

ШИФР

3 7 0 8 1

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МГТУ им. Баумана, г. Москва

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	1	5	2	5	5	23	двадцать три	Ефимов

Задача 5. + (5)

Дано:
 $m = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$
 $T = 1 \text{ с}$
 $W_{\text{max}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$
 $A = ?$

Решение:

$$1) W_{\text{max}} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow v_{\text{max}}^2 = \frac{2 \cdot W_{\text{max}}}{m}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{max}}}{m}}$$

$$2) v_{\text{max}} = A \cdot \omega \Rightarrow A - \text{амплитуда колебаний}$$

$$\omega - \text{циклическая частота}$$

$$\Rightarrow A = \frac{v_{\text{max}}}{\omega} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$3) \text{ из 1) и 2) } \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{max}}}{m}} \cdot \frac{T}{2\pi} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{0,02}} \cdot \frac{1}{2\pi} = 9032 \text{ м.}$$

Ответ: $A = 9032 \text{ м}$

Задача 1.

+5

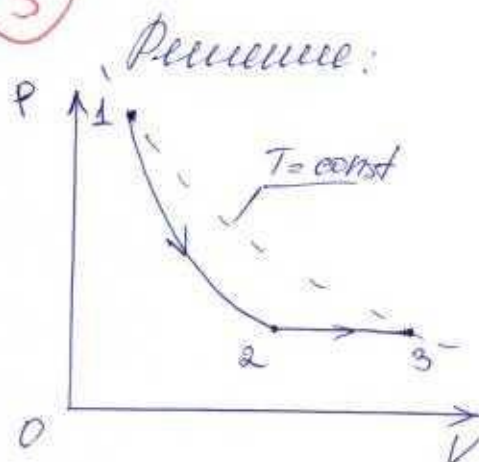
Дано:

$$T_1 = T_3 = \text{const}$$

$$A_{12} = 4,5 \text{ кДж} = 4500 \text{ Дж}$$

Найти:

A_{13} ?



A_{13} - работа цикла

$$A_{13} = A_{12} + A_{23}$$

- 1) $1 \rightarrow 2$ - адиабатический процесс $\Delta Q = 0$
 По закону Термодинамики: $\Delta Q = A_{12} + \Delta U = 0$
 A_{12} - работа, совершенная газом.

$$A_{12} = -\Delta U = -\frac{i}{2} \nu R \Delta T = -\frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = 4500 \text{ Дж}$$

$$T_2 - T_1 = \Delta T_1$$

$$\Delta T_1 = -\frac{2 \cdot 4500}{i \cdot \nu R} = -\frac{2 \cdot 4500}{3 \cdot \nu R}$$

$$= -\frac{3000}{\nu R}$$

- 2) $2 \rightarrow 3$ - изобарный процесс $p = \text{const}$ $\Delta Q = A_{23} + \Delta U$
 $A_{23} = p \Delta V = \nu R \Delta T_2 = \nu R (T_3 - T_2)$
 $\Delta T_2 = T_3 - T_2$

Из 1) и 2) $T_1 = T_3$ по условию: $T_1 = T_2 - \Delta T_1$
 $T_3 = \Delta T_2 - T_2$

$$T_1 - \Delta T_1 = \Delta T_2 - T_2$$

$$\Delta T_2 = -\Delta T_1 = \frac{3000}{\nu R}$$

- 3) Подставляем ΔT_2 в уравнение работы газа за $2 \rightarrow 3$ процесс $A_{23} = \nu R \Delta T_2 = \nu R \frac{3000}{\nu R} = 3000 \text{ Дж}$.

