МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Покори Воробьёвы Горы!»**

Профиль олимпиады: **Физика**

ФИО участника олимпиады: **Зайнуллин Амир Рустэмович**

Класс: 11

Технический балл: **86**

Дата проведения: **24 марта 2022 года**

Олимпиада школьников «Покори Воробьевы Горы!»
Заключительный этап 2021/22 учебного года.

ШИФР РАБОТЫ	1760872

Результаты проверки:

	1	2	3	4	Σ
В	5	3	5	2	86
З	12	20	19	20	

Марлова Светлана Николаевна
Винцева Полина Александровна

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:86

1760872

Беловик

(4)

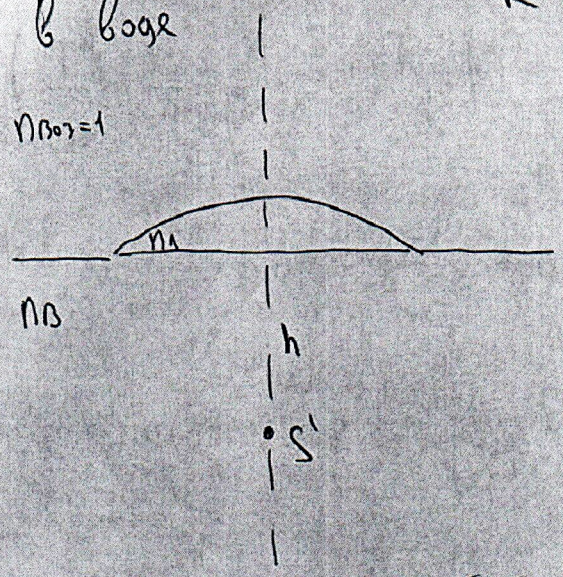
$D = 7$ дптр

$h = 20$ см

$n_в - ?$

в воде

$n_{воз} = 1$



R – радиус кривизны линзы. $n_л$ – показатель линзы преп. тогда когда линза в воздухе $n_{воз} = 1$

$$F = \frac{n_л - n_{воз}}{R} = \frac{n_л - 1}{R} \quad \text{и (1)} \quad D = \frac{R}{n_л - 1}$$

Теперь по общей формуле тонкой линзы

$$\underbrace{\frac{n_{воз}}{\infty}}_{=0} + \frac{n_в}{h} = \frac{1}{F} = \frac{n_л - 1}{R} = D$$

т.к. источник в диске

$$\frac{n_в}{h} = D \qquad n_в = h \cdot D = 0{,}2 \cdot 7 \text{ дптр}$$

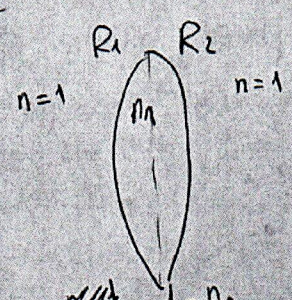
$$n_в = 1{,}4$$

(+)

ВОПРОС: ~~Формула тонкой линзы~~

~~в воздухе: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D_{воза}$~~

~~в жидкости: $\frac{n}{a'} +$~~



в воздухе $D_{воза} = \frac{n_л - 1}{R_1} - \frac{1 - n_л}{R_2} = (n_л - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

в жидкости

$$D_ж = \frac{n_л - n}{R_1} - \frac{n - n_л}{R_2} = (n_л - n)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

т.к. $n > 1$, то D уменьшится

(+)

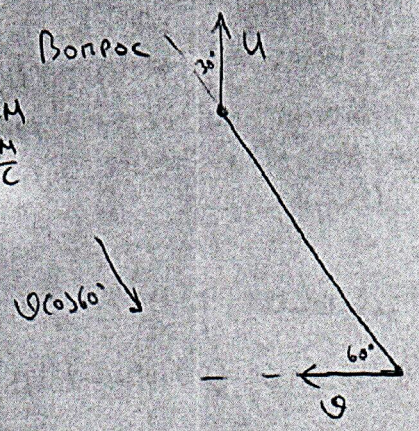
1ый лист

Белоник.

