

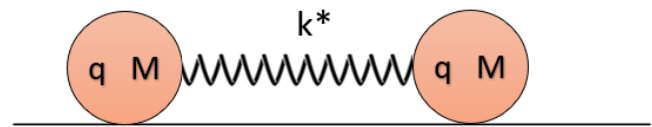
**2й етап всеукраїнської олімпіади з фізики. 2025-2026н.р. 11 клас.**

**Теоретичний тур.**

**1. «Коливальна система» (10 балів).**

На дуже довгій гладенькій горизонтальній поверхні у вакуумі розташована в рівновазі система з двох маленьких заряджених позитивними зарядами

$q = 10$  мкКл кульок масою  $M = 0,25$  кг кожна. Кульки з'єднані непровідною легкою пружиною жорсткості  $k^* = 1000$  Н/м. Довжина пружини в цьому положенні  $L_0 = 10$  см. Розмірами кульок знехтувати.

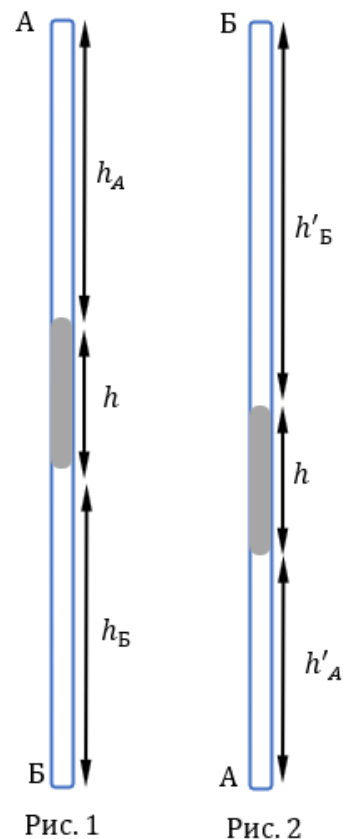


А) (3 бали) Знайти деформацію пружини  $\Delta L_0$  в цьому положенні. Стала з закону Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.

Б) (7 балів) Одному з тіл миттєво надають швидкість у напрямку іншого, після чого вони рухаються вздовж прямої, здійснюючи коливання. Знайти, яку швидкість надали тілу, якщо під час руху системи мінімальна відстань між кульками стає вдвічі меншою, ніж початкова.

**2. «Нестандартний термометр» (10 балів).**

Повітря у герметичній скляній тонкій трубці АБ довжиною  $l = 1$  м перекрито стовпчиком ртуті. Коли трубка розташована кінцем А вгору (Рис.1), стовпчики повітря мають однакову висоту  $h_A = h_B = 40$  см. Густина ртуті  $\rho = 13,5$  г/см<sup>3</sup>, прискорення вільного падіння  $9,8$  м/с<sup>2</sup>.

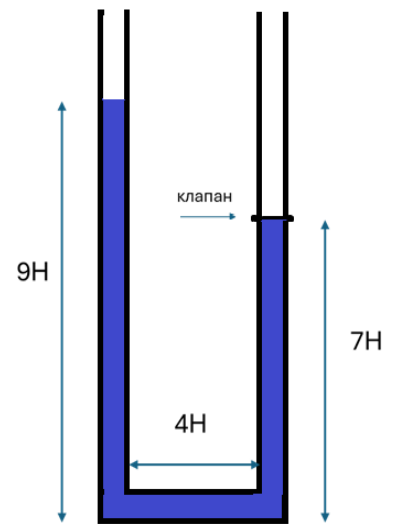


А) (2 бали) Визначте, на скільки тиск у нижньому стовпчику повітря більший, ніж у верхньому.

Б) (4 бали) Відносно горизонтальної осі О, що проходить через центр трубки, ту повільно повертають на  $180^\circ$ , і тепер стовпчик повітря у частині А зменшується до  $h'_A = 30$  см (Рис.2). Знайдіть тиски повітря  $P'_A, P'_B$  в обох частинах трубки.

