



67-26-19-26
(1.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов" ~~по~~ Физике
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Уштина Полина Андреевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Работу сдать 15.04.2024

Дата
«09» февраль 2024 года

Подпись участника
Полина

67-26-19-26
(1.1)

Черновик

$$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = (v_0 - g t_1) t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_2 - g t_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_0 (t_2 - t_1) = \frac{g t_2^2}{2} + g t_1 t_2 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$2R + \frac{2R}{2} = 6B \quad = g \cdot 4,5c^2 + g \cdot 4c^2 - g \cdot 0,5c^2 =$$

$$R = 2,5R_{20B}$$

$$R = \frac{4B}{1250m} = 0,032A$$

$$v_0 \cdot 2c = g \cdot 8c^2 = g \cdot 80^2$$

4 | 125
—|—
0,032
400
—|—
375
250

$$v_0 \cdot 1c - 0,5c^2 \cdot g = (v_0 - g \cdot 1c) \cdot 2c - \frac{g \cdot 2c^2}{2}$$

$$v_0 - 0,5g = 2v_0 - 2g - 2g$$

$$v_0 = 3,5g$$

$$v_0 \cdot 1c - \frac{g \cdot 1c^2}{2} = (v_0 - g \cdot 1c) \cdot 2c - \frac{g \cdot 2c^2}{2}$$

$$v_0 \cdot 1c - g \cdot 0,5c^2 = v_0 \cdot 2c - g \cdot 2c^2 - g \cdot 2c^2$$

408 | 3
—|—
10 | 136
—|—
18

× 136
6
—|—
816

$$4200 \cdot 0,25 = 1050$$

$$1050 \cdot 20 = 21000 \text{ Дж}$$

$$250 \cdot 0,08 \cdot 60^2 =$$

$$\times 250 \quad 250 \cdot 4,8 = 25 \cdot 48$$

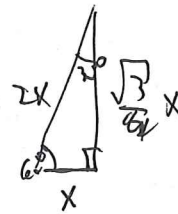
× 28
× 48
—|—
200
+ 100
—|—
1200

$$0,08 \cdot 60 = 0,8 \cdot 6 = 4,8$$

$$4200 \cdot 0,05 \cdot 60$$

$$0,05 \cdot 60 = 0,5 \cdot 6 = 3$$

$$4200 \cdot 3 = 12600$$



$$\frac{g}{45} = \frac{1}{5}$$

Условие

Задача 1.1

Пусть начальная скорость камня - v_0 .

Тогда за t_1 камень пройдет $v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ (1)

В начале 2-го участка его скорость будет равна $v_2 = v_0 - g t_1$. Пусть за 2-й участок - $v_2 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$= (v_0 - g t_1) t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$ (2). Приравняем (1) и (2):

$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_2 - g t_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$. Перенесем начальные

v_0 в прав. часть, g - влево, получим: (уме, "переносим")

$v_0(t_2 - t_1) = g t_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2} - \frac{g t_1^2}{2}$ Подставим t_1 и t_2 :

$v_0 \cdot 2c = g \cdot 3c^2 + \frac{g \cdot 9c^2}{2} - \frac{g \cdot 1c^2}{2} = g \cdot 3c^2 + g \cdot 4,5c^2 - g \cdot 0,5c^2$

$= g \cdot 7c^2 \Rightarrow v_0 = g \cdot 3,5c$, заметим это малое количество

т.к. ^{камень} ~~меньше~~ время вверх как минимум $t_1 + t_3 \geq 4c$, а не $3,5c$

как в ответе. Предположим, что t_1 и t_2 отрицательные от того момента времени, когда камень прошел вверх. Тогда 2-й участок он пройдет за время $t_3 = t_2 - t_1 = 2c$.

Пусть за 2-й участок равен $v_1 t_3 - \frac{g t_3^2}{2} = (v_0 - g t_1) t_3 - \frac{g t_3^2}{2}$ (3).