① Вопрос

$L = 60$ см

$v = 1.5 \frac{м}{с}$



Найдем u. т.к. стержень твердый выполняется линейн. связь равенств проекций на стержень. т.е.

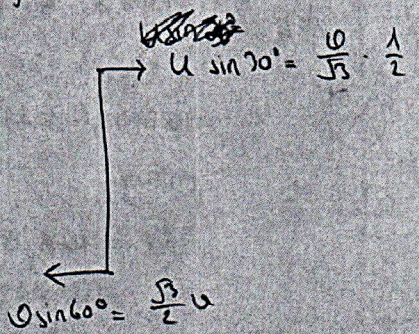
$$u \cos 30° = v \cos 60°$$

$$u \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{v}{2}$$

$$u = \frac{v}{\sqrt{3}}$$

теперь перейдем в с.о. где гантель будет только вращаться т.е. ~~прямолин~~ витеи $v \cos 60°$ направл. как на рисунке.

тогда



т.к. общее вращ. движение, то

тогда $\omega = \frac{1}{L} v \left(\frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$

$$\omega = \frac{v}{L} \cdot \frac{4}{\sqrt{3} \cdot 2} = \frac{2v}{\sqrt{3} \cdot L} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0.6}$$

$$\omega = \frac{1.73}{0.6} \approx 2.9 \frac{рад}{с}$$

(+)

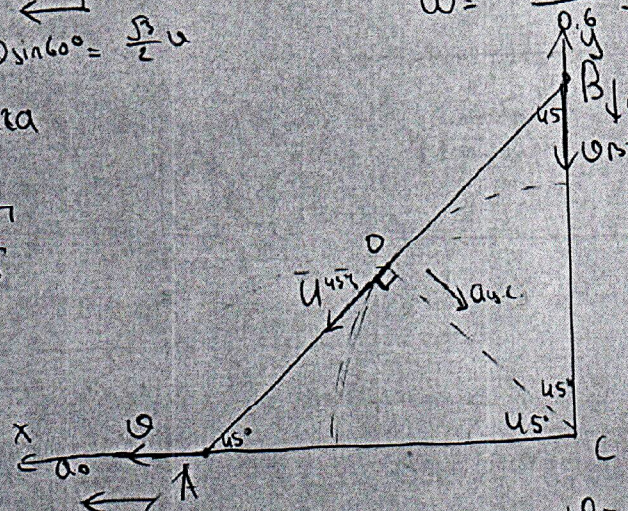
Задача

a_0

$t = \sqrt{\frac{L}{2a_0}}$

$\alpha = 45°$

u - ?



т.к. O - середина AB, то $AO = OB = OC = \frac{L}{2}$.

и т. O всегда движется по четверти окружности радиусом $\frac{L}{2}$

скорость т. O направл. по касательной к OC.

$v = a_0 t$ $\quad a_0 \sqrt{\frac{L}{2a_0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = u$

$v \cos 45° = u$

лин. связь

$$\boxed{u = \frac{\sqrt{a_0 L}}{2}}$$ (+)

тогда $a_{цс} = \frac{u^2}{\frac{L}{2}} = \frac{2 \cdot \frac{a_0 L}{4}}{L} = \frac{a_0}{2}$

направл. под углом 45° к горизонту (как на рисунке).

Найдем v_B. аналогично $v_A = v$

$v \cos 45° = v_B \cos 45$

Найдем ускорение a_B. понятно, что оно направлено вертикально.

за малое время Δt, т.к. угол 45°, то

$$v \Delta t + \frac{a_0 \Delta t^2}{2} = v \Delta t + \frac{a_B \Delta t^2}{2}$$

$a_0 = a_B$

ЛИСТ 2

Беловик

Тк ~~О - середина АВ, вертикальное~~

~~Тк~~ Движение (ускорение) точки О можно представить как суперпозицию вертикального и горизонтального движений (ускорений) помимо $a_{ц.с.}$

т.е. т.к. О - середина АВ, ее вертикальное ускорение равно $\frac{a_B}{2} = \frac{a_0}{2}$, а горизонтальное $\frac{a_0}{2}$.

