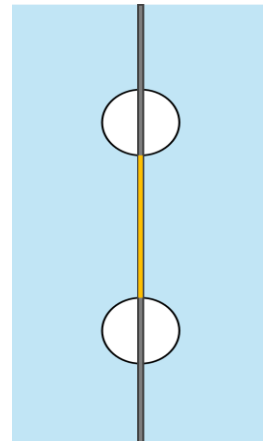


Міністерство освіти і науки України
Національний центр «Мала академія наук України»
LIX Всеукраїнська учнівська олімпіада з фізики, м. Львів, 2025
Теоретичний тур, 8-й клас

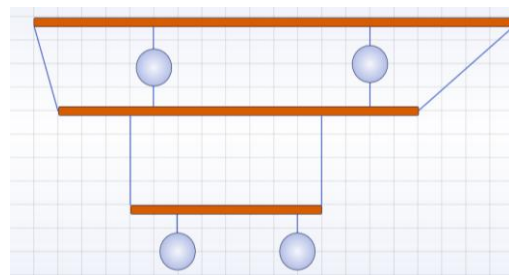
1. «Нашестя кульок»

Дві кульки мають тонкий наскрізний отвір по діаметру, за допомогою якого їх можна насадити на дуже довгий гладенький непровідний стрижень. Перша кулька виготовлена з матеріалу з густиною 1200 кг/м^3 і має заряд 40 нКл . Друга кулька виготовлена з матеріалу з густиною 240 кг/м^3 і має заряд 60 мкКл . Кульки зв'язали тонкою непровідною ниткою, насадили на стрижень і усю конструкцію помістили у вертикальному положенні у непровідну рідину (дивись рисунок). Після того, як у системі встановилась рівновага, нитку перерізали. На диво, після цього кульки не змінили своє положення. Визначте відношення об'ємів кульок. Густина рідини дорівнює 1000 кг/м^3 , а сама рідина зменшує силу електростатичної взаємодії між кульками в 81 раз. **Зверніть увагу на те, що рисунок наведений без урахування масштабів кульок.**



2. «Гірлянда»

Учитель виготовив показану на рисунку систему для демонстрації деяких дослідів. Система складається з чотирьох однакових за масами та розмірами однорідних куль, трьох дуже **тонких і легких** стрижнів, та тонких невагомих ниток. Верхній стрижень може обертатися без тертя навколо осі (цвяху, що проходить через тонкий отвір у цьому стрижні), перпендикулярної до площини рисунку. На рисунку художник забув показати точку, через яку проходить ця вісь.



А. Де саме ця точка розташована, якщо в положенні рівноваги стрижні горизонтальні?

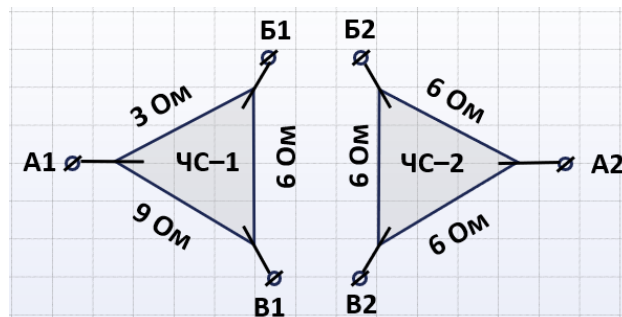
Б. Як зміниться відповідь до запитання А, якщо всю систему занурити у воду? Густина матеріалу кульок утричі більша за густину води.

3. «Електрична комбінаторика»

Вам пропонують дослідити «чорні скриньки» ЧС-1 і ЧС-2, кожна з яких має три клеми, а всередині містить тільки резистори. Виміряні опори між відповідними клемами зазначені на рисунку.

А. Яка мінімальна кількість резисторів може міститися в кожній «чорній скриньці»? Запропонуйте можливі схеми, які відповідають такій кількості резисторів.

Б. Провідниками з нехтовно малим опором з'єднують клему В1 з клемою В2, а клему В1 — з клемою В2. Визначте опір між клемами А1 і А2.