В) (4 бали) Описані вище вимірювання проводили вдень у побутовому приміщенні з температурою  $27^\circ\text{C}$ . Опалення вимкнули, і наступного дня стовпчик ртуті (Рис.2) опустився на  $0,5$  см. Визначте, якою стала температура у приміщенні.

**3. «Розминка з рідиною» (10 балів).** Сполучені посудини, що складаються з двох **вузьких** трубок, заповнені невіязкою рідиною. В початковий момент за допомогою клапану рідину утримують так як показано на малюнку. Клапан відкривають і система приходить у рух. Нехтуючи капілярними ефектами, силами тертя та опору, і вважаючи рідину такою, що має в будь-якій точці в кожен момент часу однакову швидкість, знайдіть:



А) (2 бали) Якою буде **швидкість рідини** в той момент, коли рівні води в обох трубках будуть співпадати?

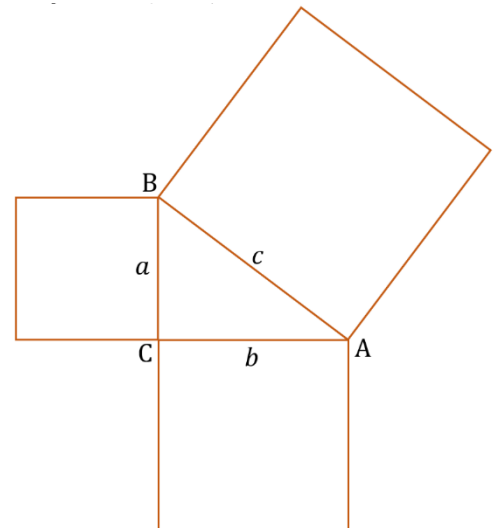
Б) (4 бали) Через **який час** після відкриття клапану такий момент настане вперше?

В) (4 бали) Відомо, що якщо рухати цю систему з відкритим клапаном з деяким горизонтальним прискоренням в площині рисунку, в трубках встановиться така ж сама різниця рівнів рідини, як і на рисунку. Знайдіть це **прискорення**. Уважайте при розрахунках  $H=1\text{ см}$ ,  $g=10\text{ м/с}^2$ .

**4. «Електромагнітний Піфагор» (10 балів).** З мідного дроту довжиною 48 дм і опором 48 мОм зробили дротяну ілюстрацію теореми Піфагора – три квадрати з відношенням сторін 3:4:5 спаяли у вершинах так, що утворився трикутник зі сторонами  $a$ ,  $b$ ,  $c$  (див. Рис.).

А) (3 бали) Між якими двома вершинами трикутника омметр покаже **найменший опір** і чому той дорівнюватиме?

Б) (1 бал) Дротяну конструкцію поклали на стіл, перпендикулярно поверхні якого почали збільшувати магнітне поле. На рисунку зображений вигляд конструкції згори, поле спрямоване вниз. **Куди і чому** буде спрямований індукційний струм по зовнішнім сторонам квадратів?



В) (1 бал) Уважаючи, що катети  $a$  і  $b$  трикутника перерізані, **зобразіть еквівалентну електричну схему**.

Г) (5 балів) **Вздовж якого дроту**, що з'єднує точки А і В, буде йти у такому контурі (див. п. В) **найбільший індукційний струм**? **Чому він дорівнюватиме**, якщо швидкість збільшення магнітної індукції  $99\text{ мТл/с}$ ?

**II ЕТАП ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ УЧНІВСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ФІЗИКИ У 2025/2026**

**НАВЧАЛЬНОМУ РОЦІ**

**11 клас**

**Експериментальний тур.**

**«Компас та Датчик» (15 балів)**

У дослідницькому центрі є лабораторія для електромагнітних вимірювань, цілком захищена від впливу магнітного поля Землі.

