ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 40313

Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03. 02. 2019

Площадка написания КНИТУ

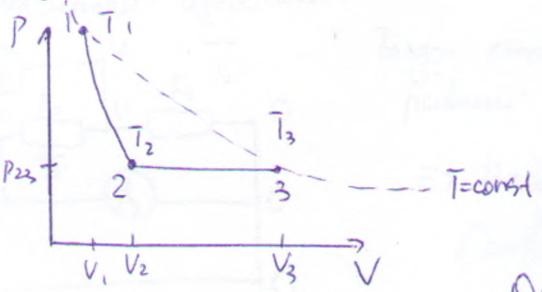
Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	5	4	5	5	5	5	29	Двадцать девять	[signature]

№1

Дано: He; $A_{12} = 4{,}5$ кДж

Найти: A_{13} - ?

Решение:



Пусть T_1 - температура в точке 1. Тогда T_1 - является также температурой в точке 3 (1 и 3 лежат на изотерме). T_2 - температура в точке 2

Первое начало термодинамики для процесса 1-2:

$Q_{12} = \Delta U + A$ $Q_{12} = 0$ (~~1 и 2 лежат на а~~ 1-2 - адиабатный процесс)

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

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

Для процесса 2-3: $A_{23} = p_{23}(V_3 - V_2) = p_{23}V_3 - p_{23}V_2 = \nu RT_3 - \nu RT_2 = \nu R(T_1 - T_2)$

$A_{23} = \frac{2A_{12}}{i} \Rightarrow A_{13} = A_{12} + A_{23} = A_{12} + \frac{2A_{12}}{3} = \frac{5A_{12}}{3} \Rightarrow \boxed{A_{13} = \frac{5A_{12}}{3}}$

$A_{13} = \frac{5}{3} \cdot 4{,}5$ кДж $= 7{,}5$ кДж

Ответ: 7,5 кДж + 5

№6

Дано: $B = 0{,}5$ Тл; $t = 1 \cdot 10^{-12}$ c; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

Найти: n - ?

Решение

На электрон будет сила, равная $F = q\vartheta B$

По 2 закону Ньютона: $\bar{F} = m\bar{a}$ $\vartheta = \omega R$

$ma = ma_{ц.с} = \frac{m\vartheta^2}{R} = m\omega^2 R \Rightarrow m\omega^2 R = q\vartheta B \Rightarrow m\omega^2 R = q\omega R B \Rightarrow m\omega = qB$

$\Rightarrow \omega = \frac{qB}{m}$ $T = \frac{2\pi}{\omega}$ $n = \frac{t}{T} = \frac{t\omega}{2\pi} = \frac{tqB}{m \cdot 2\pi} \Rightarrow \boxed{n = \frac{tqB}{2\pi m}}$, где $q = e$

$n = \frac{10^{-12} \cdot c \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} Кл \cdot 0{,}5 Тл}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} кг} = 0{,}014$ об

Ответ: 0,014 об. + 5

№5

Дано: $m = 20$ г; $T = 1$ с; $W_{max} = 4 \cdot 10^{-4}$ Дж

A - ?

Решение:

$W_{max} = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2} \Rightarrow \vartheta_{max} = \sqrt{\frac{2W_{max}}{m}}$

Уравнение колебаний: $x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\Rightarrow \vartheta = \dot{x} = x_m\omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow \vartheta_{max} = x_m\omega_0 = A\omega_0$

$T = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \vartheta_{max} = \frac{A \cdot 2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2W_{max}}{m}} \Rightarrow \boxed{A = \frac{T}{2\pi}\sqrt{\frac{2W_{max}}{m}}}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ГАЗПРОМ

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

ШИФР 40313

Продолжение номера 5

$A=\frac{T}{2\pi}\sqrt{\frac{2W_{max}}{m}} \Rightarrow A=\frac{1c}{2\cdot3{,}14}\sqrt{\frac{2\cdot4\cdot10^{-4}Дж}{0{,}02кг}}=0{,}03185$ м

Ответ: $3{,}2\cdot10^{-2}$ м +

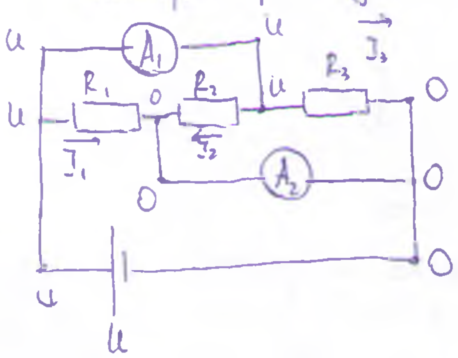
5

№ 3

Дано: $R_1=1кОм$; $R_3=3кОм$; $I_3=1мА$

Найти: U-?

Решение: Воспользуемся методом расставления потенциалов (с учётом того, что амперметры идеальные):



Тогда становится ясно, что через R_3 течёт ток равный: $I_3=\frac{U-0}{R_3}=\frac{U}{R_3}$ $\left(U \xrightarrow{R_3} 0,\ \vec{I_3}\right)$

$\Rightarrow U=I_3R_3=1мА\cdot3кОм=3В$

Ответ: 3В +

5

№ 4

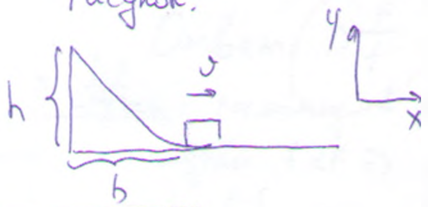
Дано: h; b; P; μ

Найти: m-?

