МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

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

Профиль олимпиады: **Физика**

ФИО участника олимпиады: **Сливка Глеб Евгеньевич**

Класс: 11

Технический балл: **94**

Дата проведения: **24 марта 2022 года**

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

ШИФР РАБОТЫ	1650894

Результаты проверки: Орешко Алексей Павлович
Лукашева Екатерина Викентьевна

	1	2	3	4	Σ
В	5	4	5	5	94
З	20	20	15	20	

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:94

1650894

№2 | Чистовик | БИЛЕТ 3

Вопрос. Температура с точки зрения МКТ - это мера кинетической энергии молекул вещества. В МКТ ее удобно измерять в Кельвинах, где за ~~[illegible]~~ 273k принята температура правления льда, 373k - температура кипения воды при н.у.. ~~0k~~ - В такой шкале 0k - это температура, при которой молекулы перестают двигаться.

Для идеального газа существует ~~[illegible]~~ формула связи температуры вещества и ~~его~~ кинетической энергии молекул

$$\frac{3}{2}kT = \frac{m\langle v'\rangle}{2}$$, где k - постоянная Больцмана, m - масса ~~[illegible]~~ частицы вещества, $\langle v'\rangle$ - средняя квадратичная скорость.

+

Задача

1(1;5)
2(4;2)
ν = const
$\frac{p_{max}}{p_{min}}$ - ?

1) У-ие Менделеева-Клапейрона для He.

$$pV = \nu RT \Rightarrow p\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p = \frac{\rho}{\mu}RT$$ - давление He

2) Из графика найдём зависимость $\rho(T)$

$$\rho(T) = 6\rho_0 - T\frac{\rho_0}{T_0}$$. подставим ее в предыдущее у-ие

$$p = \frac{6\rho_0 - T\frac{\rho_0}{T_0}}{\mu}RT = \frac{\rho_0 R}{\mu}\left(6T - \frac{T^2}{T_0}\right)$$

$$p(T) = \frac{\rho_0 R}{\mu}\left(6T - \frac{T^2}{T_0}\right)$$, где μ - молярная масса He, p - его давление

это парабола ветвями вниз $\Rightarrow$ максимальное давление принимается при температуре $T^* = \frac{-6}{-2\frac{1}{T_0}} = 3T_0$ - на графике есть точка $3T_0$ $\Rightarrow$ $p_{max} = p(3T_0) = \frac{\rho_0 R}{\mu}\left(18T_0 - \frac{9T_0^2}{T_0}\right) = \frac{9\rho_0 R T_0}{\mu}$

$$p_{max} = \frac{9\rho_0 R T_0}{\mu}$$

3) ~~[illegible]~~ Т.к. это парабола, то минимальное значение принимается в одной из крайних точек. Поэтому в точках T_0 или $4T_0$

$$p(T_0) = \frac{\rho_0 R}{\mu}\left(6T_0^2 - \frac{T_0^2}{T_0}\right) = \frac{5\rho_0 R T_0}{\mu}, \quad p(4T_0) = \frac{\rho_0 R}{\mu}\left(24T_0 - \frac{16T_0^2}{T_0}\right) = \frac{8\rho_0 R}{\mu}$$

Чистовик

$p(T_0) < p(4T_0) \Rightarrow p_{min} = p(T_0) = \frac{5\rho_0 R T_0}{\mu}$

+

4) $\begin{cases} p_{max} = \frac{9\rho_0 R T_0}{\mu} \\ p_{min} = \frac{5\rho_0 R T_0}{\mu} \end{cases} \Rightarrow \frac{p_{max}}{p_{min}} = \frac{9}{5} = 1,8$

$\boxed{\text{Ответ: } \frac{p_{max}}{p_{min}} = 1,8}$

№4

Вопрос. Оптическая сила линзы с показателем преломления n, и радиусами кривизны поверхностей R_1 и R_2, которая находится в среде с показателем преломления $n_{ср}$, определяется следующей формулой: $D = \frac{n - n_{ср}}{n_{ср}}\left(\pm\frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2}\right)$, где знаки перед выражениями $\frac{1}{R_1}$ и $\frac{1}{R_2}$ определяются тем, в какую сторону искривлена поверхность. Показатель преломления воздуха $n_в \approx 1 \Rightarrow$

$\Rightarrow D_1 = (n-1)\left(\pm\frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2}\right)$ - оптическая сила линзы в воздухе.