Приравняем (1) и (3):

$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_3 - g t_1 t_3 - \frac{g t_3^2}{2}$ Подставим t_1 и t_3 :

$v_0 \cdot 1c - \frac{g \cdot 1c^2}{2} = v_0 \cdot 2c - g \cdot 1c \cdot 2c - \frac{g \cdot 4c^2}{2}$

$v_0 \cdot 1c - g \cdot 0,5c^2 = v_0 \cdot 2c - g \cdot 4c^2 \Rightarrow v_0 \cdot 1c = g \cdot 3,5c^2 \Rightarrow$ (+)

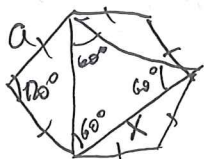
\Rightarrow камень достигнет макс. высоты за $3,5c \Rightarrow$ наша время полета - $7c$. При этом $3,5c > t_{\uparrow 2}$

20

Ответ: $7c$.

Числовик

Задача 1.2



Высота призм - h .

Найдём площадь основания призм.

Площадь найдём по формуле площади треугольника $S = \frac{1}{2} ab \sin \gamma$ с углами $120^\circ, 30^\circ, 30^\circ$

$$S_2 = a \cdot \frac{1}{2} a \sin 120^\circ = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 2} = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4} \Rightarrow 3S_2 = \frac{3a^2 \sqrt{3}}{4}$$

Найдём по теореме косинусов сторону равносторон. Δ x :

$$x^2 = a^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot a \cos 120^\circ = 2a^2 + 2a^2 \cdot \frac{1}{2} = 3a^2 \Rightarrow x = \sqrt{3}a$$

Теперь найдём его площадь:

$$S_1 = x \cdot \frac{1}{2} \cdot x \sin 60^\circ = \frac{x^2 \cdot \sqrt{3}}{4} = \frac{3a^2 \sqrt{3}}{4} \Rightarrow \text{Площадь основания}$$

$$S_0 = S_1 + S_2 = \frac{3a^2 \sqrt{3}}{2}$$

$$P_1 = \frac{mg}{S_0} \Rightarrow S_0 = \frac{mg}{P_1} = \frac{1 \text{ т} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{т}}}{6000 \sqrt{3} \text{ Па}} = \frac{10 \text{ Н}}{6000 \sqrt{3}} = \frac{10}{6000 \sqrt{3}} \text{ м}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3a^2 \sqrt{3}}{2} = \frac{10}{6000 \sqrt{3}} \text{ м}^2 \Rightarrow 18000 a^2 = 2 \text{ м}^2$$

$$27000 a^2 = 1 \text{ м}^2$$

$$\Rightarrow 3a^2 \sqrt{3} = \frac{1}{3000 \sqrt{3}} \text{ м}^2 \Rightarrow a = \frac{1}{\sqrt{2700}} \text{ м}$$

$$\Rightarrow a^2 = \frac{1}{2700} \text{ м}^2 \Rightarrow a = \frac{1}{\sqrt{2700}} \text{ м}$$

Площадь дна призм - ab . $\Rightarrow P_2 = \frac{mg}{ab} \Rightarrow ab = \frac{mg}{P_2} = \frac{10 \text{ Н}}{6000 \sqrt{3}} = \frac{1}{600 \sqrt{3}} \text{ м}^2$

$$\Rightarrow b = \frac{\sqrt{2700}}{408} \text{ м} \Rightarrow \text{Объём призм} - V = S_0 \cdot b = \frac{1}{600 \sqrt{3}} \text{ м}^2 \cdot \frac{\sqrt{2700}}{408} \text{ м} =$$

$$= \frac{\sqrt{900}}{600 \cdot 408} \text{ м}^3 = \frac{30}{600 \cdot 408} \text{ м}^3 = \frac{3}{60 \cdot 408} \text{ м}^3 = \frac{1}{60 \cdot 136} \text{ м}^3. \text{ м} = 8V \Rightarrow 82 \frac{\text{м}}{\text{В}}$$

$$= \frac{1 \text{ т} \cdot 60 \cdot 136}{1 \text{ м}^3} = 8160 \frac{\text{т}}{\text{м}^3} \oplus$$

Ответ: $8160 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$

20

Числовый

Задача 1.3

1) ⊕ 2,3) ⊕ 4) ⊕ 5) ⊖
6) ⊕

Заметим, что $Q_B + Q_F + Q_C + Q_3 = 0$, где Q_B, Q_F, Q_C, Q_3 — количества тепла, отданные или приобретенные, камнями, гашки, лопки и заварки соответственно.