ШИФР

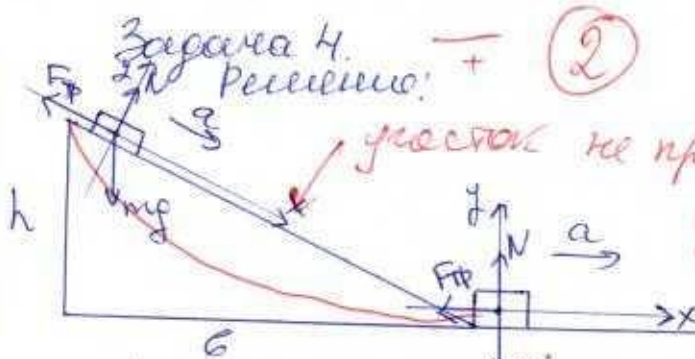
3 7 0 8 1

1) $A_{\text{дв}} = A_{12} + A_{23} = 4500 \text{ Дж} + 3000 \text{ Дж} = 7500 \text{ Дж}$

Ответ: $A_{\text{дв}} = 7500 \text{ Дж}$

Дано:

h
 b
 $P_{\text{тр}} = P$
 μ
 $v_0 = 0$
 $m = ?$



$P_{\text{тр}} = \frac{A_{\text{тр}}}{t} = \frac{F_{\text{тр}} S}{t} = F_{\text{тр}} v$

v - скорость в момент выхода на горизонтальный участок

1) Момент, когда брусок скатывается с шероховатой наклонной плоскости $F_{\text{тр}} = 0$.

Проекции на ось OX: $N = mg \cos \alpha$

OY: $mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$
 $mg \sin \alpha = ma$

2) После того, как наименьшая скорость брусок начинает передвигаться по горизонтальной плоскости $F_{\text{тр}} \neq 0$

$a = g \sin \alpha = \frac{v - v_0}{t} = \frac{v}{t} \Rightarrow v = g \sin \alpha t$

Ox: $N = mg$
 OY: $F_{\text{тр}} = ma$
 $\mu N = ma$
 $\mu mg = ma$

$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + b^2}}$

3) $P_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot v = \mu mg \cdot g t \sin \alpha = mg \mu \cdot g t \sin \alpha = P$

$m = \frac{P}{\mu g^2 t \sin \alpha}$

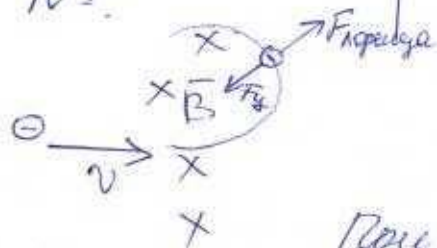
4) t - время скатывания (из 1): по OX: $x = x_0 + v_{0x} t + \frac{at^2}{2}$
 $x = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2x}{g}} = \frac{2\sqrt{h^2 + b^2}}{g \sin \alpha}$ $v_{0x} = 0$ $x = \sqrt{h^2 + b^2}$
 $x_0 = 0$ $\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + b^2}}$

5) $m = \frac{P \sqrt{g \cdot h}}{\mu g^2 \frac{2\sqrt{h^2 + b^2}}{g \sin \alpha} h} = \frac{P \sqrt{gh}}{h \mu g^2} \Rightarrow \text{Ответ: } m = \frac{P \sqrt{gh}}{h \mu g^2}$

Задача 6. + 5

Дано:
 $B = 0,5 \text{ Тл}$
 $t = 1 \text{ нкс} = 10^{-12} \text{ с}$

$N = ?$



Решение:
 1) По условию движется по окружности в однородном магнитном поле. Значит он входит в магнитное поле под углом 90° по отношению к вектору магнитной индукции \vec{B} .

При попадании электрона в магнитное поле возникает сила Лоренца F_L , которая направлена в противоположную сторону от центростремительной силы F_C .

Для того, чтобы он двигался по окружности, данные силы должны быть равны.

$$F_L = F_C$$

$$q v B \sin \alpha = m \frac{v^2}{R}$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin 90^\circ = 1$$

$$q B = m \frac{v}{R}$$

$$q B R = m v$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$q B R = m \frac{2\pi R}{T}$$

$$q B T = 2\pi m \Rightarrow T = \frac{2\pi m}{q B} = 7,14 \cdot 10^{-12}$$

2) $T = \frac{t}{N} \Rightarrow N = \frac{t}{T}$ - количество оборотов за определенное время.

$$N = \frac{t q B}{2\pi m} = \frac{10^{-12} \text{ с} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,5 \text{ Тл}}{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = \frac{5}{357} \approx 0,014$$