Пусть линзу погрузили в среду с показателем преломления $n_{ср}$, тогда её оптическая сила станет такой: $D_2 = \left(\frac{n}{n_{ср}} - 1\right)\left(\pm\frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2}\right)$. ~~Заметим, что если $n > n_{ср}$, то линза знак оптической силы линзы не меняется, но он уменьшается, то есть~~

+

~~$n > n_{ср}$ и ни~~

Исследуем, как изменится оптическая сила линзы отдельно для собирающей линзы и рассеивающей

1) Линза собирающая ($D_1 > 0$)

1.1) $n > n_{ср}$, - при погружении, линза останется ~~рассеивающей~~ собирающей, но её оптическая сила уменьшится ($D_2 < D_1$, $D_2, D_1 > 0$)

1.2) $n = n_{ср} \Rightarrow D_2 = 0 \Rightarrow$ линза просто пропускает пучок сквозь себя и не преломляет и

1.3) $n < n_{ср} \Rightarrow D_2 < 0$ - линза превращается в рассеивающую (D_2 $|D_2|$ может быть как больше, так и меньше D_1 в зависимости от n и $n_{ср}$

ЛИСТ 2 из 2

2) Линза рассеивающая ($D_1 < 0$) Чистовик

2.1) $n > n_{ср}$, при погружении, линза ~~превращается~~ в остается рассеивающей, $|D_2| < |D_1|$

2.2) $n = n_{ср}$ Линза ~~ее~~ не преломляет пуч ($D_2 = 0$)

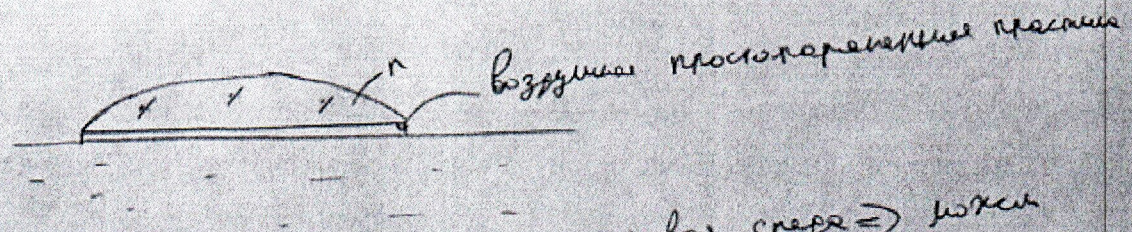
2.3) $n < n_{ср}$ - Линза превращается в собирающую.

Задача.

$h = 20$ см
$D = 7$ дптр
n - ?

1) Если между линзой и водой поместить простопараллельную пластину, ~~то она никак не поменяет ход лучей~~ почти нулевой толщины, то она никак не поменяет ход лучей в системе.

Поместим воздушную простопараллельную пластину ~~её~~ между линзой и водой



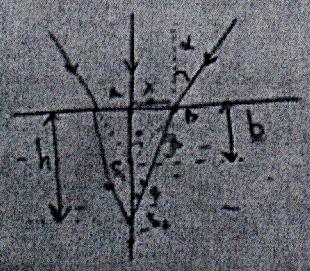
По обе стороны от линзы одинаковая среда => можем применить формулу ~~для определения ее оптической силы~~ тонкой линзы

$\cancel{D = \frac{n - n_{возд}}{n_{возд}}}$

$D = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, $a \to \infty \Rightarrow D = \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{1}{D}$ - расстояние, на которое бы собрались лучи, если бы не было воды. (Т.к. по обе стороны от линзы воздух, то её оптическая сила равна D, которая дана в условии)

2) Рассмотрим границу пластины и воды. (Угол малый $\to \sin\alpha \approx tg\alpha \approx \alpha$)

~~З-н Снеп~~ З-н Снеллиуса: $\alpha = n\beta$



$\triangle ABS_1$: $tg\alpha \approx \alpha = \frac{x}{b}$

$\triangle S_1AB$: $tg\beta \approx \beta = \frac{x}{h}$

$\Rightarrow \frac{x}{b} = n\frac{x}{h} \Rightarrow h = bn$

ЛИСТ 3 из 12

Чистовик

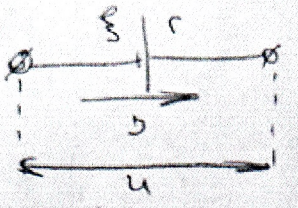
$h = bn = \frac{1}{D}n \Rightarrow n = Dh = 7\text{дптр} \cdot 0{,}2\text{м} = 1{,}4$

