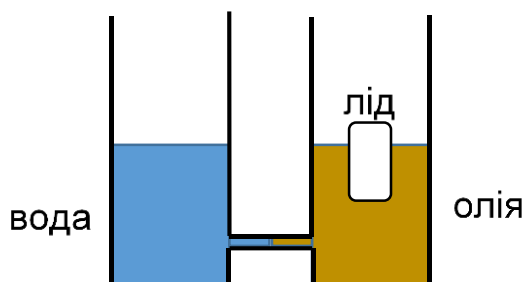


Розв'язки завдань
II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (2016 рік)
9 клас

Задача 1

Одна із сполучених посудин наповнена водою, а інша олією. У олії плаває шматок льоду. Чи зміниться рівень води, коли лід розтане?



Розв'язок

Зауважимо, що $\rho_{\text{в}} > \rho_{\text{о}} > \rho_{\text{л}}$. Лід плаває, отже, сила тяжіння урівноважується силою Архімеда: $m_{\text{л}}g = \rho_{\text{о}}g\Delta V$, де ΔV – об'єм витісненої льодом олії. Лід розтане й перетвориться у воду об'ємом $\Delta V_1 = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{\rho_{\text{о}}\Delta V}{\rho_{\text{в}}} < \Delta V$, яка опуститься на дно правої посудини.

Оскільки посудини є сполученими, рівень води і в посудині, яка знаходиться ліворуч, також знизиться – вода з неї частково перетече в праву посудину.

Задача 2

Куля масою 9 г, яка летить з швидкістю 825 м/с, має температуру 150 °С. Куля потрапляє в кучугуру снігу з температурою 0 °С й застряє в ній. При цьому частина снігу перетворюється у воду. Скільки води утворилося в кучугурі? Питома теплота плавлення снігу дорівнює $3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг, питома теплоємність свинцю 130 Дж/(кг·°С).

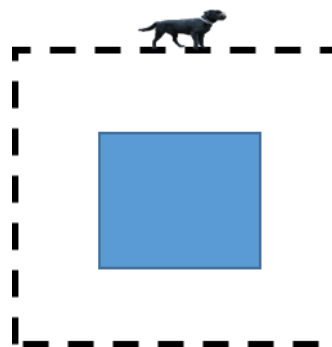
Розв'язок

Після того як куля потрапила в кучугуру її кінетична енергія змінюється від $\frac{mv^2}{2}$ до нуля. Кінетична та теплова енергії кулі витрачаються на плавлення снігу $\frac{mv^2}{2} + mc\Delta t = \lambda m_c$.

$$\text{Звідси } m_c = \frac{\frac{mv^2}{2} + mc\Delta t}{\lambda} = 9,5 \text{ г.}$$

Задача 3

Собачка Фібі біжить по квадратній доріжці з стороною $2a$ навколо вертикальної квадратної колони з стороною a . Який шлях пройшли в сумі всі його уявні зображення? Відстань між доріжкою й колоною постійна.

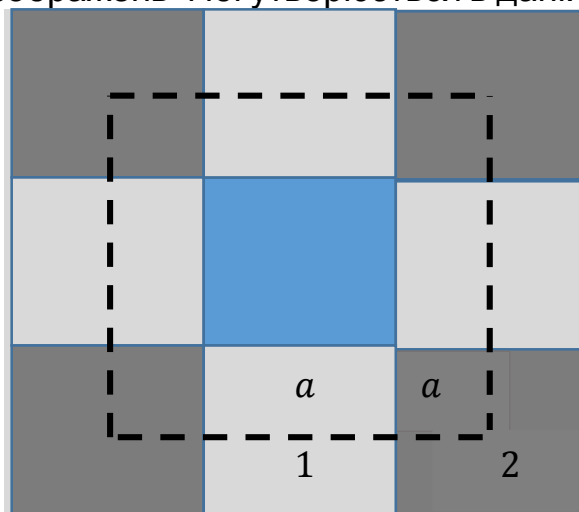


Розв'язок

Дзеркала плоскі, тому уявні зображення собачки Фібі в дзеркалі розміщуються на такій же відстані від поверхні дзеркала, як і сама Фібі. Отже, шлях, який пройде уявне зображення дорівнює шляху собачки.