т.е.

$$a_0 \delta_{из} = \sqrt{\left(\frac{a_0}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{a_0}{2}\right)^2} = a_0\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = \frac{a_0\sqrt{3}}{2}$$

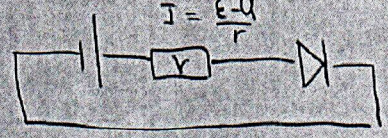
$$\sin\beta = \frac{\frac{a_0}{2}}{\frac{\sqrt{3}a_0}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

направлено под углом $\beta = \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ к лестнице

③ Вопрос

$\mathcal{E} = 4В$

$r = 4Ом$



БЕЛОВИК

пусть на диоде напр. U

тогда на $r = \mathcal{E} - U$

через диод ток тоже I

и $I = \frac{\mathcal{E}-U}{r}$ т.е. на ВАХе диода мы должны провести прямую $I(U) = \frac{\mathcal{E}-U}{r}$. пересечение с ВАХом есть исходная точка.

при $U = 0$ $I = \frac{4В}{4Ом} = 1А$. при $U = 4В$ $I = 0$

проводим по двум точкам.

это примерно 1,5В, а сила тока будет 0.6А

+

Задача:

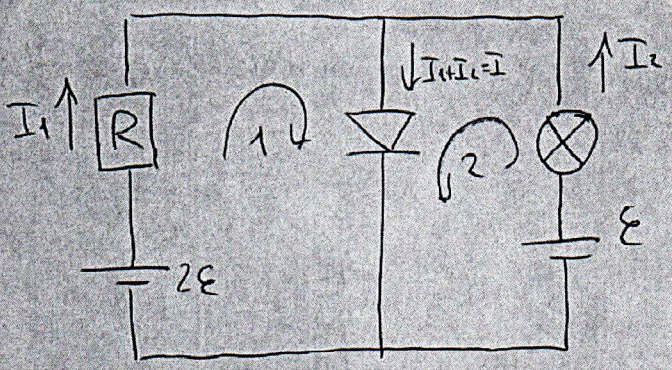
$I = I_0 \sqrt{\frac{U}{\mathcal{E}}}$

$I_0 = 0.5А$

$\mathcal{E} = 5В$

$R = 20$ Ом

$P_д$ – ?



расставим токи как на рисунке

пусть на диоде напряжение U.

тогда

$U_л$ - напряжение на лампочке

II ое прав. Кирхгофа

1: $I_1 R + U = 2\mathcal{E}$ $\quad I_1 = \frac{2\mathcal{E}-U}{R}$

2: $U_л + U = \mathcal{E}$ $\quad U_л = \mathcal{E} - U$. и $\quad I_2 = I_0 \sqrt{\frac{\mathcal{E}-U}{\mathcal{E}}}$

тогда ток через диод

$I = I_1 + I_2 = \frac{2\mathcal{E}-U}{R} + I_0 \sqrt{\frac{\mathcal{E}-U}{\mathcal{E}}}$

$I = \frac{10-U}{20} + 0.5 \cdot \sqrt{\frac{5-U}{5}}$

Аналогично вопросу в этой задаче выше, нужно провести данную кривую через график.

$\sqrt{0,65} \approx 0.8$

при $U \approx 1.75$ В

$I = \frac{8,25}{20} + 0.5 \sqrt{\frac{3,25}{5}} = \frac{41,25}{100} + 0,5\sqrt{0,65} \approx 0,4 + 0,4 = 0.8$ А.

что примерно соответствует тому что на графике.

+

тогда $P = U \cdot I = 1.75$ В $\cdot$ 0.8 А $= 1,4$ Вт

единственный ответ.