Решение: По закону сохранения энергии: $\frac{m\vartheta^2}{2}=mgh$, где ϑ – скорость сразу ~~после~~ после достижения горизонтальной поверхности

$\Rightarrow \vartheta=\sqrt{2gh}$

Рисунок:



$P=\frac{A}{t}$; $A=FS \Rightarrow P=\frac{FS}{t}=F\vartheta$ $\quad F_{тр}=\mu N$ (есть скольжение)

2 Закон Ньютона на ось Y: $mg=N$

$\Rightarrow F_{тр}=\mu mg \Rightarrow P=\mu mg\vartheta$

$P=\mu mg\sqrt{2gh} \Rightarrow m=\frac{P}{\mu g\sqrt{2gh}}=\frac{P}{\sqrt{2h}\,\mu g^{\frac{3}{2}}}$

$\boxed{m=\frac{P}{\sqrt{2h}\,\mu g^{\frac{3}{2}}}}$

~~m=~~

Ответ: $m=\frac{P}{\sqrt{2h}\,\mu g^{\frac{3}{2}}}$ +

5

№ ~~5~~2

Смотрите следующий лист.

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

ШИФР 40313

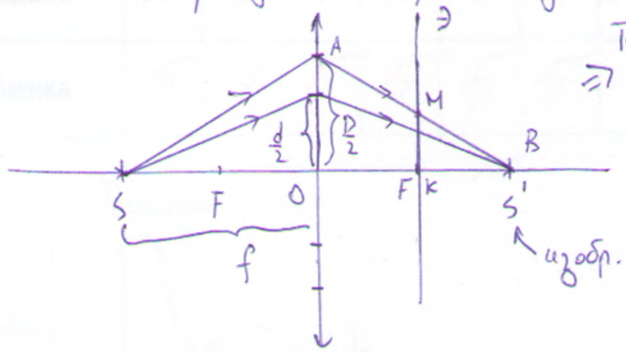
№2

Дано: d; F; D, f

Найти: D' – ?

$\underline{\text{I случай}}$: $f > F$

Решение: Нарисуем картинку:



Тень будет в виде колечка (как и оправа)

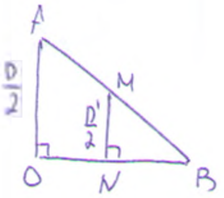
По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, где a – расстояние от линзы до изобр. (S')

$\Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{f-F}{Ff} \Rightarrow a = \frac{fF}{f-F}$

причём $f > F$ (иначе изображение будет мнимым). Более того по формуле видно, что

$a > F$ $\left(\frac{f}{f-F} > 1\right) \Rightarrow$ Рисунок нарисован верно (изобр. за фокусом то есть за экраном)



Рассмотрим $\triangle AOB$ и $\triangle BMN$; $\triangle AOB \sim \triangle BMN$ ($\angle B$ – общий, $\angle AON = \angle MNB = 90°$)

$AO = \frac{D}{2}$; $MN = \frac{D'}{2}$; $OB = a$; $ON = F$ $\Rightarrow NB = a - F$

$\Rightarrow \frac{MN}{AO} = \frac{NB}{BO} \Rightarrow \frac{0{,}5D'}{0{,}5D} = \frac{a-F}{a} \Rightarrow D' = D\,\frac{a-F}{a}$

$D' = D\,\dfrac{\frac{fF}{f-F} - F}{\frac{fF}{f-F}} = D\,\dfrac{fF - Ff + F^2}{\cancel{f-F}} \cdot \dfrac{\cancel{f-F}}{fF} = D\,\dfrac{F^2}{fF} = D\,\dfrac{F}{f}$

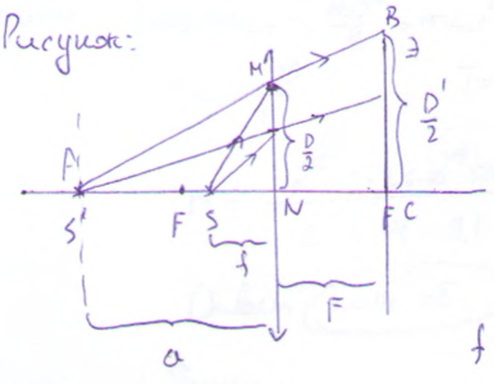
$\Rightarrow \boxed{D' = D\frac{F}{f}}$

Ответ: $D\frac{F}{f}$

$\underline{\text{II случай}}$ ($f < F$): поскольку в условии не сказано f больше или меньше F, имеет место быть и случай $f < F \Rightarrow$ изобр. будет мнимым. Формула тонкой линзы:

$-\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{a} = \frac{F-f}{Ff} \Rightarrow \cancel{a = \frac{Ff}{f-F}}$ $a = \frac{fF}{F-f}$

Рисунок:



$\triangle ABC \sim \triangle AMN$ (как I случае)

$\Rightarrow \frac{0{,}5D'}{0{,}5D} = \frac{F+a}{a} \Rightarrow D' = D\,\frac{F+a}{a}$

$D' = D \cdot \dfrac{F + \frac{fF}{F-f}}{\frac{fF}{F-f}} = D\,\dfrac{F^2 - Ff + Ff}{F-f} \cdot \dfrac{F-f}{Ff} = D\,\dfrac{F}{f}$

Удивительно, но ответ тот же $\Rightarrow$ D' независимо от $f > 0$ или $f < 0$, один и тот же

Ответ: ~~$D' = \frac{F}{f}D$~~ $D' = \frac{F}{f}D$

4