

**Розв'язки II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики
(2022-2023 навчальний рік)
9 клас**

Завдання 1

Баба Яга вирішила зустрітися з Лісовиком. Першу половину шляху вона летіла зі швидкістю 20 км/год. Потім спустився туман і наступну половину часу, який залишився до зустрічі, Баба Яга пролетіла зі швидкістю 10 км/год. Потім у неї зламалася мітла і їй прийшлося йти пішки зі швидкістю 5 км/год. З якою середньою швидкістю рухалася Баба Яга.

Розв'язок

Рух баби Яги відбувається на трьох етапах: I етап має шлях $S = \frac{S}{2}$ протягом часу t_1 ; час руху на II та III етапах однаковий $t_1 = t_2$. Для першого етапу $t_1 = \frac{S}{2v_1}$ (1).

Для другого та третього – $t_2 = \frac{t - t_1}{2}$ відповідно шлях:

$$S_2 = v_2 \frac{t - t_1}{2}, S_3 = v_3 \frac{t - t_1}{2}.$$

На другому та третьому етапах Баба Яга здійснила рух на відстані, що дорівнює половині загального шляху

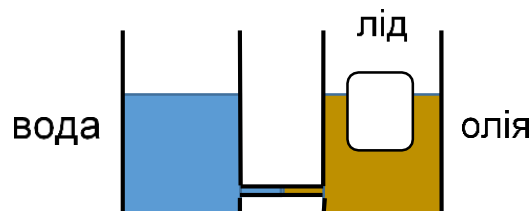
$$\frac{S}{2} = S_2 + S_3 = \frac{t - t_1}{2} (v_2 + v_3).$$

Звідси загальний час руху дорівнює $t = \frac{S}{v_2 + v_3} + t_1$. Підставивши формулу (1), отримаємо, що $t = S \left(\frac{1}{v_2 + v_3} + \frac{1}{2v_1} \right) = S \left(\frac{2v_1 + v_2 + v_3}{2v_1(v_2 + v_3)} \right)$.

$$\text{Середня швидкість руху } v_c = \frac{S}{t} = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3} \approx 11 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Завдання 2

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



Розв'язок

Зауважимо, що $\rho_v > \rho_o > \rho_l$. Лід плаває, отже, сила тяжіння урівноважується силою Архімеда: $m_{\text{лг}} = \rho_o g \Delta V$, де ΔV – об'єм витісненої льодом олії. Лід розтане й перетвориться у воду об'ємом:

$$\nabla V_1 = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} - \frac{\rho_o \nabla v}{\rho_{\text{в}}} < \nabla V, \text{ яка опуститься на дно правої посудини.}$$

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

Завдання 3

У чайник, який має свисток, налили воду масою $m_1 = 1$ кг і поставили на електричну плитку з потужністю $N = 900$ Вт. Через $\tau_1 = 7$ хв пролунав свисток. Скільки води залишиться в чайнику, якщо він кипів $\tau_2 = 2$ хв? Який ККД плитки? Початкова температура води $t = 20$ °С. Питома теплоємність води $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$, питома теплота пароутворення води $r = 2,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Розв'язок

$$\text{ККД плитки } \eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{пов}}} \cdot 100\%.$$

$$Q_{\text{кор}} = cm_1(t_2 - t_1), \quad Q_{\text{пов}} = N \cdot \tau_1. \text{ Тоді } \eta = \frac{cm_1(t_2 - t_1)}{N \cdot \tau_1} \cdot 100\% = 89\%.$$

За 2 хвилини плитка віддає кількість теплоти $Q_{\text{зат}} = N\tau_2$. На кипіння води витрачається $Q_{\text{пол}} = \eta Q_{\text{зат}} = \eta N\tau_2$. Але $Q_{\text{пол}} = L\Delta m$, де Δm – вода, що википіла. Отже $\Delta m = \frac{\eta N\tau_2}{L} = 0,042$ кг.

Маса води, яка охолола, дорівнює $m_2 = m_1 - \Delta m = 0,958$ кг.

Завдання 4

Скільки надлишкових електронів мають дві маленькі однаково заряджені кульки, які на відстані 4 см відштовхуються з силою 9 мН? Чи змінилася б кількість електронів, якби кульки збільшилися в діаметрі до 3 см і були виготовлені з металу? При цьому сила відштовхування і відстань між центрами кульок не змінилися б. Стала $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$, елементарний заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Розв'язок

За законом Кулона $F = k \cdot \frac{(Ne)^2}{r^2}$, тому кількість електронів $N = \frac{r}{e} \cdot \frac{\sqrt{F}}{k} \equiv 2,5 \cdot 10^{11}$. Якби кульки були металевими й мали більші розміри, відповідь би збільшилася, оскільки дві групи однойменно заряджених електронів двох кульок відштовхуються одна від одної й намагаються віддалитися. У випадку металевих кульок це можливо, тому деяка відстань між зарядами стає більшою, ніж 4 см. Для забезпечення такої самої сили тепер потрібна більша кількість електронів.