Розглянемо, скільки уявних зображень Фібі утворюється в даній оптичній системі та коли ці зображення існують. Дзеркало створює зображення не лише тоді, коли собачка знаходиться безпосередньо перед ним, але й поки вона не зайде за дзеркало.

На малюнку світло-сірим кольором помічені області, у яких у Фібі існує лише одне уявне зображення, а темно-сірим – області, де цих зображення два. Отже, існують 4 області одного типу та 4 області іншого. Оскільки сторона доріжки дорівнює $2a$, а сторона колони – a , то в середині будь-якої області Фібі проходить шлях a . Таким чином, сумарний шлях усіх уявних зображень Фібі під час одного обходу навколо дзеркальної колони



$$S = 4a + 4 \cdot 2a = 12a$$

Задача 4

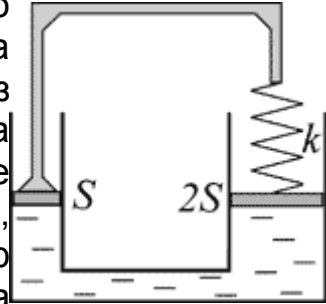
Електрична плитка має три спіралі. За вмикання тільки першої спіралі чайник закипає за 15 хвилин, за вмикання лише другої – за 30 хвилин, а за вмикання лише третьої – за 40 хвилин. Як з'єднати спіралі, щоб за їх вмикання чайник закипів за найменший час? Чому цей час дорівнює? За якого з'єднання спіралей час закипання буде найбільшим? Чому він дорівнює?

Розв'язок

Якщо спіралі з'єднати паралельно, чайник закипить за найменший час 8 хвилин. Якщо спіралі з'єднати послідовно, час закипання чайника буде найбільшим – 85 хвилин.

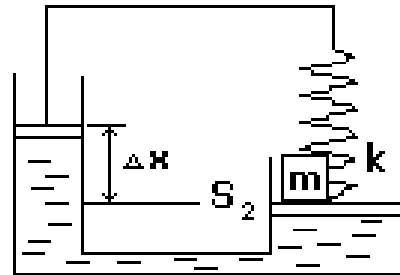
Задача 5

У системі сполучених посудин до лівого поршня на кронштейні прикріплена пружина жорсткістю k , яка іншим своїм кінцем з'єднана з правим поршнем. Коли поршні знаходяться на одному рівні, пружина залишається не розтягнутою. На скільки розтягнеться пружина, якщо на правий поршень покласти вантаж масою m ? Площі поршнів дорівнюють S та $2S$. Густина рідини ρ . Поршні, кронштейн та пружину вважайте невагомими. Вважайте, що кронштейн може рухатися тільки вертикально.



Розв'язок

Нехай пружина розтягнулася на Δx . На таку ж величину підніметься лівий поршень відносно правого. Нехай тиск води під лівим поршнем дорівнює P , атмосферний тиск P_0 . На лівий поршень діють сила атмосферного тиску $P_0 S_1$, сила тиску води знизу PS_1 та сила зі сторони кронштейна, яка дорівнює силі, з якою пружина діє на кронштейн, тобто $k\Delta x$ та напрямлена вниз. Сили урівноважуються: $P_0 S_1 + k\Delta x = PS_1$. Звідси $P - P_0 = \frac{k\Delta x}{S_1}$ (1).



Тиск води під правим поршнем дорівнює $P + \rho g\Delta x$. Окрім того, на правий поршень діють вага вантажу mg та сила пружності $k\Delta x$. Тобто, $(P + \rho g\Delta x)S_2 + k\Delta x = P_0 S_2 + mg$ (2).

Підставимо вираз (1) в (2) та врахуємо, що $S_1 = S$, $S_2 = 2S$. Отримаємо, $(P - P_0)S_2 + \rho g\Delta x S_2 + k\Delta x = mg$;

$$3k\Delta x + \rho g\Delta x 2S = mg \rightarrow \Delta x = \frac{mg}{3k + 2\rho gS}$$