+

$\boxed{\text{Ответ } n = 1{,}4}$

№3

Вопрос. Найдём нагрузочную прямую для источника с $\xi = 4$ В и $r = 4$ Ом



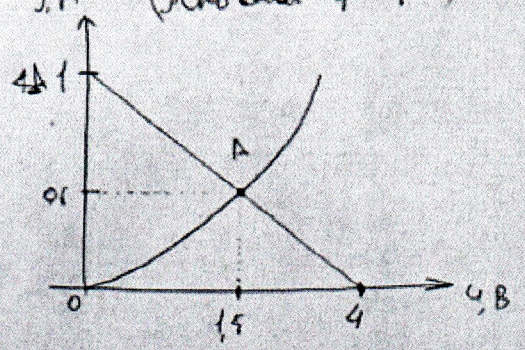
$U = \xi - Ir \Rightarrow I(U) = \frac{\xi}{r} - \frac{U}{r}$ – это уравнение прямой. Построим его на графике с ВАХ диода

$I(0) = \frac{\xi}{r} = 1\text{А} \Rightarrow$ (1А; 0В)

~~U=0: I = ξ/r~~

$I = 0 \Rightarrow U = \xi = 4\text{В}$ (0А; 4В).

(Условный график)



Проведя эту прямую получим 1 точку которая удовлетворяет обоим графикам. В этой точке $I = 0{,}6$А; $U = 1{,}5$В. $\Rightarrow$ $\boxed{I = 0{,}6\text{А}}$ – ответ

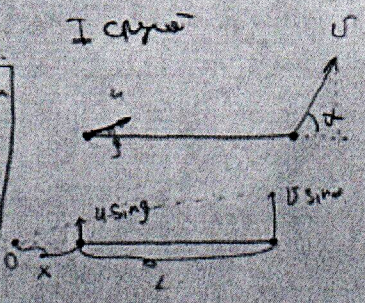
+

№4

Вопрос

$L = 60$ см
$v = 1{,}5$ м/с
$\alpha = 60°$
$\beta = 30°$
$\omega - ?$

I случай



1) Угловая скорость в любой неизменяемой системе отсчёта одинакова. Перейдём в СО, которое движется вместе с стержнем вправо со скоростью $v\cos\alpha$

2) Т.к. стержни нерастяжимы, то $v\cos\alpha = u\cos\beta \Rightarrow$
$\Rightarrow u = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$

3) O – центр вращения $\Rightarrow u\sin\beta = \omega x$; $v\sin\alpha = \omega(x+L) \Rightarrow$ $\frac{v(\sin\alpha - \cos\alpha\,\mathrm{tg}\beta)}{L} =$

$\Rightarrow v\sin\alpha = u\sin\beta + \omega L \Rightarrow v\sin\alpha = v\cos\alpha\,\mathrm{tg}\beta + \omega L \Rightarrow \omega = \frac{v(\sin\alpha - \cos\alpha\,\mathrm{tg}\beta)}{L} =$

$= \frac{1{,}5}{0{,}6}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{3}\right) = \frac{5}{2}\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right) = \frac{5\sqrt{3}}{6}\ \text{с}^{-1}$

II случай (когда и по другую сторону)

Чистовик

O – мгновенный центр вращения

$OA \perp \vec{U}$, $OB \perp \vec{U}$

$\angle OAB = 60°$, $\angle OBA = 30°$ $\Rightarrow \angle AOB = 90°$

$OB = AB \sin 60° = \frac{L\sqrt{3}}{2}$

$U = \omega \cdot OB = \frac{\omega L\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega = \frac{2U}{L\sqrt{3}} = \frac{2U\sqrt{3}}{3L} = \frac{2 \cdot 15\sqrt{3}}{3 \cdot 6} = \frac{5\sqrt{3}}{3}\ c^{-1}$

Ответ: $\omega = \frac{5\sqrt{3}}{3}\ c^{-1}$ или $\omega = \frac{5\sqrt{3}}{6}\ c^{-1}$ +

Задача

a_0;

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

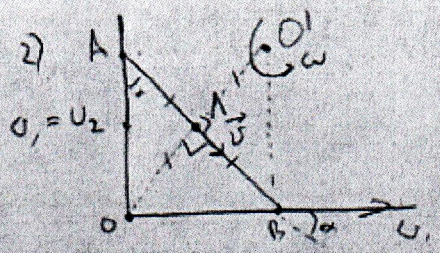
$\alpha = 45°$

$\vec{U} - ?$

$\vec{\omega}_0 - ?$

1) $U_1 = a_0 t = \sqrt{\frac{a_0 L}{2}}$ – скорость нижнего конца в момент t

2)



Т.к. нерастяжимость, то

$U_1 \cos\alpha = U_2 \cos\alpha \Rightarrow U_1 = U_2$

U_2 – скорость верхнего конца линейки

3) Т.к. $\alpha = 45°$, то $OA \perp AB$.