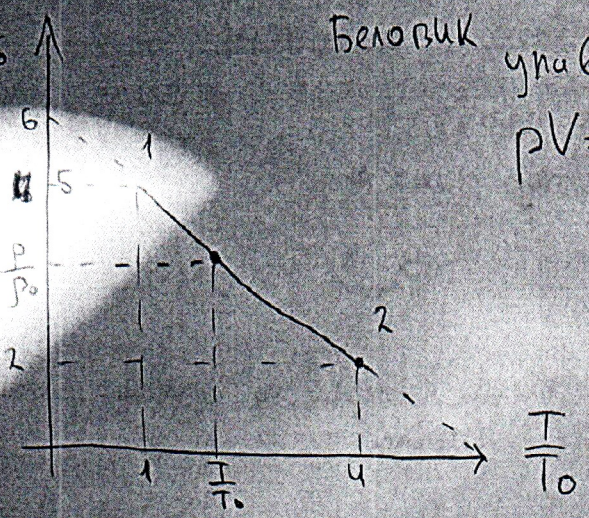
при $U > 1.75$В, нагрузочная кривая ниже ВАХА. Значит есть только

при $U < 1.75$В наоборот, выше ВАХА.

ЛИСТ 4

(2) Беловик

$\frac{\rho_{max}}{\rho_{min}}$



уравнение состояния

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$p = \frac{\rho}{M} RT$$

$$(1)\ \frac{p}{\rho_0 T_0} = \frac{R}{M}\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)\cdot\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

также из графика понятно, что $(2)\ \frac{\rho}{\rho_0} = 6 - \frac{T}{T_0}$

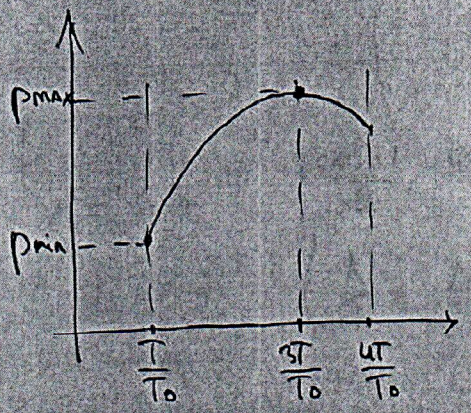
подставим в (1).

$$\frac{p}{\rho_0 T_0} = \frac{R}{M}\left(6 - \frac{T}{T_0}\right)\frac{T}{T_0}$$

это квадратичная зависимость ветвями вниз, с вершиной в точке $3\frac{T}{T_0}$

~~Если~~ т.е. p_{max} при $\frac{T}{T_0} = 3$

Если схематично изобразить $p \cdot \frac{M}{R\rho_0 T_0}\left(\frac{T}{T_0}\right)$, то



вижу, что минимум p соотв. в начальной точке при $\frac{T}{T_0} = 1$.

$$p_{min} \cdot \frac{M}{R\rho_0 T_0} = 5\left(\frac{T}{T_0}\right)^2$$

$$p_{max} \cdot \frac{M}{R\rho_0 T_0} = 9\left(\frac{T}{T_0}\right)^2$$

и $\frac{p_{max}}{p_{min}} = \frac{9}{5} = 1.8$ (+)

Вопрос: с таким знанием МКТ для идеального газа мы используем формулу $U = \frac{i}{2}\nu RT$ U - внутренняя энергия газа, а T температура в абсолютной шкале Кельвина т.е. температура показывает однозначно определяет, какую внутреннюю энергию имеет газ. также $U \sim T$.

i = степень свободы

Еще ~~раз~~ из этой формулы можно вывести, что скорость движения молекул газа $v = \sqrt{\frac{3RT}{m_0}} = \sqrt{\frac{iRT}{m_0}}$ (+)

ЛИСТ 5

БЕЛОВИК

Т.е. с точки зрения МКТ температура показывает, насколько быстро движутся молекулы газа, и с какой скоростью, а также какую внутреннюю энергию имеет данный газ (тот газ, у которого энергия взаимодействия пренебрежимо мала).

Абсолютная шкала температур - шкала, по которой снимают температуру газов Т, используемых в МКТ. в формулах

абсолютную температуру можно получить если к температуре в °С прибавить 273,15. измеряется в Кельвинах. 0К - температура абсолютного нуля. Ниже температуры не существует.