ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 6 4 2

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.19

Площадка написания МГТУ им. Н. Э. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	5	1	5	3	5	5					24	двадцать четыре	[illegible]

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 4 | 6 | 4 | 2 |

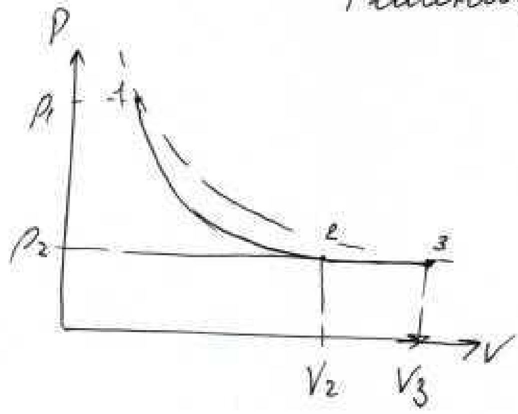
№1

+5

Дано:
$T_1 = T_3$
$A_{12} = 4{,}5$ кДж

$A - ?$

Решение:



Т.к. процесс 12 адиабатный, то $Q = 0$, следовательно $A_{12} = -\Delta U_{12}$ (из I-го начала термодинамики ($Q = A + \Delta U$))

$$A_{12} = -\frac{i}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{i}{2}\nu R(T_1 - T_2) \Rightarrow T_1 - T_2 = \frac{2A_{12}}{i\nu R}$$

$A_{23} = p_2(V_3 - V_2)$ – работа газа при изобарном процессе

$$p_2V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_2}$$

$$p_2V_3 = \nu R T_1 \Rightarrow V_3 = \frac{\nu R T_1}{p_2}$$

$$A_{23} = p_2\left(\frac{\nu R T_1}{p_2} - \frac{\nu R T_2}{p_2}\right) = \nu R(T_1 - T_2) = \frac{2A_{12}}{i}$$

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} + \frac{2A_{12}}{i} = A_{12}\left(1 + \frac{2}{i}\right) = A_{12}\left(\frac{i+2}{i}\right)$$

$$A = 4{,}5 \cdot 10^3\left(\frac{3+2}{3}\right) = 7{,}5 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 7{,}5 \text{ кДж}$$

Ответ: 7,5 кДж.

№4

+3

Дано:
R
B
ρ
M

m – ?

Решение:

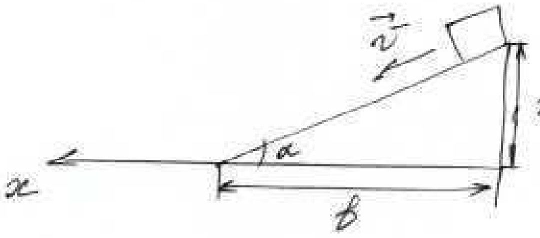
ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 6 4 2

№4 (продолжение)



ЗСЭ: $mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

$P = F_{тр} \cdot v_x$ – мощность силы трения сразу после въезда на горизонтальную поверхность.

$F_{тр} = \mu mg$

$v_x = v\cos\alpha$

$P = F_{тр} \cdot v = \mu mg\sqrt{2gh} \Rightarrow \boxed{m = \frac{P}{\mu g\sqrt{2gh}}}$

$tg\alpha = \frac{h}{b}$; $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{h^2}{b^2}}} = \frac{b}{\sqrt{h^2+b^2}}$

$P = \mu mg \cdot v \cdot \cos\alpha$; $P = \mu mg\sqrt{2gh} \cdot \frac{b}{\sqrt{h^2+b^2}} \Rightarrow m = \frac{P\sqrt{h^2+b^2}}{\mu mgb\sqrt{2gh}}$

Ответ: $\frac{P\sqrt{h^2+b^2}}{\mu mgb\sqrt{2gh}}$.

Дано:
$m = 0{,}02$кг
$T = 1$с
$W = 4 \cdot 10^{-4}$ Дж
A - ?

№5 + 5

Решение:

Пусть координата материальной точки изменяется по з-ну косинуса

$x = A\cos\omega t$

$v = \dot{x} = -A\omega\sin\omega t$

$W_k = \frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2\sin^2\omega t}{2} = \frac{mA^2\omega^2(1-\cos 2\omega t)}{4}$

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 4 | 4 | 6 | 4 | 2 |

№5 (продолжение)

Кинетическая энергия материальной точки максимальна, если $\cos 2\omega t=-1$, тогда

$$W=\frac{mA^2\omega^2}{2} \Rightarrow A=\frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{2W}{m}}=\frac{T}{2\pi}\sqrt{\frac{2W}{m}}$$

$$A=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2\cdot 4\cdot 10^{-4}}{0{,}02}}=0{,}032\ м$$

Ответ: 0,032 м.

