

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Український фізико-математичний ліцей Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
XXIV Всеукраїнська учнівська Інтернет-олімпіада з фізики
2024/2025 навчального року
I (заочний) етап II тур
11 клас

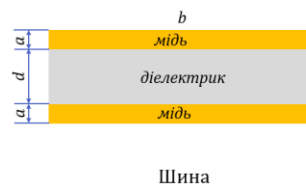
1. «Поневолений заряд»

Усередину тонкої металевої сфери радіуса R , повний заряд якої рівний Q , та яка віддалена від всіх інших об'єктів, поміщено точковий заряд q на відстань r ($0 < r < R$) від центру сфери. Маса заряду m , маса сфери M .

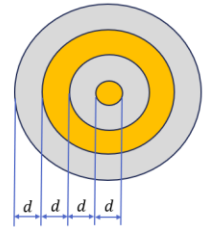
- А) **Опишіть розподіл** електричного поля за межами сфери та знайдіть її потенціал.
 Б) Знайдіть відносне **прискорення**, з яким в даному положенні рухаються заряд та сфера.

2. «Індуктивність»

Визначте індуктивність двох систем завдовжки l , поперечні перерізи яких показані на рисунку: А) двосмугової електричної шини ($a \ll d \ll b$); Б) коаксіального кабелю.



Шина



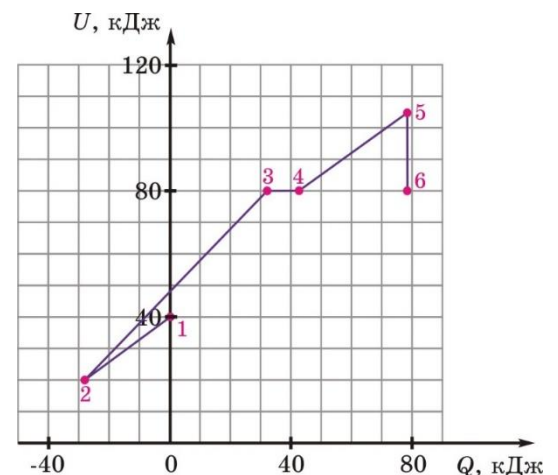
Кабель

Вказівки.

- 1) *Магнітна проникність усіх застосованих матеріалів дорівнює одиниці, а струм розподіляється по перерізу провідників рівномірно.*
- 2) *В обох пунктах можна вважати, що магнітне поле струму зосереджене всередині системи (практично не виходить назовні).*
- 3) *Для визначення магнітного поля радимо скористатися законом повного струму (теоремою про циркуляцію магнітного поля).*

3. «Термодинамічна карта»

На рисунку наведений графік процесу з ідеальним газом (розрідженим вуглекислим газом) у координатах U, Q (тут U — внутрішня енергія газу, Q — отримана газом кількість теплоти). Накресліть графік цього процесу в координатах p, V (p — тиск газу, V — його об'єм). Дотримуйтесь правильного співвідношення між координатами характерних точок. Опишіть характер кожного з етапів процесу.

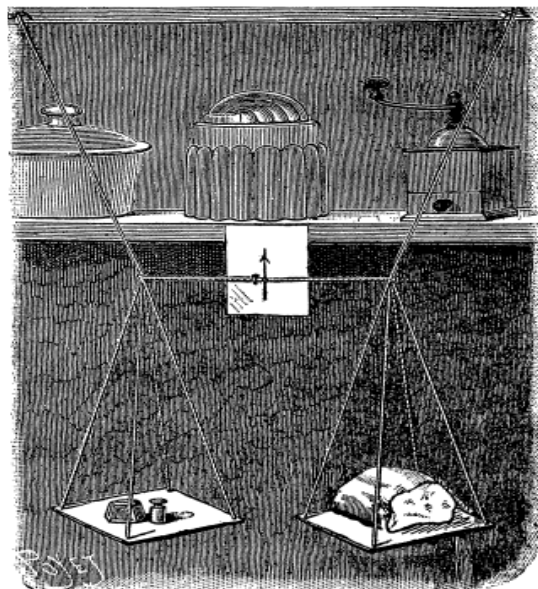


Підказка 1. Існують газові процеси, які називають політропними — це процеси, під час яких теплоємність C газу є сталою. Для таких процесів виконується рівняння $pV^n = \text{const}$, де $n = \frac{C_p - C}{C_V - C}$.

