

## Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

### 8 клас

1. Роздразнивши сусідського собаку Спайка, Том, як очманілий, кинувся тікати навколо будинку зі швидкістю 36 км/год. За ним навздогін зі швидкістю 18 км/год побіг розлючений Спайк.

Через який час розлючений Спайк зможе вкусити здивованого Тома, якщо довжина доріжки навколо будинку дорівнює 150 м?

**Розв'язок:**

Спайк вкусить Тома, коли Том його обжене на коло. Їх відносна швидкість дорівнює 5 м/с. Отже, Том обжене Спайка на  $150 \text{ м} / 5 \text{ м/с} = 30 \text{ с}$ . Відповідь: 30 с.

2. Спостерігач, який знаходився на пероні залізниці, із здивуванням побачив клуби пари, яка була випущена із першого вагона потяга, що наближався по прямолінійній ділянці колії. Через 3 с цей же спостерігач почув звук свистка потяга, що виник одночасно із клубами пари. Повз спостерігача потяг пройшов через 1 хв з моменту появи клубів пари.

Яка швидкість руху потяга?

Швидкість звуку рівна 340 м/с.

3. Коли в наповнену до краю посудину з водою опустили срібну та мідну деталі, вилилось 80 г води. Маса посудини збільшилась при цьому на 680 г. Які об'єми кожної з деталей? Густина води  $\text{кг/м}^3$ , густина срібла  $10500 \text{ кг/м}^3$ , густина міді  $8900 \text{ кг/м}^3$ .

**Розв'язок:**

Згідно з умовою, при зануренні в ємність з водою срібної та мідної деталей маса ємності збільшилася на 680 г. Однак при цьому вилилося 80 г води, тому сумарна маса срібної та мідної деталей дорівнює

$$m_c + m_m = \Delta M = 680 + 80 = 760 \text{ г.} \quad (1)$$

Оскільки маса тіла пов'язана з його густиною  $\rho$  та об'ємом  $V$   $m = \rho \cdot V$ , то

$$\rho_c \cdot V_c + \rho_m \cdot V_m = \Delta M. \quad (2)$$

З іншого боку, обсяг витісненої води  $V_B$  дорівнює сумі обсягів срібної та мідної деталей, тобто.

$$V_c + V_m = V_B = (m_B / \rho_B). \quad (3)$$

Виразимо з (3) об'єм, наприклад, срібної деталі

$$V_c = V_B - V_m = (m_B / \rho_B) - V_m \quad (4)$$

і підставим (4) в (2):

### Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

$$\rho_c \cdot \frac{m_{\hat{a}}}{\rho_{\hat{a}}} - \rho_{\tilde{n}} \cdot V_i + \rho_i \cdot V_i = \Delta M \quad (5)$$

звідки визначимо об'єм мідної деталі:

$$V_i = \frac{\Delta M - \rho_c \cdot \frac{m_{\hat{a}}}{\rho_{\hat{a}}}}{\rho_i - \rho_{\tilde{n}}} = \frac{760 - 10,5 \cdot \frac{80}{1}}{8,9 - 10,5} = 50 \tilde{n}i^3 \quad (6)$$

Тоді об'єм срібної деталі  $V_c = (m_v/\rho_v) - V_m = (80/1) - 50 = 30 \text{ см}^3$ .

4. Газовий пальник, теплова потужність якого 10 кВт, нагріває воду, що тече по трубці з внутрішнім діаметром 20 мм на 25 °С. З якою швидкістю рухається вода у трубці, якщо ККК пальника становить 80 %?

Питома теплоємність води становить  $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;

Густина води  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

#### Експериментальне завдання.

Визначити масу тягарця на нерівноплечих терезах, якщо маса кожної шальки терезів відома.

#### Обладнання.

Нерівноплечі терези, набір важків.

## Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

### 9 клас

1. Спостерігач, який знаходився на пероні залізниці, із здивуванням побачив клуби пари, яка була випущена із першого вагона потяга, що наближався по прямолінійній ділянці колії. Через 3 с цей же спостерігач почув звук свистка потяга, що виник одночасно із клубами пари. Повз спостерігача потяг пройшов через 1 хв з моменту появи клубів пари.

Яка швидкість руху потяга?

Швидкість звуку рівна 340 м/с.

2. Електричну плитку потужністю 500 Вт, яка розрахована на напругу 220 В, увімкнули у мережу, напруга у якій 127 В.

Яку потужність споживатиме електроплитка при такому ввімкненні?

3. Газовий пальник, теплова потужність якого 10 кВт, нагріває воду, що тече по трубці з внутрішнім діаметром 20 мм на 25 °С. З якою швидкістю рухається вода у трубці, якщо ККК пальника становить 80 %?

Питома теплоємність води становить  $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ ;

Густина води 1000 кг/м<sup>3</sup>.

4. Чи зміняться покази терезів, до яких підвішено тіло, занурене у рідину, якщо нагріти рідину і тіло до однакової температури?

### Експериментальне завдання.

У вас є лише 2 сталеві пластинки.

Як дізнатися котра із них намагнічена?

## Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

### 10 клас

1. Спостерігач, який знаходився на пероні залізниці, із здивуванням побачив клуби пари, яка була випущена із першого вагона потяга, що наближався по прямолінійній ділянці колії. Через 3 с цей же спостерігач почув звук свистка потяга, що виник одночасно із клубами пари. Повз спостерігача потяг пройшов через 1 хв з моменту появи клубів пари.

Яка швидкість руху потяга?

Швидкість звуку рівна 340 м/с.