4. «Балістична гіпотеза»

Колись існувала ідея, що світло від рухомого джерела поширюється у вакуумі зі швидкістю $c \approx 3 \cdot 10^5$ км/с, але лише відносно самого джерела світла, а не відносно інших тіл. Зокрема, якщо світло випромінюється в бік руху джерела, його швидкість збільшується на величину швидкості джерела. Якщо ж джерело рухається у протилежному напрямку, швидкість світла зменшується на таку саму величину. На основі цієї ідеї розглянемо гіпотетичні результати деяких спостережень за рухом планети, яка обертається по коловій орбіті радіусу R навколо зорі, нерухомої відносно земних астрономів. Земля розташована в площині орбіти цієї планети. Відстань між Землею та зорею дорівнює $10^5 \cdot R$. Швидкість руху планети по орбіті не перевищує $c/100$.

Спираючись на таку теорію, можна було б зіткнутися з доволі дивними висновками. Наприклад, земні астрономи в деякий момент могли б одночасно побачити в телескоп зображення цієї планети, розташовані у різних точках орбіти на найбільшій видимій із Землі відстані від зорі. Розрахуйте, якими тоді могли би бути **періоди обертання** планети.

Примітки:

- 1) Вважати планету джерелом відбитого світла зорі.
- 2) Оскільки Земля знаходиться дуже далеко від зорі, то всі промені, які йдуть від планети до Землі, можна вважати паралельними.

5. «Практика проти теорії»

Учень почав самостійно вивчати тему «Теплові явища» і вирішив розв'язати задачу з підручника: *«Знайдіть, яку кількість теплоти має передати нагрівач постійної потужності твердому тілу масою 400 г, що виготовлене з криптоніту та має температуру -40°C , щоб перевести його у рідкий стан і нагріти до температури $+30^\circ\text{C}$ у посудині з теплоємністю 200 Дж/ $^\circ\text{C}$. Втратами теплоти та випаровуванням в навколишнє середовище знехтуйте. Побудуйте графік залежності температури посудини з речовиною від часу, якщо тривалість всього процесу 15 хв».*

Усі результати своїх обчислень (довідникові дані були в підручнику) учень записав у таблицю, що наведена нижче, побудував графік з трьох прямолінійних ділянок і побіг до батька в гараж перевіряти все на практиці, чомусь запам'ятавши, що рідкий криптоніт має питому теплоємність **утричі більшу** за твердий. Підібравши відповідне обладнання, учень почав експеримент та з сумом побачив, що все йде не за планом:

- внаслідок теплообміну з повітрям всі процеси тривають зовсім інший час, ніж планувалося;
- ділянки нагрівання, які на графіку були прямими, виявилися викривленими;
- скільки учень не нагрівав посудину з криптонітом, вище за 28°C нагріти її не вдавалося.

$t, \text{хв}$	...	...	6	9	12	15
$t, ^\circ\text{C}$	...	...	10	10	15	30

Учень у розпачі вимкнув нагрівач, поспостерігав за процесами охолодження та кристалізації криптоніту, випадково розлив рідину на таблицю з експериментальними даними і пішов геть. З усіх записів залишилася частина теоретично розрахованої таблиці та тривалість процесів плавлення та кристалізації в реальних умовах - 10 та 15 хвилин відповідно.

А. Використовуючи данні реальних вимірювань, визначте **скільки часу тривав процес плавлення** згідно теоретичних розрахунків учня для ідеалізованих умов задачі з підручника.

Б. За залишками теоретичної таблиці розв'яжіть задачу з підручника: **побудуйте теоретичний графік залежності температури від часу та знайдіть необхідну на весь процес кількість теплоти.**

В. Знайдіть температуру повітря в гаражі, уважаючи її постійною протягом всього експерименту.

Г. Схематично зобразіть залежність температури від часу (координатна сітка теоретичного і схематичного графіків повинна збігатись) для реального процесу нагрівання криптоніту в гаражі й **обґрунтуйте** вигляд викривлених ділянок.

Вказівка. Уважати, що теплова потужність теплообміну між посудиною з криптонітом та повітрям прямо пропорційна до різниці температур між ними з постійним коефіцієнтом пропорційності.

Задачі запропонували: 1. Мешков О.Ю., 2-3. Гельфгат І.М., 4. Олійник А.О., 5. Пашко М.І.