Ответ: $N = 0,014$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

3 7 0 8 1

$$1) P_{тр} = \frac{\mu \nu \rho}{L} S$$

Брусек движется вдоль оси Ox : $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$
 x_0 считаем $= 0$

$$x = \frac{\mu \rho g h}{L} \cdot t^2$$

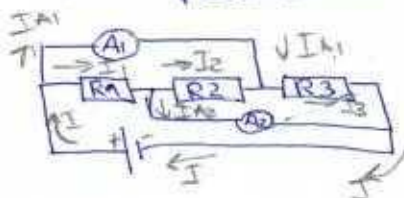
$$5) P_{тр} = \frac{\mu \nu \rho}{L} S = \mu \nu \rho \cdot V = \mu \nu \rho \sqrt{a g h}^3 = P$$

$$m = \frac{P}{\mu \rho \sqrt{a g h}}$$

Задача 3.
Решение:

+(5)

Дано:
 $I_3 = 1 \text{ mA}$
 $R_1 = 1 \text{ kOhm}$
 $R_3 = 3 \text{ kOhm}$
 $U = ?$



1) $I_{вхор} = I_{выхор}$
 по закону Кирхгофа

$$I_3 = I_{A1} + I_2$$

$$I_{вхор} = I_1 + I_{A1}$$

$$I_{выхор} = I_3 + I_{A2}$$

$$I_1 = I_2 + I_{A2}$$

$$I_1 + I_{A1} = I_3 + I_{A2}$$

$$I_2 + I_{A2} + I_{A1} = I_3 + I_{A2}$$

2) R резистора параллельно все соединены
 $\Rightarrow U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$

$$U_{R3} = I_3 \cdot R_3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ Ohm} = 3 \text{ B} \Rightarrow I_{R1} = \frac{U}{R_1} = \frac{3 \text{ B}}{1 \cdot 10^3 \text{ Ohm}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$3) \frac{I_2}{I_1} = \frac{U_{R2}}{U_{R1}} \quad U = R_{01} \cdot I_{01}$$

$$I_{вхор} = I_1 + I_{A1} \quad I_{выхор} = I_3 + I_{A2}$$

$$3 \cdot 10^{-3} + I_{A1} = 1 \cdot 10^{-3} + I_{A2}$$

$$I_{A2} - I_{A1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

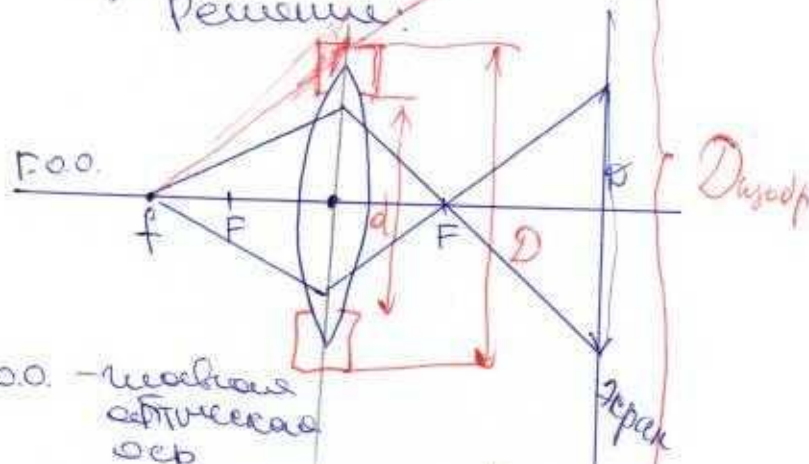
ответ: $U = 3 \text{ B}$.



ШИФР

3 7 0 8 1

Задача 2. — ①
Решение.



Дано:

f
 d
 F
 f

Диаметр = ?

Г.О.О. - главная
оптическая
ось

1) Собирающая линза \Rightarrow
по формуле

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{d+f}{fd}$$

расстояние
от центра
линзы до экрана

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{f-F}{Ff}$$

$$d = \frac{Ff}{f-F}$$