4) $O'A \perp \vec{U}_2$; $O'B \perp \vec{U}_1 \Rightarrow O'$ – мгновенный центр вращения линейки.

$O'B = AO = L \sin 45° = \frac{L\sqrt{2}}{2}$. Пусть ω – угловая скорость линейки.

тогда $U_1 = \omega \cdot O'B = \frac{\omega L\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \omega = \frac{2U_1}{L\sqrt{2}} = \frac{2U_1\sqrt{2}}{2L} = \frac{\sqrt{2}}{L}\sqrt{\frac{a_0 L}{2}} = \sqrt{\frac{2a_0 L}{2L^2}}$

$\omega = \sqrt{\frac{a_0}{L}}$.

5) $OA = \frac{AB}{2} = \frac{L}{2} \Rightarrow U = \omega \cdot OA = \sqrt{\frac{a_0}{L}} \cdot \frac{L}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{a_0 L}$

~~$U = \frac{1}{2}\sqrt{a_0 L}$, направлено~~ Т.к. $OA \perp AB$ то U направлено вдоль OB

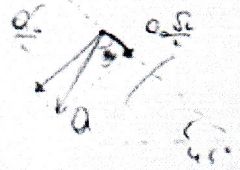
$\boxed{|\vec{U}| = \frac{1}{2}\sqrt{a_0 L}}$, направлено вниз, вдоль AB

6) Точка A вращается по окружности радиуса OA вокруг точки O. $\Rightarrow a_n = \frac{U^2}{OA} = \frac{2U^2}{L} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4}a_0 L}{L} = \frac{1}{2}a_0$ – нормальное ускорение точки

Чистовик

7) Т.к. AB - непостоянна, то $a_\tau = a_0 \cos\alpha = \frac{a_0\sqrt{2}}{2}$ - тангенциальная составляющая скорости точки A.

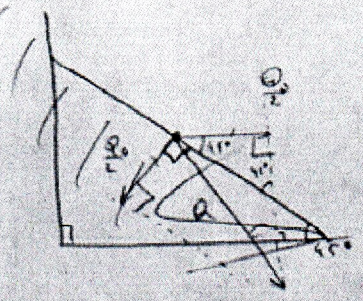
8)



$tg\,\beta = \frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2}$

7) Т.к. проекция точки A на горизонтальную ось всегда в 2 раза ближе чем точка B => горизонтальная составляющая ускорения A всегда в 2 раза меньше чем ускорение точки A => $a_x = \frac{a_0}{2}$.

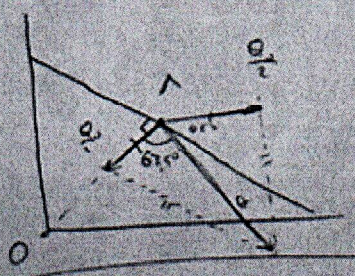
8)



Получаем $a = \frac{a_0}{2} \cdot \frac{1}{\cos(\frac{135°}{2})} = \frac{a_0}{2\cos(\frac{135°}{2})}$

7) Т.к. проекция точки A на гор. ось всегда в 2 раза ближе чем точка B, => горизонтальная составляющая ускорения всегда в 2 раза меньше чем ускорение точки A => $a_x = \frac{a_0}{2}$.

8)



$|\vec{a}| = \frac{a_0}{2\cos(\frac{135°}{2})}$ - направлен под углом 67,5° к прямой OA

+

Ответ: $|\vec{v}| = \frac{1}{2}\sqrt{a\alpha}$, - направлена ~~вниз~~, вдоль AB вниз

$|\vec{a}| = \frac{a_0}{2\cos(67,5°)}$, - направлен под углом 67,5° к прямой OA

Чистовик

№3.

