

**Завдання II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики
(2021-2022 навчальний рік)
9 клас**

Завдання 1 (9 клас)

У чайник зі свистком налили 1 кг води при 20°C і поставили на електричну плитку. Через 7 хв. пролунав свисток. Скільки води залишиться в чайнику після її кипіння протягом 2 хв.? Питома теплоємність води $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$. Питома теплота пароутворення води $2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$.

Розв'язок

За умовою задачі відбувається теплообмін між електричною плиткою та водою у чайнику й оточуючим середовищем. Позначимо потужність плитки P , а потужність втрат теплоти в оточуюче середовище P_1 .

З водою відбуваються два процеси. По-перше, нагрівання води масою m від температури $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ до температури кипіння $t_1 = 100^{\circ}\text{C}$. По-друге, випаровування води масою m_1 .

Після цих процесів у чайнику залишається вода масою m_2 :

$$m_2 = m - m_1. \quad [1]$$

Складемо рівняння теплового балансу під час нагрівання води:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{н}} + Q_{\text{от}};$$

де $Q_{\text{п}} = P\tau_1$ – кількість теплоти, яку віддає плитка для нагрівання води до температури кипіння ($\tau_1 = 7\text{хв}$ – час нагрівання води); $Q_{\text{н}} = cm(t_1 - t_0)$ – кількість теплоти, яку отримує вода (c – питома теплоємність води); $Q_{\text{от}}$ – кількість теплоти, яка втрачається при теплообміні з оточуючим середовищем.

$$P\tau_1 = cm(t_1 - t_0) + P_1\tau_1, \quad [2]$$

Рівняння теплового балансу під час випаровування води має вигляд:

$$Q'_{\text{п}} = Q'_{\text{в}} + Q'_{\text{от}};$$

де $Q'_{\text{п}} = P\tau_2$ – кількість теплоти, яку віддає плитка під час випаровування води ($\tau_2 = 2\text{хв}$ – час кипіння води); $Q'_{\text{в}} = rm$ – кількість теплоти, яку отримує вода (r – питома теплота пароутворення); $Q'_{\text{от}} = P_1\tau_2$ – кількість теплоти, яка втрачається при теплообміні з оточуючим середовищем.

$$P\tau_2 = rm_1 + P_1\tau_2, \quad [3]$$

Для визначення m_1 розв'яжемо систему з рівнянь [2] і [3].

Отримаємо, що:

$$m_1 = m - \frac{cm(t_1 - t_0)\tau_2}{r\tau_1} \approx 0,98 \text{ кг.}$$

Завдання 2

Велосипедист першу половину часу між двома пунктами проїхав зі швидкістю 30 км/год, а другу – зі швидкістю 15 км/год. З якою середньою швидкістю велосипедист проїхав другу половину шляху?

Розв'язок
Дивись розв'язок завдання 2 (8 клас).

Завдання 3

У мережу з напругою 24 В увімкнули два послідовно з'єднані резистори. При цьому сила струму в загальному колі була 0,6 А. Коли ці резистори з'єднали паралельно і ввімкнули в цю мережу, то сила струму в загальному колі стала 3,2 А. Визначте опір резисторів.

Розв'язок

Запишемо закон Ома для ділянки кола у двох випадках. При послідовному з'єднанні провідників:

$$\frac{U}{I_1} = R_1 + R_2,$$

де U – напруга в колі, I_1 – сила струму при послідовному з'єднанні провідників, R_1, R_2 – опори резисторів.

Звідси,

$$R_1 = \frac{U}{I_1} - R_2. \quad [1]$$

При паралельному з'єднанні провідників:

$$\frac{U}{I_2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}. \quad [2]$$

Підставимо вираз [1] у вираз [2] і отримаємо квадратне рівняння:

$$R_2^2 - \frac{U}{I_1} R_2 + \frac{U^2}{I_1 I_2} = 0.$$

Рівняння має корені 10 В і 30 В.

Завдання 4

Спираль електричної плитки включили й виміряли її опір. Потім спіраль випрямили, уключили й знову виміряли опір. Чи змінилося значення опору? Якщо змінилося, то яке значення опору більше й чому?

Розв'язок

Випрямлена спіраль краще відводить тепло, ніж звичайна (сусідні витки нагрівають один одного). Опір металів при підвищенні температури зростає. Отже, під час протікання одного й того ж струму опір звичайної спіралі буде більшим.

Але за умовою задачі, скоріше всього, однаковою була подана на провідники напруга, а не сила струму (якщо і у першому, і у другому випадках використовувалося однакове джерело струму).

Будемо розмірковувати від зворотного. Нехай у спіралі опір менший або рівний опору випрямленої спіралі. Тоді температура спіралі буде більшою

(потужність виділеної теплоти спіралі, яка зростає із зменшенням опору, не менша, ніж у випрямленої спіралі, але тепловіддача зменшується). Отже, й опір повинен бути більшим при зростанні температури, що суперечить гіпотезі.