ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 6 1 5 9

Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.02.2019

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	5	5	5	5	5	—	—	—	—	30	Тридцать	[illegible]

№6.

Дано:

$R = 1$ Ом

$v = 10$ м/с

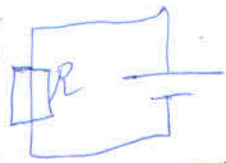
$B = 0{,}5$ Тл

$L_1 = 0{,}1$ м, $L_2 = 0{,}05$ м

$Q - ?$

Решение:

В момент, когда только часть рамки проходит участок с полем, возникает $\mathcal{E}$; ~~возникновением~~ оно из-за силы Лоренца, действующей на заряды в проводнике, схема эквивалентна:



$$\mathcal{E} = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = \frac{B \cdot dS \cdot \cos\alpha}{dt} = \frac{B \cdot L_1 \cdot dx}{dt} = BL_1 v,$$

$$Q_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R} t_1; \quad t_1 = \frac{L_2}{v}; \quad Q = \frac{B^2 L_1^2 v^2 L_2}{R \, v} = \frac{B^2 L_1^2 v L_2}{R}.$$

Когда вся рамка в поле, тока не идет:

Когда рамка выходит из поля, схема:

$Q_2 = Q_1$.

Итого, $Q = 2Q_1 = \frac{2B^2 L_1^2 L_2 v}{R}$.

$$Q = \frac{2 \cdot 0{,}5^2 \cdot 0{,}1^2 \cdot 0{,}05 \cdot 10}{1} = 0{,}0025 \text{ (Дж)}$$

Ответ: 2,5 мДж.

+ 5

№5.

Дано:
k
m

$x_н$ - ?

Решение:

Т.к. пружины соединены последовательно, растянуты они с одинаковой силой, а зн-т, эквивалентная жесткость

$k' = \frac{k}{2}$ (под действием той же силы пружина растянется вдвое сильнее)

$F = k'x_1$; $F = kx_2 = \cancel{k}$ $x_1 = 2x_2$; $k' = \frac{k}{2}$)

Т.к. нить должна быть все время натянута, в верхней точке сила натяжения ноль, а зн-т и деформация 0.

~~Положение равновесия~~ От положения равновесия груз отклоняется на одно и то же расстояние, т.е. $k'x_н = mg$; $x_н = \frac{mg}{k'} = \frac{2mg}{k}$.

И т.к. это амплитудное верхнее положение, это и будет искомым расстоянием (т.к. они равны).

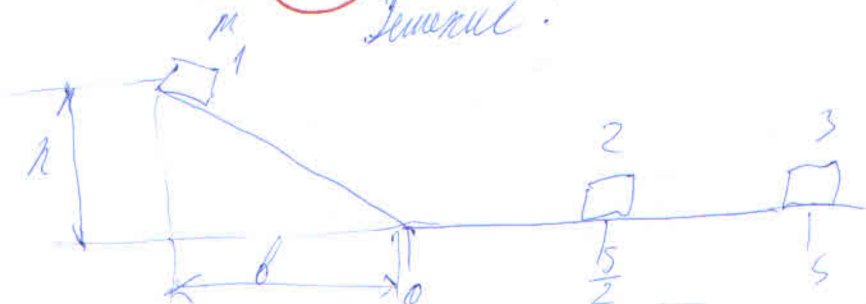
Ответ: $\frac{2mg}{k}$. + 5

№4.

Дано:
h, b,
P, μ

m - ?

Решение.



Из 3-го закона кинетической энергии для 1 и 3, ~~0 = mgh − μmgS~~ $0 = A_{F_т} - A_{F_{тр}}$

$0 = mgh - \mu mgS$; $S = \frac{h}{\mu}$.

для 1 и 2: $\frac{mv^2}{2} - 0 = mgh - \frac{\mu mgS}{2}$;

$\frac{v^2}{2} = gh - \frac{g\mu h}{2\mu}$; $v^2 = gh$, $v = \sqrt{gh}$.

$P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{\mu mg\,dx}{dt} = \mu mg v$; $P = \mu mg\sqrt{gh}$; $m = \frac{P}{\mu g\sqrt{gh}}$.

Ответ: $\frac{P}{\mu g\sqrt{gh}}$. + 5

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

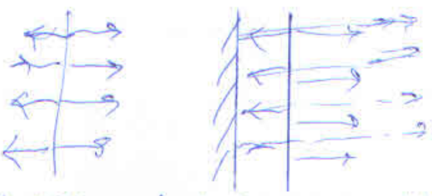
ШИФР 4 6 1 5 9

№3.

Дано:
$U_0 = 220$ В

$U_1 = ?$

Решение:



При установке зеркала оно начнет отражать инфракрасные лучи, падающие на него.

И т.к. спирали у печки нагреваются две, они одинаковые, но при том же напряжении мощность возрастет в 2 раза, мощность одинакова, но т.к. показания термометра неизменны, значит

$P = 2P_з$, где P - без зеркала, $P_з$ - с зеркалом.