Підказка 2 (в першу чергу для тих, хто працює на маленькому екрані). Координати точок на графіку (надані в кДж): точка 1 (0; 40), точка 2 (-28; 20), точка 3 (32; 80), точка 4 (43; 80), точка 5 (78; 105), точка 6 (78; 80).

4. «Терези Тараса».

У всесвітньо відомій книжці Тім Тома «Наукові забави. Фізика: досліди, фокуси, розваги» пропонується зробити терези з нитки, кінці якої прикріпити на однаковій висоті, а однакові шальки терезів підвісити симетрично (див. Рис.). Пропонується під час зважування врівноважувати тіло тягарцями. Тарас зробив вдома такі терези з міцної нитки і вирішив перевірити масу великого батону хлібу. Всі тягарці, які йому вдалося знайти вдома (загальною масою 183 г), Тарас поклав на ліву шальку терезів, а хліб на праву, але той все одно переважив і нахилив середню «горизонтальну» частину нитки на 30° . При цьому ліва частина нитки нахилилася до горизонту на кут 45° до горизонту, а права на 60° .



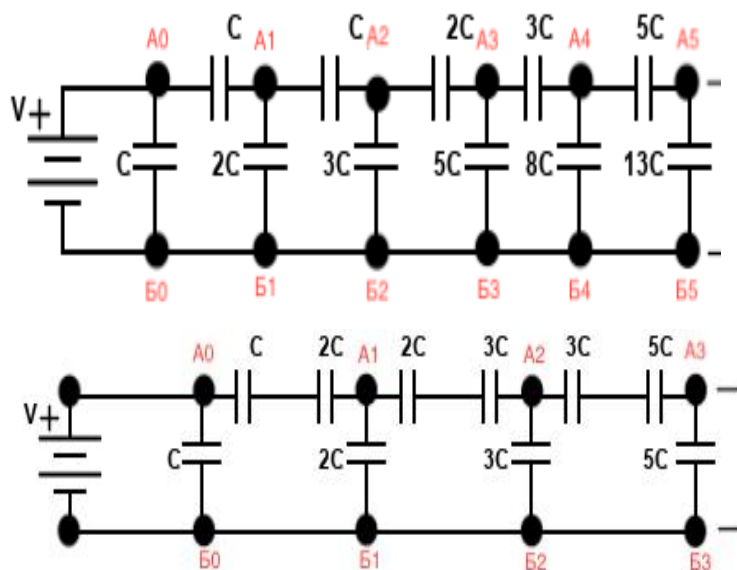
А) Нехтуючи масою шальок, **знайдіть масу батону**.

Б) Тарас обережно змістив групу тягарців на 5 см вздовж діагоналі квадрату який утворюють точки прикріплення ниток до шальки, від чого основа лівої шальки нахилилася на кут 10° . **Знайдіть масу шальки й уточніть масу батону**. Довжина кожної з чотирьох ниток, прикріплених до шальки у кутах квадрату (з діагоналлю 20 см), дорівнює 26 см.

В) Уявіть, що маси шальок з навантаженням зосереджені у місцях їх приєднання до основної нитки у вигляді точкових тіл, і цим тілам надали електричні заряди q_1 і q_2 . **За якого добутку зарядів $q_1 q_2$ період малих коливань у вертикальній площині нитки не залежатиме від зарядів?** Чому цей **період** дорівнюватиме? Довжина середньої частини нитки 50 см. Прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$.

5. «Коло конденсаторів від Фібоначчі»

На рисунку зображене нескінченне коло з конденсаторів. Ємності конденсаторів між точками $A_i A_{i+1}$ та $A_i B_i$ мають вам нагадати числовий ряд Фібоначчі. Відомо, що ємність кола дорівнює $\alpha \cdot C$, де α - відомий коефіцієнт, C - ємність першого конденсатора. Замінімо кожен з конденсаторів між точками $A_i A_{i+1}$ на два з'єднаних послідовно конденсатори, ємності яких дорівнюють наступним двом за значенням числам в ряду Фібоначчі (див. рис.). Спробуйте якомога точніше знайти ємність нової схеми у вигляді $C_\infty = f(\alpha) \cdot C$.



Задачі запропонували: 1. Олійник А.О. 2-3. Гельфгат І.М. 4. Орлянський О.Ю. 5. Абдулханов А.М.