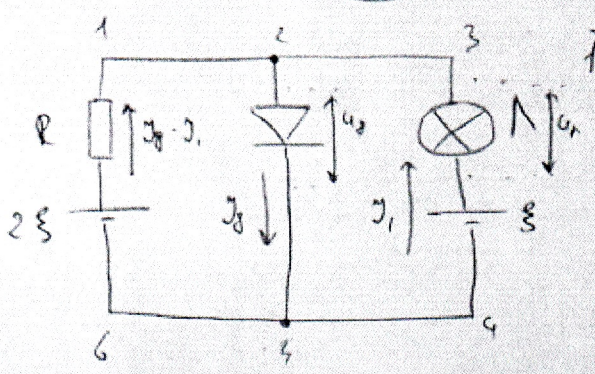
$I = I_0\sqrt{\frac{U}{\xi}}$

$I_0 = 0{,}5\,A$

$\xi = 5\,B$

$R = 20\,\Omega$

$P - ?$



1) Расставим токи согласно I пр-му Кирхгофа.

2) $I = I_0\sqrt{\frac{U}{\xi}} \Rightarrow U = \left(\frac{I}{I_0}\right)^2 \xi$ - напряжение на Л

3) II пр-ло Кирхгофа $1\to3\to4\to6\to1$. $2\xi - \xi = (I_д - I_1)R - U_л$

$\xi = (I_д - I_1) - \left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2 \xi$ (1)

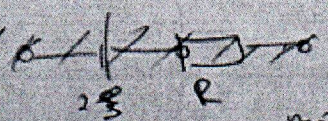
4) II пр-ло Кирхгофа $1\to2\to5\to6$: $2\xi = (I_д - I_1)R + U_д \Rightarrow$

$\Rightarrow I_д - I_1 = \frac{2\xi - U_д}{R} \Rightarrow I_1 = I_д - \frac{2\xi - U_д}{R}$ (2)

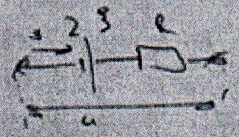
5) Подставим (2) в (1) $\Rightarrow \xi = \frac{2\xi - U_д}{R} - \frac{\xi}{I_0^2R^2}\left(I_дR - 2\xi + U_д\right)^2$

$\xi = \frac{2\xi - U_д}{R} - \frac{\xi}{I_0^2R^2}\left(I_д^2R^2 + 4\xi^2 + U_д^2 - 4I_дR\xi + 2I_дU_дR - 4\xi U_д\right)$

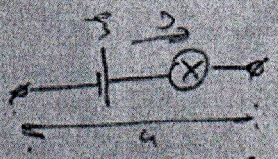
$\xi = \frac{2\xi}{R} - \frac{U_д}{R} - \xi\left(\frac{I_д}{I_0}\right)^2 - \frac{4\xi^3}{I_0^2R^2} - \frac{\xi U_д^2}{I_0^2R^2} + \frac{4I_д\xi^2}{I_0^2R} - \frac{2I_дU_д\xi}{I_0^2R} + \frac{4\xi^2U_д}{I_0^2R^2}$

6) 

Нарисуем зависимости $I_д(U_д)$ на нашем графике и точки пересечения со будут соответствовать $U_д$ и $I_д$ $\Rightarrow P = U_д I_д$ - мощность диода

6) Найдем ВАХ такой цепи 

$I(U) = \frac{2\xi}{R} - \frac{U}{R}$

7) Найдем ВАХ такой цепи 

~~$U = \xi$~~ ~~$U = \xi - \left(\frac{I}{I_0}\right)^2 U_л$~~ $U = \xi - U_л \Rightarrow$ ~~$U = \xi$~~ $U = \xi - \left(\frac{I}{I_0}\right)^2 \xi$

Чистовик

в) $U = \xi - \left(\frac{I}{I_0}\right)^2 \xi$

$\left(\frac{I}{I_0}\right)^2 \xi = \xi - U \Rightarrow I = \sqrt{\frac{I_0^2(\xi - U)}{\xi}} = I_0 \sqrt{\frac{\xi - U}{\xi}}$

в) Ток через диод это сумма токов через эти части цепи $I_д = \frac{2\xi}{R} - \frac{U_д}{R} + I_0 \sqrt{\frac{\xi - U_д}{\xi}} =$

$= \frac{2 \cdot 5В}{20Ω} - \frac{U_д}{20Ω} + 0{,}5А \cdot \sqrt{1 - \frac{U_д}{5В}} = 0{,}5А - \frac{U_д}{20Ω} + 0{,}5А\sqrt{1 - \frac{U_д}{5В}}$

