

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

**Завдання 1**

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  $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ , питома теплота пароутворення води  $r = 2,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ .

**Розв'язок**

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

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

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  $\Delta m$  – 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 2**

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.

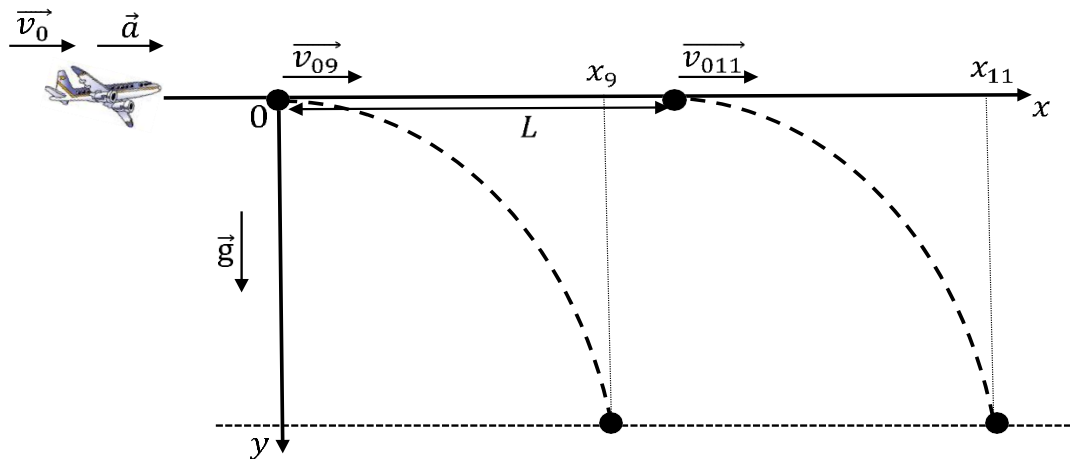
**Завдання 3**

Для розмітки території використовують радіомаяки, розміщені в спеціальних контейнерах, які скидають з літака. Літак летить горизонтально на висоті 500 м з постійним прискоренням  $2 \text{ м/с}^2$ . Через рівні проміжки часу в 0,5 с

викидається контейнер. Знайдіть відстань між місцями падіння 9 та 11 контейнерів, якщо перший контейнер був скинутий на швидкості літака 100 м/с. Опором повітря можна знехтувати.

### Розв'язок

Розглянемо рух контейнерів у системі відліку, початок якої у точці простору, де знаходився літак в момент скидання дев'ятого контейнера.



Відстань між місцями падіння 9-ого та 11-ого контейнерів

$$S = x_{11} - x_9 \quad (1)$$

Дев'ятий контейнер у момент скидання мав швидкість,  $v_{09} = v_0 + 8a\tau$ , де  $\tau$  – час між скиданнями; одинадцятий –  $v_{011} = v_0 + 10a\tau$ .

Час падіння обох контейнерів однаковий:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ .

Координата падіння дев'ятого контейнера:

$$x_0 = v_{09}t = (v_0 + 8a\tau) \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2).$$

Одинадцятого –  $x_{11} = L + v_{011}t$ , де  $L$  – відстань, яку пролетів літак між скиданнями контейнерів:

$$L = v_{09}2\tau + \frac{a(2\tau)^2}{2} = (v_0 + 8a\tau)2\tau + a2\tau^2 = v_02\tau + 18a\tau^2.$$

$$\text{Тоді } x_{11} = v_02\tau + 18a\tau^2 + (v_0 + 8a\tau) \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3).$$

Підставивши вирази (2), (3) у вираз (1), отримаємо:

$$S = v_02\tau + 18a\tau^2 + 2a\tau \sqrt{\frac{2h}{g}} = 129 \text{ м.}$$

#### Завдання 4

По краю каруселі радіусом 5 м, яка обертається з кутовою швидкість 0.1 рад/с, йде хлопець. Визначити прискорення, з яким рухається хлопець відносно землі, якщо відомо, що, повертаючи назад і йдучи по каруселі з попередньою швидкістю, хлопець перестав переміщатися відносно землі.

#### Розв'язок

Коли хлопець, змінивши напрям свого руху, перестав переміщатися відносно землі, швидкість  $v'$  його руху по каруселі стала дорівнювати лінійній швидкості  $\omega R$  периферійних точок каруселі відносно землі:  $v' = \omega R$  (названі швидкості протилежно спрямовані). Швидкість хлопця відносно землі до того, як він змінив напрям свого руху, дорівнювала  $\omega R$ .

Отже,  $v = \omega R + v' = \omega R$ .

Хлопець рухався по колу радіуса  $R$  з доцентровим прискоренням

$$a = \frac{v^2}{R} = 4\omega^2 R = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ відносно землі.}$$