№6 +5

Дано:
$B=0{,}5$ Тл
$\tau=10^{-12}$ с
$n-?$

Решение:

II-й з-н Ньютона:

$$ma_ц=F_л$$

$$m_e\frac{v^2}{R}=q_eBv\sin\alpha, \text{ где } \alpha=90°$$

$$m_e\frac{v}{R}=q_eB$$

$$m_e\omega=q_eB$$

$$m_e\cdot\frac{2\pi}{T}=q_eB \Rightarrow T=\frac{2\pi m_e}{q_eB}$$

$$n=\frac{\tau}{T}=\frac{\tau q_eB}{2\pi m_e}$$

$$n=\frac{10^{-12}\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 0{,}5}{2\pi\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}}=0{,}014$$

Ответ: 0,014.

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 6 4 2

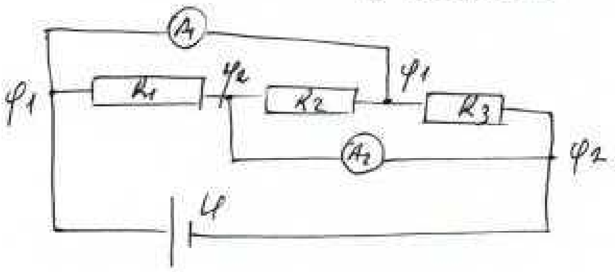
№3.

+ 5

Дано:
~~R37~~
$I_3 = 1$ мА
$R_1 = 1$ кОм
$R_3 = 3$ кОм

U - ?

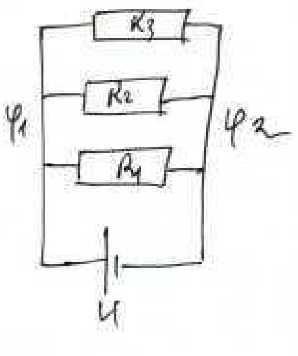
Решение:



т.к. амперметры идеальные

$U = \varphi_2 - \varphi_1$

перестроим схему ~~с учетом пот~~



$\varphi_2 - \varphi_1 = U_3$

$U_3 = I_3 R_3$ (з-н Ома для участка цепи)

$U = U_3 = I_3 R_3$

$U = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{3} = 3$ В

Ответ: 3 В.

№2. — 1

Дано:
F
d, D
f

a - ?

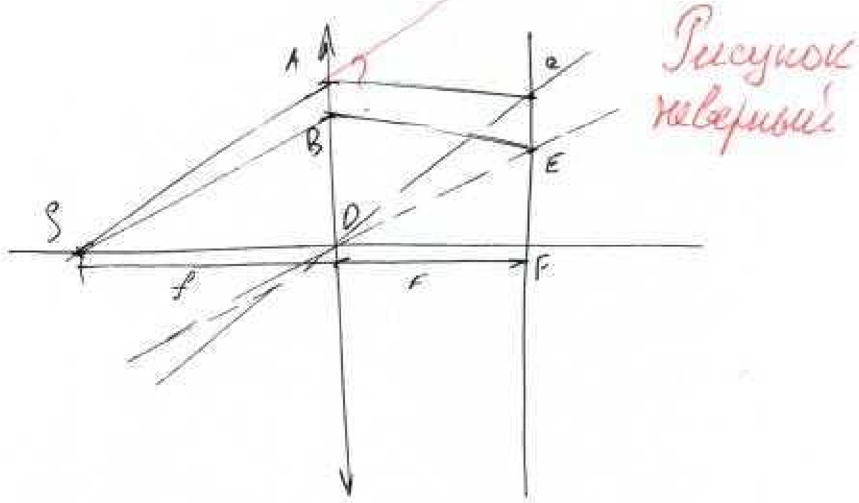
Решение:

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 6 4 2

№2 (продолжение)



$\triangle SOB \sim \triangle OFE$

$\triangle SOA \sim \triangle OFC \Rightarrow \frac{SO}{OF} = \frac{AO}{CF}$

$$\frac{SO}{OF} = \frac{OB}{EF}$$

Т.к. $OA > OB$ ($OA = \frac{D}{2}$; $OB = \frac{d}{2}$ и $D > d$ по усл.), то максимальной радиус тени будет равен FC.

Из $\triangle SOA \sim \triangle OFC$:

$$\frac{SO}{OF} = \frac{AO}{CF}; \quad \frac{f}{F} = \frac{\frac{D}{2}}{R} \Rightarrow R = \frac{FD}{2f}$$

$a = 2R = \frac{2 \cdot FD}{2f} = \frac{F \cdot D}{f}$ – макс. диаметр тени

Ответ: $\frac{F \cdot D}{f}$.