зробленого висновку.

2. Точка А знаходиться на відстані 70 см від центру колеса Франкліна. Знайдіть експериментально інші точки, які мають такий самий потенціал.

2. Простий спосіб визначення універсальної газової сталої

Вивчення думок учителів-практиків до поняття "універсальна газова стала" дало змогу стверджувати, що їх підходи до введення суттєво відрізняються. Більшість опитаних обмежується тим, що універсальна газова стала є добуток числа Авогадро $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ і сталої Больцмана $k = 10^{-23}$ Дж/кг, тому $R = 8,31$ Дж/моль · К.

Частина опитаних все ж пропонує учням фізичний зміст цієї константи, виходячи з того, що універсальна газова стала R чисельно рівна роботі, яку виконує 1 моль будь-якого ідеального газу, розширюючись при підвищенні його температури на 1 К в ізобарному процесі. При цьому вони посилаються на відповідний вираз роботи ідеального газу при ізобарному процесі:

$$A = \frac{m}{M} R (T_2 - T_1).$$

Практично всі опитані не виконують жодних експериментів, які б дали змогу "проникнути" у фізичну суть універсальної газової сталої. Лише окремі

вбачають можливість експериментального підходу на заняттях фізичного практикуму, спираючись на класичний метод вимірювання універсальної газової сталої методом відкачування, описаному в літературі [5].

Нагадаємо, що традиційно для визначення R використовується насос Косовського, манометр рідинний, колба (з якої відкачують повітря), гумові трубки, терези (як правило, аналітичні). Відкачавши повітря з колби за кілька обертів насоса, закривають кран, зважують колбу. Для цього стану записують рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$P_1 \cdot V = \frac{m_1}{M} RT.$$

Після зважування відкривають кран для повільного входу повітря і ще раз зважують. Знову записують рівняння Менделєєва-Клапейрона:

$$P_2 \cdot V = \frac{m_2}{M} RT.$$

Знаходять різницю мас:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{MV(P_1 - P_2)}{RT},$$

звідки шукають універсальну газову сталу:

$$R = \frac{MV(P_1 - P_2)}{\Delta m T}.$$

Цей підхід був покладений нами в основу експериментального визначення універсальної газової сталої. Для вирішення поставленого завдання використовували побутовий пристрій для вимірювання артеріального тиску (механічний тонометр aneroidного типу). Механічний тонометр, який є практично в кожній сім'ї, складається з манометра, з'єднаного з манжетою та гумовою грушею (на якій закріплено клапан), або її називають гумовим нагнітачем. Резервуар манжети однією трубкою з'єднаний з грушею, а другою трубкою – з манометром. Крім механічного тонометра, використовується масивна відливна посудина (місткістю 3 літри).

Виконання експерименту здійснюється в такій послідовності:

1) гиря масою 150-200 г приєднується дротиною до надувної манжети і поміщається у відливну посудину (гиря в подальшому не дає змоги манжеті спливати);

2) манжета з прикріпленою гирею заливається водою, доки вода не виливається з посудини. Здійснюється 4 – 6 натискань на грушу, а витіснена розширенням манжети вода збирається в мензурку. Манометром фіксується тиск повітря в манжеті P_1 , а за зібраною водою – об'єм цього повітря V_1 ;

3) знову здійснюється 5 – 6 натискань на грушу, вимірюється тиск P_2 , а за додатково витісненою у мензурку водою – об'єм V_2 ;

4) для кожного з двох станів записується рівняння Менделєєва-Клапейрона: $P_1 \cdot V_1 = \frac{m_1}{M} RT$ та $P_2 \cdot V_2 = \frac{m_2}{M} RT$. Із наведених рівнянь,

відповідно:

$$m_1 = \frac{MP_1V_1}{RT} \text{ та } m_2 = \frac{MP_2V_2}{RT}.$$

$$\text{Аналогічно: } \Delta m = m_2 - m_1 = \frac{MP_1V_1 - MP_2V_2}{RT} .$$

$$\text{Далі: } R = \frac{M(P_1V_1 - P_2V_2)}{\rho(V_2 - V_1)T} .$$

У виразі ρ – густина повітря; M – молярна маса повітря.

Зауважимо, що масу закачаного повітря можна було б знаходити методом зважування. Для цього потрібно було б зважити весь тонометр (манометр, манжет, грушу та з'єднувальні трубки) до "занурення", якщо змінювати тиск від $P_1 = 100$ мм.рт.ст. до $P_2 = 200$ мм.рт.ст. (як приклад). Зважування манжети після її виймання з води привело б до великої похибки, адже манжета набирає на себе значний об'єм води, трубки були занурені частково.

3. Перевірка закону Бойля–Маріотта.

Манжета з прикріпленою гирею поміщається у відливну посудину (як у попередньому експерименті). Гумовою грушею нагнітається повітря до деякого тиску P_1 , об'єм витісненої води вимірюється з допомогою мензурки – V_1 . Продовжується нагнітання повітря до тиску P_2 , об'єм витісненої води V_2 знаходиться як сума об'єму V_1 та об'єму води, витісненої після другого закачування повітря. Перевіряється рівність добутків:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 .$$

Аналогічний експеримент можна проводити, заливаючи манжету водою іншої температури. У кожному випадку вдається переконатись у справедливості ізотермічного закону.

Висновки і перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Запропоновано ряд експериментів, які дають змогу глибоко проникнути в сутність фізичних явищ з допомогою дослідницької діяльності вчителя та учнів. У подальшому вбачаємо широкі можливості використання на уроках фізики таких експериментів, які ставлять учня на місце дослідника-експериментатора. Для цієї мети вбачаємо використання простого, доступного і звичного (у побуті) устаткування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фізичний експеримент у середній школі. Т.3. Електрика і магнетизм / [Бондаровський М.М., Масловський В.І., Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К.]. – К. : Рад.школа, 1966. – 476 с.
2. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту : учеб.пособ. для студентов физ.-мат.фак.лед.ин-тов / А. А. Марголис, Н. Е. Парфентьева, Л. А. Иванова.– 3-е изд., перераб. и допол. – М. : Просвещение, 1977. – 304 с.
3. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч.1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / [Буров В. А., Зворыкин В.С., Кузьмин А. П. и др.]; под ред. А. А. Покровского. – [3-е изд.]. – М. : Просвещение, 1978. – 351 с.
4. Калапуша Л.Р. Основи методики і техніки навчального фізичного експерименту: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / Л.Р. Калапуша, В.П. Муляр. – Луцьк. – РВВ "Вежа". – 2009. – 428 с.
5. Чепуренко В. Г. Лабораторні роботи з фізики у 8 – 10 класах : посібник для вчителів / Чепуренко В. Г., Нижник В. Г., Гайдучок Г. М. – К. : Рад.школа, 1976. – 247 с.

Стаття надійшла до редакції 05.10.2016