2. Фотокореспондент перебуває на відстані 6 м від краю бігової доріжки та фотографує спортсмена, що біжить із швидкістю 9 м/с на відстані 13 м від нього. Яку максимальну витримку може дати фотокореспондент, якщо фокусна відстань об'єктива 7,5 см, а розмиття зображення не повинно перевищувати 0,5 мм?

3. Чи зміняться покази терезів, до яких підвішено металеву кульку, занурену у рідину, якщо нагріти рідину і кульку до однакової температури?

337. Розв'язання. Припустимо, що температура тіла і рідини до нагрівання  $0^\circ\text{C}$ , тоді вага рідини в об'ємі тіла до нагрівання  $P = \rho_0 V_0 g$ , де  $V_0$  — об'єм тіла,  $\rho_0$  — густина рідини.

Об'єм тіла після нагрівання на  $t^\circ\text{C}$  збільшиться:  $V = V_0 (1 + \beta t^\circ)$ , де  $\beta$  — коефіцієнт об'ємного розширення твердого тіла.

Густина рідини після нагрівання зменшиться:  $\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta_1 t^\circ}$ , де  $\beta_1$  — коефіцієнт об'ємного розширення рідини.

Вага рідини в об'ємі тіла після нагрівання

$$P_1 = \rho_0 V_0 \frac{1 + \beta t^\circ}{1 + \beta_1 t^\circ} g.$$

Отже,  $P_1 < P$ , якщо  $\beta < \beta_1$  і  $P_1 > P$ , якщо  $\beta > \beta_1$ .

4. Метеорит, маса якого становить 1 кг летить із швидкістю  $2 \cdot 10^3$  м/с відносно Землі та потрапляє в супутник масою 100 кг, який рухався по орбіті із швидкістю  $8 \cdot 10^3$  м/с назустріч метеориту. У результаті непружного зіткнення супутник та метеорит продовжили рух разом.

Оцініть кількість теплоти, що виділилася у результаті зіткнення.

### Експериментальне завдання.

Визначити питомий опір провідника, з якого виготовлено реостат.

Встановити абсолютну та відносну похибки проведеного визначення питомого опору.

### Обладнання.

### **Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики**

Реостат, амперметр, вольтметр, лінійка, джерело струму, вимикач, з'єднувальні провідники.

## Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

### 11 клас

1. Спостерігач, який знаходився на пероні залізниці, із здивуванням побачив клуби пари, яка була випущена із першого вагона потяга, що наближався по прямолінійній ділянці колії. Через 3 с цей же спостерігач почув звук свистка потяга, що виник одночасно із клубами пари. Повз спостерігача потяг пройшов через 1 хв з моменту появи клубів пари.

Яка швидкість руху потяга?

Швидкість звуку рівна 340 м/с.

2. Газовий пальник, теплова потужність якого 10 кВт, нагріває воду, що тече по трубці з внутрішнім діаметром 20 мм на 25 °С. З якою швидкістю рухається вода у трубці, якщо ККК пальника становить 80 %?

Питома теплоємність води становить  $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ ;

Густина води 1000 кг/м<sup>3</sup>.

3. Фотокореспондент перебуває на відстані 6 м від краю бігової доріжки та фотографує спортсмена, що біжить із швидкістю 9 м/с на відстані 13 м від нього. Яку максимальну витримку може дати фотокореспондент, якщо фокусна відстань об'єктива 7,5 см, а розмиття зображення не повинно перевищувати 0,5 мм?

4. Метеорит, маса якого становить 1 кг летить із швидкістю  $2 \cdot 10^3$  м/с відносно Землі та потрапляє в супутник масою 100 кг, який рухався по орбіті із швидкістю  $8 \cdot 10^3$  м/с назустріч метеориту. У результаті непружного зіткнення супутник та метеорит продовжили рух разом.

Оцініть кількість теплоти, що виділилася у результаті зіткнення.

5. Троє учнів розв'язували таку задачу:

Електродвигун при напрузі 220 В споживає струм 10 А. опір обмоток двигуна дорівнює 0,5 Ом. Яку потужність споживає двигун?

Один учень обчислював потужність за формулою  $N=IU$ ;

Другий за формулою  $N=I^2R$ ,

а третій – за формулою  $N = \frac{U^2}{R}$ .

Усі учні отримали різні результати. Поясніть чому?

Який учень розв'язав задачу правильно?

### Завдання III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

**Решение.** Перейдем в систему отсчета, связанную с центром масс системы «метеорит — спутник». Центр масс системы движется относительно Земли со скоростью:

$$v = \frac{Mu - mv}{M + m},$$

поэтому скорости метеорита и спутника в новой системе отсчета равны соответственно:

$$v_1 = v + \frac{Mu - mv}{M + m} = \frac{M(v + u)}{M + m},$$

$$u_1 = -u + \frac{Mu - mv}{M + m} = -\frac{m(v + u)}{M + m}.$$

В системе отсчета, связанной с центром масс системы «метеорит — спутник», сумма кинетических энергий двух тел до столкновения равна выделившемуся количеству теплоты:

$$\begin{aligned} Q = W_1 + W_2 &= \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu_1^2}{2} = \\ &= \frac{mM^2(v + u)^2}{2(M + m)^2} + \frac{Mm^2(v + u)^2}{2(M + m)^2} = \frac{mM(v + u)^2}{2(M + m)}. \end{aligned}$$

$$Q = \frac{1 \cdot 100 \cdot 10^8}{2 \cdot 101} \text{ Дж} \approx 5 \cdot 10^7 \text{ Дж}.$$