Нарисуем эту зависимость на приведённом графике и получим. Но получаем, что P ~~[illegible]~~ $I_д \approx 1А$; $U_д \approx 2В$

$\boxed{P \approx 2Вт} = I_д \cdot U_д$ $\quad P = I_д \cdot U_д \approx 2Вт$

$\boxed{\text{Ответ: } P = 2Вт}$

±

Лист 8 из 12

Черновик

$x^2+y^2=L^2$ $\quad 0{,}5-\frac{3}{40}+0{,}5\sqrt{1-\frac{3}{8}}$ $\quad 0{,}06$

$2x\dot{x}+2y\dot{y}=0$ $\quad 0{,}5-0{,}075$ $\quad Q_n=\frac{U^2}{OA}$ $\quad 3/40$ $\quad \frac{3}{4}=0{,}75$

$x\dot{x}+y\dot{y}=0$ $\quad 0{,}425+0{,}5\ \frac{2\sqrt{10}}{5}=0{,}425+0{,}1\sqrt{10}=0{,}425+0{,}3=$ $\quad Q_T=0{,}725$ $\quad 3$

$\dot{x}^2+x\ddot{x}+\dot{y}^2+y\ddot{y}=0$ $\quad 0{,}5$ $\quad 0{,}5-\frac{1}{10}+0{,}5\frac{2}{\sqrt{5}}=$

$\frac{Q_0L}{2}+\frac{Q_0L}{2}+Q_0\frac{L\sqrt{2}}{2}-\frac{L\sqrt{2}}{2}\cdot Q_2=0$ $\quad 0{,}45+0{,}1\cdot 2\sqrt{5}=$ $0{,}45+$

$0{,}5-\frac{1}{10}$

$Q_0L+\frac{Q_0L\sqrt{2}}{2}-\frac{Q_2L\sqrt{2}}{2}=0$ $\quad 0{,}4+0{,}5\sqrt{\frac{2}{5}}=0{,}4+0{,}5\sqrt{0{,}4}=$ $0{,}5+0{,}1\cdot 4=$ $=0{,}9$

$2Q_0+Q_0\sqrt{2}=-Q_2\sqrt{2}\Rightarrow Q_2=-Q_0\frac{2+\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=-Q_0\frac{2\sqrt{2}+2}{2}$

$Q_2=-Q_0(\sqrt{2}+1)$ $\quad \frac{3}{4}$

$0{,}5-\frac{3}{10}+0{,}5\sqrt{1-\frac{3}{8}}$

$Q_0\frac{L}{2a_0}=\frac{L}{4}$ $\quad \frac{1}{L}V\frac{\sqrt{2}L}{2}$

$0{,}5-\frac{3}{8}+\frac{1}{2}\cdot\sqrt{5}$ $\quad 1V\frac{2\sqrt{2}L}{2}$ $\quad V\sqrt{2}+0{,}4=\frac{1}{2}V$

a_0t

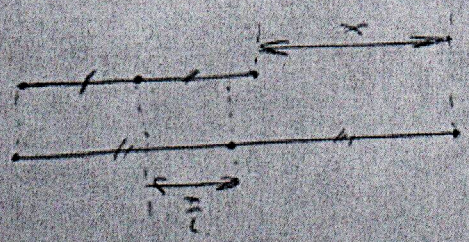
$V\cdot\frac{\sqrt{2}}{L}=\frac{1}{K}\sqrt{\frac{Q_0L}{2}}$

$AB^2=(x_B-x_A)^2+y_A^2$ $\quad Q_0\frac{L}{2}$

$\cancel{AB}$ $\quad 0=2(x_B-x_A)(\dot{x}_B-\dot{x}_A)+2y_A\dot{y}_A$ $\quad V\cdot\frac{\sqrt{2}}{K}=\frac{1}{K}\sqrt{\frac{Q_0L}{2}}$

$0=(\dot{x}_B-\dot{x}_A)^2+(x_B-x_A)(\ddot{x}_B-\ddot{x}_A)+\dot{y}_A^2+y_A\ddot{y}_A$ $\quad V=$