$\frac{U_0^2}{R} = 2\frac{U_1^2}{R}$; $U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.

$U_1 = \frac{220 В}{\sqrt{2}} \approx 155,6$ В.

+ 5

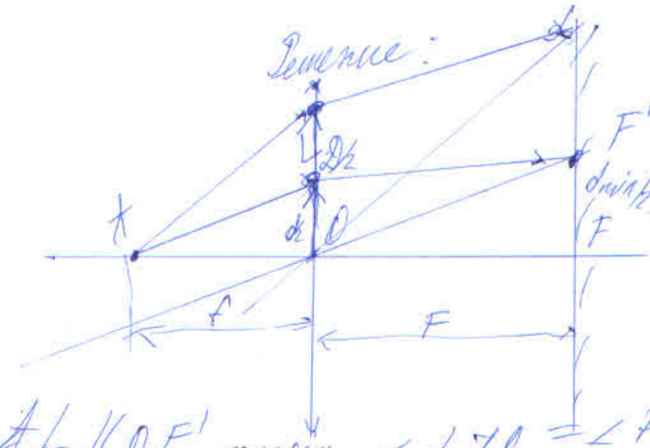
Ответ: 155,6 В.

№2.

Дано:
F
d, D
f

$d_{min} - ?$

Решение:



1) Строим луч AL.
2) Строим $l \mid l \parallel AL \wedge O \in l$.
$l \wedge L = F'$ - т. побочного фокуса
3) Весь преломленный пойдет по LF'.

Т.к. $AL \parallel OF'$ поэтому $\angle LAO = \angle F'OF$ как соответственные при параллельных прямых, и т.к. $\angle LOA = F'FO = 90°$ т.к. перпенд. главной оптической оси, $\Delta AOL \sim \Delta OFF'$, и $\frac{AO}{OF} = \frac{LO}{FF'}$; $\frac{f}{F} = \frac{d/2}{d_{min}/2}$;

$d_{min} = \frac{dF}{f}$. Проведя аналогичные построения для нижнего конца отверстия, очевидно, что диаметр ~~всего~~ светлого круга ~~будет~~ больше, а значит минимальный диаметр у тех лучей, которые ~~[illegible]~~ образованы лучами на внутренней границе оправки.

Ответ: $\frac{dF}{f}$.

+ 5

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(a\cdot b)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

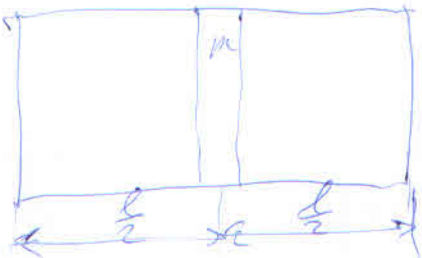
ШИФР 4 6 1 5 9

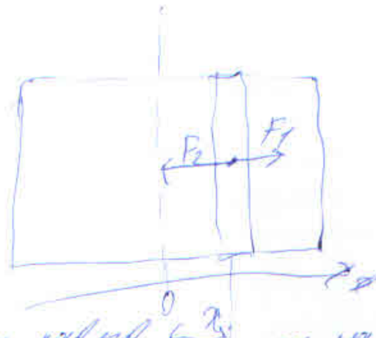
№1.

Дано: l, m, ν, T

$\tau - ?$

Решение:





Введем систему координат у положения равновесия на малое смещение x вправо и запишем II з-н Ньютона в проекции на ось:

$F = m\ddot{x}$; $F = F_1 - F_2$, $F_1 = P_н S$, т.к. пар насыщенный, где F - равнодействующая сил.

$F_2 = PS$, Из закона Бойля-Мариотта, $P_н \frac{l}{2} S = P\left(\frac{l}{2}+x\right)S$;

$P = \frac{P_н l}{l+2x}$;

И из уравнения Клапейрона-Менделеева, $P_н \frac{l}{2} S = \nu RT$; $S = \frac{2\nu RT}{P_н l}$;

$F = (F_1 - F_2) = (P_1 - P_2)S = (P - P_н)S = \left(\frac{P_н l}{l+2x} - P_н\right)S = -\frac{2P_н x}{l+2x} S$

И учитывая, что $x << l$, $F \approx -\frac{P_н x S}{l}$

Тогда $-\frac{P_н x S}{l} = m\ddot{x}$; $\frac{2P_н x S}{ml} + \ddot{x} = 0$, т.к. дифференциальное уравнение колебаний представимо в виде $\omega^2 x + \ddot{x} = 0$,

$\omega^2 = \frac{2P_н S}{ml}$; $S = \frac{2\nu RT}{P_н l}$; $\omega^2 = \frac{4P_н \nu RT}{ml \cdot P_н l} = \frac{4\nu RT}{ml^2}$.

$\omega = 2\sqrt{\frac{\nu RT}{ml^2}}$; $\tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi\sqrt{ml^2}}{2\sqrt{\nu RT}} = \pi l\sqrt{\frac{m}{\nu RT}}$.

Ответ: $\pi l \sqrt{\frac{m}{\nu RT}}$

+ 5