$$Q_B = c_B m_B (t_k - t_B); \quad Q_F = c_F m_F (t_k - t_F);$$

$$Q_C = c_C m_C (t_k - t_1); \quad Q_3 = c_B m_3 (t_k - t_1). \quad \text{Тогда:}$$

$$c_B m_B (t_k - t_B) + c_F m_F (t_k - t_F) + c_C m_C (t_k - t_1) + c_B m_3 (t_k - t_1) = 0$$

$$c_F m_F (t_k - t_F) = -c_B m_B (t_k - t_B) - c_C m_C (t_k - t_1) - c_B m_3 (t_k - t_1) =$$

$$= -4200 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{^\circ\text{C}} \cdot 0,25 \text{ кг} \cdot (-29^\circ\text{C}) - 250 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{^\circ\text{C}} \cdot 0,08 \text{ кг} \cdot 69^\circ\text{C} -$$

$$- 4200 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{^\circ\text{C}} \cdot 0,05 \text{ кг} \cdot 69^\circ\text{C} = 21000 \text{ Дж} - 1200 \text{ Дж} - 12600 \text{ Дж} =$$

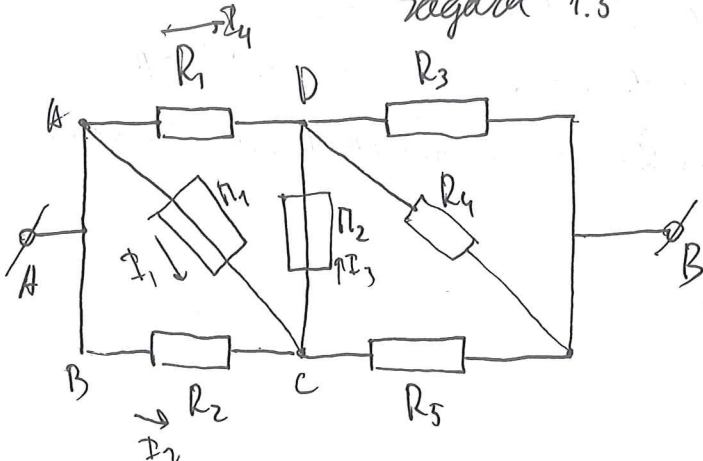
$$= 7200 \text{ Дж}. \Rightarrow m_F = \frac{7200 \text{ Дж}}{800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 45^\circ\text{C}} = 0,2 \text{ кг}.$$

18 баллов

Ответ: 0,2 кг.

67-26-19-26
(1.1)

Установки
Задача 1.5

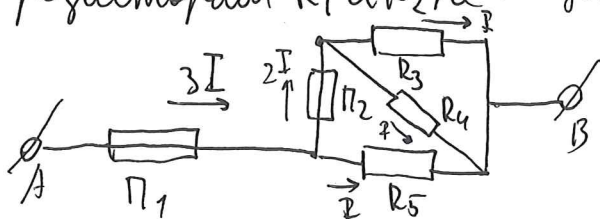


$U_{AC} = U_{BC}$ т.к. они соединены параллельно.

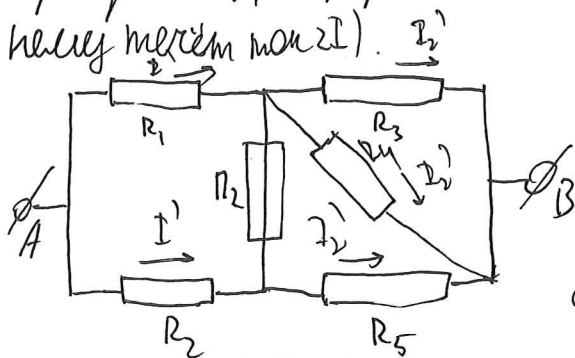
$$U_{AC} = I_1 \cdot R_{C1} = 0 \text{ В} \Rightarrow I_2 R_2 = 0 \text{ В} \Rightarrow I_2 = 0 \text{ А}$$

$$U_{AD} = U_{AC} + U_{DC} = I_1 \cdot R_{C1} + I_3 \cdot R_{C2} = 0 \text{ В} \Rightarrow$$

$\Rightarrow I_4 R_4 = 0 \text{ В} \Rightarrow I_4 = 0 \text{ А}$. Это означает, что ток по резисторам R_1 и R_2 не пойдёт. Перерисуем схему.