$0=$



$V\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\sqrt{\frac{Q_0L}{2}}$

u

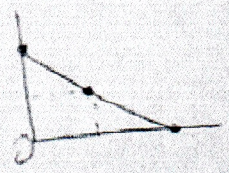
Лист 8 из 12 $\quad$ ~~Лист 8~~

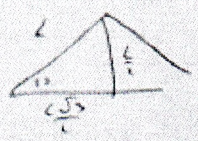
Черновик

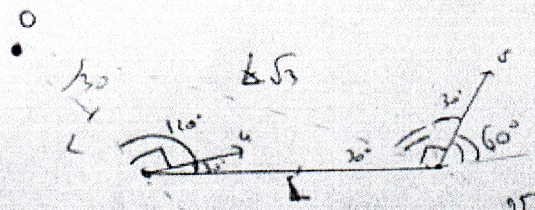
№1

$L = 60$ см

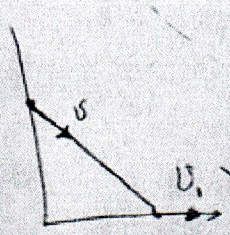
$v = 15$ м/с







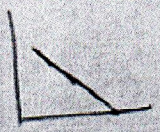
$\omega = \frac{v}{L\sqrt{3}} = \frac{15}{6\cdot\sqrt{3}} = \frac{5}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{5\sqrt{3}}{6}$



a_0;

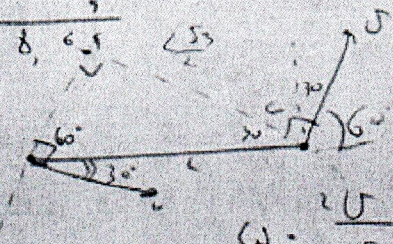
145

135 | 2



$v_1 = \frac{1+8}{5}$

$8,\ 6,5$

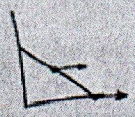


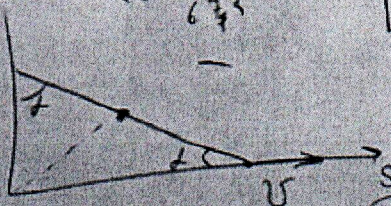
$\omega = \frac{2v}{L\sqrt{3}}$

135 | 2

~~78~~ 68

67,5





$\omega = \frac{2v_1}{L\sqrt{3}} = \frac{2}{L\sqrt{3}}\cdot\sqrt{\frac{a_0 L}{2}} = \sqrt{\frac{a_0 L\, 2}{L^2}} = \sqrt{\frac{a_0}{2}}$

$v = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{a_0}{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{a_0 L}$

$v_1 = v_0 + a\,dt$

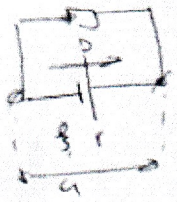
$v_2 = \frac{v_0}{2} + \frac{a\,dt}{2}$

$\frac{v_1}{v_2} =$

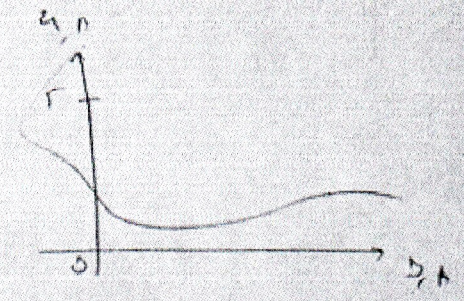
ЛИСТ 10 из 1

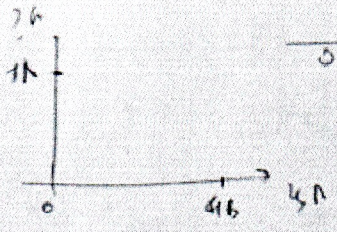
Черновик

№3



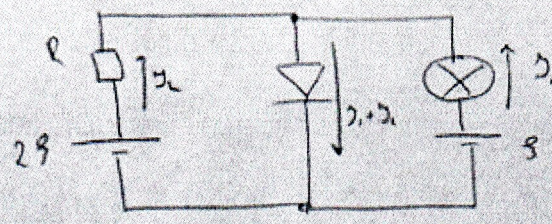
$U = \xi - Ir$





$I = \frac{\xi}{r} - \frac{U}{r}$

$I_0 = 0{,}4\,A$
$\xi = 6\,B$
$R = 20\,\Omega$
$P - ?$



$I = I_0\sqrt{\frac{U}{\xi}}$

$I^2 = I_0^2\frac{U}{\xi} \Rightarrow U = \left(\frac{I}{I_0}\right)^2\xi$

$\xi = I_2R - U \Rightarrow \xi = I_2R - \left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2\xi \qquad I_D = I_1 + I_2$