Експериментатор для вимірювання магнітного поля використовує вертикальний дуже довгий тонкий провідний дріт, який пронизує горизонтальний стіл. Стіл та інші предмети майже не взаємодіють з магнітним полем. Для дослідів експериментатор користується невеликим компасом з вбудованою шкалою-транспортиром, постійно тримаючи його в горизонтальній площині, а також маленьким *датчиком*, що вимірює значення горизонтальної складової вектора індукції магнітного поля  $\vec{B}_{\text{гор}}$ .

Експериментатор для зручності намалював на столі осі  $Ox$  та  $Oy$  декартової системи координат таким чином, щоб вони були паралельні краям столу, і розташував початок координат там, де зі столу виходить дріт.

**A) (5 балів) Дослідження магнітного поля дроту зі струмом.**

A1) (1бал) Зробити рисунок, на якому позначити дріт, струм, **лінію магнітного поля** на деякій відстані  $r$  від дроту.

A2) (1бал) **Нарисуйте напрям стрілки** компасу, якщо його покласти на стіл на цій відстані? На рисунку обов'язково підпишіть північний та південний кінці стрілки.

A3) (3бали) Рухаючи *датчик* магнітного поля вздовж осі  $Ox$ , експериментатор записав в таблицю його покази на різних відстанях від дроту  $r$ , коли сила струму в дроті дорівнювала 24 А, а сам струм був напрямлений вгору.

$r$ , см	2,0	4,0	6,0	8,0	10
$I_{\text{дроту}}$ , мкТл	240	120	80,0	60,0	48,0

Відомо, що залежність індукції магнітного поля  $B$  довгого дроту зі струмом від відстані  $r$  до дроту має вигляд:

$$B_{\text{дроту}} = A \cdot I \cdot r^n,$$

де  $I$  – сила струму в дроті,  $A$ ,  $n$  – деякі константи.

Використовуючи дані з таблиці, **визначити коефіцієнти  $A$  та  $n$**  з цієї залежності.

**Б) (7 балів) Дослідження магнітного поля в лабораторії.**

Наступної доби внаслідок ремонтних робіт в лабораторії *захист від магнітного поля Землі був вимкнений*, а джерело струму було замінено на зовсім інше, але з тією ж

полярністю під'єднання. Нове значення сили струму виміряти було також неможливо – хтось з робітників приборав вимірювальні прилади. Експериментатор у розпачі увімкнув струм, випадковим чином поклав на стіл датчик і з подивом побачив, що той показує 0,00 мкТл.

Б1) (2 бали). Поясніть, чому і як саме зорієнтується стрілка компаса, якщо його покласти в те ж місце, де був датчик, а саме в точку з координатами (-3см; 4см).

Б2) (2 бали) Намалюйте на площині XOY напрямок горизонтальної складової магнітного поля Землі  $\vec{B}_{гор}$  в лабораторії та знайдіть кут між цим вектором  $\vec{B}_{гор}$  та віссю OX.

Б3) (3 бали) Розрахуйте, під яким кутом до осі OX розташується стрілка маленького компасу центр якого був у точці з координатами (8см; 15см).

**УВАГА. Для розв'язання частини В не обов'язково розв'язувати частину Б!**

**В) (3 бали) Дослідження магнітного поля Землі.**

Експериментатор для зручності розвернув стіл таким чином, щоб горизонтальна складова магнітного поля Землі була спрямована вздовж осі OY, а початок координат так і залишився там, де проходить дріт. Під час такого пересування змінилися налаштування джерела і сила струму.

Для знаходження горизонтальної компоненти магнітного поля Землі експериментатор почав вимірювати модуль магнітної індукції, рухаючи датчик вздовж осі OX. Результати вимірювань він записав в таблицю:

x, см	-15	-10	-5,0	5,0	10	15
B, мкТл	2,70	16,0	56,0	104	64,0	50,7

За даними з цієї таблиці знайти величину горизонтальної компоненти магнітного поля Землі  $\vec{B}_{гор}$ .