ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

ШИФР 10910

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Дисциплина	ФИЗИКА
Фамилия	ГЕЙНЦ
Имя	ИЛЬЯ
Отчество	ЮРЬЕВИЧ
№ школы	ЛИЦЕЙ ПРИ ТПУ
Населенный пункт	Г. ТОМСК
Номер варианта	5

ГАЗПРОМ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

обратная сторона не проверяется!

ШИФР 10910

Класс 11 **Вариант** 5 **Дата Олимпиады** 19.02.2017

Площадка написания ТПУ

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	2	9	10	10	10	—	—	—	—	—	41	сорок один	

№2

Дано:
$\nu = 2$ моль
$Q = 8$ кДж
$p^3V^2 = const$
$V_2 = 8V_1$
$T_1 = 300$ К
$A - ?$

Решение

1) Согласно закону Менделеева - Клапейрона,
$\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_2V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$; Согласно условию, $V_2 = 8V_1$, поэтому

$\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ 8p_2V_1 = \nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_1}{8p_2} = \frac{T_1}{T_2}$; $\frac{p_1}{p_2} = 8\frac{T_1}{T_2}$

2) В данном процессе выполняется равенство $p^3V^2 = const$, значит,
$p_1^3V_1^2 = p_2^3V_2^2$; $p_1^3V_1^2 = 64p_2^3V_1^2 \Rightarrow p_1 = 4p_2$

Возвращаясь к равенству из п. ①, $\frac{4p_2}{p_2} = 8\frac{T_1}{T_2}$; $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_2 = 2T_1$

3) Согласно первому началу термодинамики,
$Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U$

Газ в процессе - одноатомный, поэтому $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu RT_1$

Имеем: $A = Q - \frac{3}{2}\nu RT_1$; $A = 8000 - 3 \cdot 8{,}31 \cdot 300 = 521$ Дж

2 ↳ сначала?

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

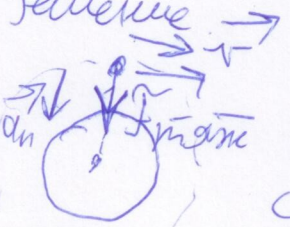
ШИФР 10910

№3

Дано:
$R = 64 \cdot 10^5$ м
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

v_0 - ?

Решение



1) Найдем скорость, которую должно обладать тело для движения по орбите с высотой, равной радиусу Земли.

Согласно II Закону Ньютона, $\vec{F}_{тяж} = m\vec{a}_ц$;

$F_{тяж} = \frac{mv^2}{2R}$; $G\frac{Mm}{4R^2} = m\frac{v^2}{2R}$; Также известно, что $g = G\frac{M}{R^2}$.

Имеем: $\frac{gR}{4} = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gR}{2}}$. 10б

2) Согласно закону сохранения механической энергии,

$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$, где E_{p1}, E_{p2} - потенц. энергии на поверх. и на орбите, E_{k1}, E_{k2} - кинет. энергии тела на поверх. и на орбите соответственно.

Или:

$-G\frac{Mm}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = -G\frac{Mm}{2R} + \frac{mv^2}{2}$; где v_0 - искомая скорость;

$-gR + \frac{v_0^2}{2} = -\frac{gR}{2} + \frac{gR}{4}$; $\frac{v_0^2}{2} = \frac{3}{4}gR$; $v_0 = \sqrt{\frac{3}{2}gR}$;

$v_0 \approx 9798 \frac{м}{с}$ /ответ

№4

Дано:
$\Gamma = 3$
$s = 0{,}16$ м

F - ?

Решение.

Т.к. линза собирающая, а изображение - увеличенное, то возможны два случая.

а) Предмет находится между фокусом и двойным фокусом (действ. изобр.):

$\begin{cases} f + d = s \\ \frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \end{cases} \Rightarrow F = \frac{fd}{f+d} = \frac{fd}{s}$

б) Предмет находится между линзой и фокусом (мнимое изображение):

$\begin{cases} f - d = s \\ -\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \end{cases} \Rightarrow F = \frac{fd}{f-d} = \frac{fd}{s}$

↪

2) В обоих случаях фокусное расстояние линзы $F = \frac{fd}{s}$. Т.к. $\Gamma = \frac{f}{d}$, то $f = \Gamma d$, тогда:

а) $\Gamma d + d = s$; $d = \frac{s}{\Gamma+1}$; $F = \frac{\Gamma d^2}{s} = \frac{\Gamma s^2}{s(\Gamma+1)^2} = \frac{\Gamma s}{(\Gamma+1)^2}$;

$F = \frac{3 \cdot 0{,}16}{16} = 0{,}03$ м

б) $\Gamma d - d = s$; $d = \frac{s}{\Gamma-1}$; $F = \frac{\Gamma d^2}{s} = \frac{\Gamma s^2}{s(\Gamma-1)^2} = \frac{\Gamma s}{(\Gamma-1)^2}$;

$F = \frac{3 \cdot 0{,}16}{4} = 0{,}12$ м

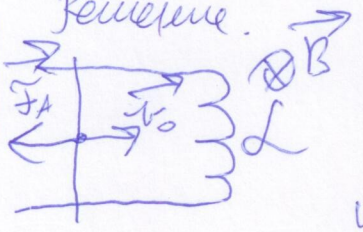
108

Ответ: 0,03 м или 0,12 м

N5

Дано:
d
L
m
v_0
B
$s - ?$

Решение.



1) При движении проводника в контуре возникает ЭДС индукции, $|\mathcal{E}_i| = \left|\frac{-B\Delta S}{\Delta t}\right|$;

$|\mathcal{E}_i| = \frac{Bd\Delta x}{\Delta t}$, где Δx – малое смещение проводника от положения равновесия, в котором на него не действуют силы (пруж. напряжение)

2) В катушке индуктивности возникает ЭДС самоиндукции, согласно второму закону Кирхгофа:

$\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_{si} = J \cdot R \Rightarrow \mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{si}$ или $\frac{Bd\Delta x}{\Delta t} = L\frac{\Delta J}{\Delta t}$

Имеем: $\Delta J = \frac{Bd\Delta x}{L}$. Катушка индуктивности препятствует возрастанию тока в цепи.

3) Тогда на подвижный проводник действует сила Ампера, равная $F_A = B\Delta J \cdot d = \frac{B^2 d^2}{L}\Delta x$.

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 10910

№5 (продолжение)

На проводник при смещении от положения равновесия действует сила, прямо пропорциональная этому смещению и направленная в противоположную сторону, т. е. имеет вид $\vec{F}_A = k\Delta x$, где $k = \frac{B^2 d^2}{L}$. Система является гармоническим осциллятором, а k – это жёсткость системы. (10 б)

4) Согласно закону сохранения полной энергии,

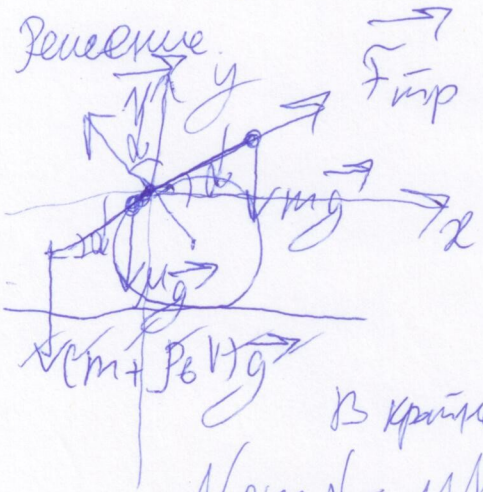
$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{ks^2}{2}$; $s = \sqrt{\frac{m}{k}}\, v_0 = \sqrt{mL} \cdot \frac{v_0}{Bd}$

Ответ: $s = \sqrt{mL} \cdot \frac{v_0}{Bd}$

№1

Дано:
$\rho_б = 10^3 \frac{кг}{м^3}$
$m = 1$ кг
$M = 10$ кг
$l = 2{,}5$ м
$R = 0{,}5$ м
$\mu = 0{,}1$
$V - ?$

Решение



1) Согласно II закону Ньютона в проекции на ось Ox: (2 б)

$F_{тр}\cos\alpha = N\sin\alpha$;

В крайнем случае $F_{тр} = \mu N$, т. е.

$N\sin\alpha = \mu N\cos\alpha \Rightarrow \mu = \operatorname{tg}\alpha$, где

α – предельный угол, на который может отклониться доска от горизонт. положения, не соскользнув с опоры. Тогда, согласно ур-ю моментов отн. центра доски,

$(m + \rho_б V)g \cdot \frac{l}{2}\cos\alpha$