$U_g = 2\xi - I_2R = 2\xi - (I_D - I)R = U_g$

$\xi = I_2R - \frac{I_1^2}{I_0^2}\xi \Rightarrow \frac{I_1^2}{I_0^2}\xi = I_2R - \xi \Rightarrow I_1^2 = \frac{I_0^2(I_2R - \xi)}{\xi}$

$I_1 = I_0\sqrt{\frac{I_2R - \xi}{\xi}}$

$$\begin{cases} I_g = I_1 + I_2 \\ U_g = 2\xi - I_2R = \xi - \left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2\xi \\ \xi = I_2R - \left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2\xi \end{cases}$$

$\xi = I_gR - I_1R - \left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2\xi \Rightarrow I_1^2\frac{\xi}{I_0^2} + I_1R + (\xi - I_gR) = 0$

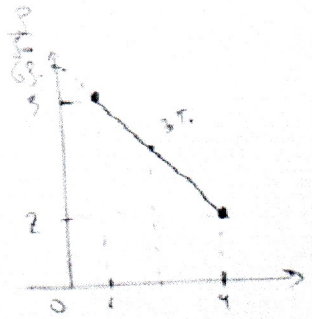
$D = R^2 - \frac{4\xi}{I_0^2}(\xi - I_gR) = \qquad I_1' = \frac{-R \pm \sqrt{D}}{2\xi}I_0^2$

$\left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2 = \frac{I_0^2}{4\xi^2}\left(-R \pm \sqrt{D}\right)^2$

ЛИСТ №2

Черновик

№2



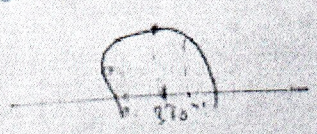
$\frac{T}{T_0}$

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = ?$

$P = \frac{\rho}{\mu} RT$

$\rho(T) = 6\rho_0 - T\frac{\rho_0}{T_0}$

$P = \frac{6\rho_0 - T\frac{\rho_0}{T_0}}{\mu} RT = \frac{R\rho_0}{\mu}\left(6T - \frac{T^2}{T_0}\right)$



$P' = 6 - \frac{2T}{T_0} = 0 \Rightarrow \boxed{T = 3T_0}$ – $P = P_{max}$

$P_{max} = \frac{R\rho_0}{\mu}\left(6 \cdot 3T_0 - \frac{9T_0^2}{T_0}\right) = \frac{R\rho_0}{\mu}(18T_0 - 9T_0) = \frac{9R\rho_0 T_0}{\mu}$ – P_{max}

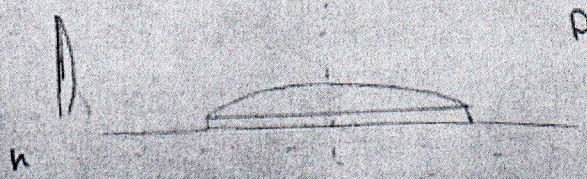
$\frac{5}{3}$

P_{min} $P(T_0) = \frac{R\rho_0}{\mu} \cdot 5T_0$

$P(4T_0) = \frac{R\rho_0}{\mu}\left(24T_0 - \frac{16T_0^2}{T_0}\right) = \frac{8R\rho_0}{\mu}$

$h = 20$ см $\quad R = ?$

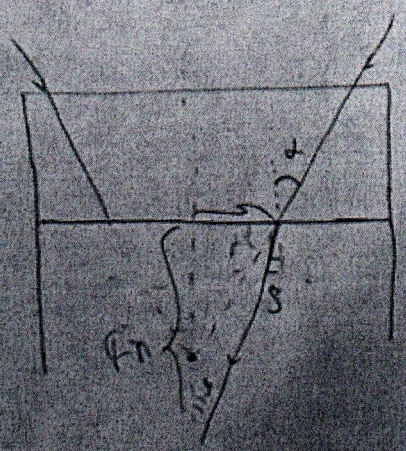
$D = 7$ диоп



1) $h = Fn = h \cdot \frac{n}{D}$

$n = hD = 7 \cdot 0{,}2 = 1{,}4$

$\frac{4}{3} = 1{,}33$



1) $\alpha = n\beta$

2) $\alpha = \frac{h}{F} \Rightarrow$

$\beta = \frac{n}{x}$

$\frac{D}{n} \frac{h}{F} = n \frac{h}{x}$

$\frac{h}{F} = n \frac{h}{x}$

$x = Fn$

ЛИСТ № 12