Заметим, что R_3, R_4 - параллельны. А т.к. $R_3 = R_4$, то по ним течёт ~~одна~~ ток I . Также R_5 параллелен им, т.к. сопротивление C_2 мало. Значит по нему тоже течёт ток I . \Rightarrow по C_1 течёт ток $3I = I_{C1} \Rightarrow I = \frac{I_{C1}}{3} = \frac{1}{3} \text{ А}$. Одинаковые сопротивления цепи $R_{345} = \frac{R_3}{3} = 4 \text{ Ом} \Rightarrow U = 3I R_{345} = 4 \text{ В} \Rightarrow t_{12} = \frac{U}{a_2} = 4 \text{ мкс}$. Ток есть за 4 микросекунды переключаем C_1 , перерисуем схему до C_1 . (C_2 не переключит т.к. по нему течёт ток $2I$).



$R_1 \parallel R_2$ т.к. C_2 мало \Rightarrow по ним течёт ~~одна~~ одинаковый ток I'

$R_3 \parallel R_4 \parallel R_5 \Rightarrow$ по ним течёт одинаковый ток I_2' . $\Rightarrow 2I' = 3I_2' \Rightarrow$

$$\Rightarrow I' = 1.5 I_2'$$

Именован

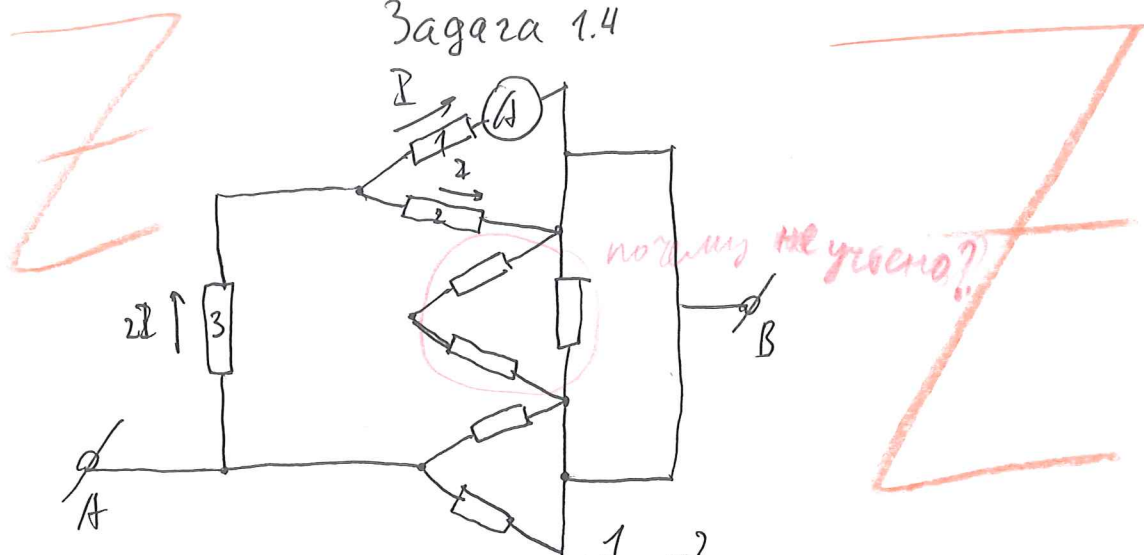
Задача 1.5 (продолжение)

Тогда через Π_2 течёт ток $I' - I_2' = I_2' = I_7 \Rightarrow I_2' = 2A \Rightarrow$
 $\Rightarrow I' = 3A$. Тогда $I' R_4 + I_2' R_3 = 3A \cdot 20\Omega + 2A \cdot 20\Omega = 60 \text{ Дж. В} \Rightarrow$
 $\Rightarrow t_2 = \frac{\text{коэф}}{a} 260 \text{ мин.}$

Ответ: $t_1 = 4 \text{ мин.}$; $t_2 = 260 \text{ мин.}$

неверно - формула для
 энергии тока $I \cdot R$

Числовик
Задача 1.4



Заметим, что резисторы R_1 и R_2 параллельны \Rightarrow по ним течёт одинаковый ток I . и противоположные направления. +

Тогда по резистору 3 течёт ток $2I$.

Тогда $U_0 = 2IR + IR = 3IR \Rightarrow I = \frac{U_0}{3R} = \frac{6B}{3 \cdot 1250\Omega} = \frac{2B}{1250\Omega} = \frac{16B}{10000\Omega} ?$

$\approx 0,016A = 16mA \Rightarrow$ Амперметр покажет ток $16mA$. +

Ответ: $16mA$. +

185