



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

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

Профиль олимпиады: **Физика**

ФИО участника олимпиады: **Бороздин Илья Николаевич**

Класс: **11**

Технический балл: **85**

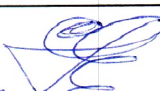
Дата проведения: **24 марта 2022 года**

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

ШИФР РАБОТЫ	1702979
--------------------	----------------

Результаты проверки:

	1	2	3	4	Σ
В	5	2	5	3	85
З	20	19	11	20	

Мартынов Светлана Викторовна 
Витязева Полина Александровна 

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:85

Задача:Лист 1 из 18
ищевонВопросРешение:

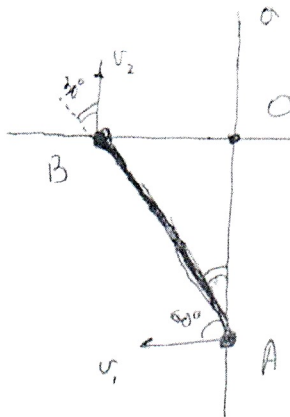
Дано:

$$L = 60 \text{ см}$$

$$v_1 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha_1 = 60^\circ$$

$$\alpha_2 = 30^\circ$$

Найти: ω 

Запишем условие кинематической связи, стороны Ньютона, получим:

$$v_1 \cos 60^\circ = v_2 \cos 30^\circ$$

$$v_1 \cdot \frac{1}{2} = v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_2 = \frac{v_1}{\sqrt{3}}$$

(1)

Зная скорость v_2 .

Поймем, какой свойством обладает мгновенный центр вращения O . Он должен лежать на пересечении прямой, перпендикулярной к скорости движения некоторой точки шарнира, и продолжении через эту точку. Выполним такое построение прямых a и b через «нижнюю» и «верхнюю» (на рисунке) точки.

Получим $\angle O = \angle AOB$. Обозначим точки A и B точки шарнира (см. рис.)

Так, что $a = (OA)$, $b = (OB)$.

$$\text{Тогда } |OA| = L \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} L. \quad (2)$$

~~Теперь центростремительное ускорение выразим:~~

$$\omega^2 |OA| = \frac{v_1^2}{|OA|} \Rightarrow$$

Теперь можно выразить угловую скорость вращения:

Задача 1

лист 2 из 18
Исходные

Вопрос

$$\omega = \frac{v_1}{|OA|} = \frac{v_1}{\frac{\sqrt{3}}{2}L} = \frac{2v_1}{\sqrt{3}L}$$

Абсолютно такой же результат можно получить и для B:

$$|OB| = \frac{1}{2}L,$$

$$\omega = \frac{v_2}{|OB|} = \frac{v_1}{\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2}L} = \frac{2v_1}{\sqrt{3}L}.$$

Итак,

$$\omega = \frac{2 \cdot v_1}{\sqrt{3}L} = \frac{2\sqrt{3} \cdot v_1}{3L} = \frac{2\sqrt{3} \cdot 1,5 \frac{m}{c}}{3 \cdot 60 \text{ см}} = \frac{\sqrt{3} \frac{m}{c}}{0,6 \text{ м}} =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{\frac{3}{5}} \cdot \frac{1}{c} = \frac{5\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{c} \quad +$$

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

Задача

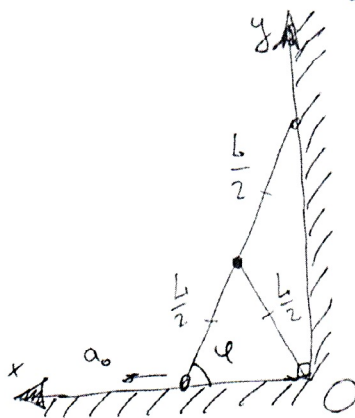
Дано:

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

$$\alpha = 45^\circ$$

Найти: $\vec{v}, \vec{a}$

Решение:



Очевидно, что траектория частицы описывается сферической с радиусом $\frac{L}{2}$ и центром O в углу. (точнее её дугой)

Задача 1

Лист 3 из 18
История

Задача

Ещё угол φ между полом и лестницей в начальный момент времени больше чем $\alpha = 45^\circ$.

Введём оси O_x , O_y вдоль пола и стены.

Пусть x_1 — абсцисса точки касания пола с лестницей.

Тогда:

$$x_1 = x_0 + \frac{1}{2} a_0 t^2 \quad (1)$$

Определим x_0 из условия со временем.

$$x_1 \left(\sqrt{\frac{L}{2a_0}} \right) = \frac{L}{\sqrt{2}} \quad \text{— равнобедренный прямоугольный треугольник образуется}$$

$$x_0 + \frac{1}{2} a_0 \cdot \frac{L}{2a_0} = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

$$x_0 + \frac{L}{4} = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

$$x_0 = \frac{L}{\sqrt{2}} - \frac{L}{4} = L \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{4} \right) = L \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{4} \right) = L \left(\frac{2\sqrt{2}}{4} - \frac{1}{4} \right) = L \cdot \frac{2\sqrt{2}-1}{4} \quad (2)$$

Тогда перенесём (1):

$$x_1 = \frac{2\sqrt{2}-1}{4} L + \frac{1}{2} a_0 t^2$$

Координаты кота Леопольда:

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2} x_1, \\ y = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 - x^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{2\sqrt{2}-1}{8} L + \frac{1}{4} a_0 t^2, \\ y = \sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2} \end{cases} \Rightarrow +$$

Как интересен время $t = \sqrt{\frac{L}{2a_0}}$; ~~каждым производные~~

Задание 1

лист 4 из 18
микрофизик

Задача

~~$x = \frac{2\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{1}{4} a_0$~~

$$\dot{x} = \frac{1}{4} a_0 \cdot 2t,$$

$$\dot{y} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2}} \cdot (-2x) \dot{x} \quad \& \quad \ddot{x} = \frac{a_0}{2}, \quad \ddot{y} = -\frac{d}{dt} \left(\frac{\dot{x}}{\sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2}} \right)$$

$$\dot{x} = \frac{a_0 t}{2},$$

$$\dot{y} = -\frac{x \dot{x}}{\sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2}}$$

$$\ddot{x} = \frac{a_0}{2},$$

$$\ddot{y} = -\frac{\ddot{x} \sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2} - \dot{x} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\frac{L^2}{4} - x^2}} \cdot \frac{L^2}{4} (-2) \frac{1}{x^3}}{\frac{L^2}{4} - x^2}$$

↓

$$\ddot{x} = \frac{a_0}{2},$$

$$\ddot{y} = \frac{\ddot{x} \left(\frac{L^2}{4} - x^2 \right) + \frac{\dot{x}^2 L^2}{4x^3}}{\left(\frac{L^2}{4} - x^2 \right)^{3/2}}$$

Итак, то мы знаем про абсциссу координаты:

$$x = \frac{1}{2} x_1,$$

$$\dot{x} = \frac{1}{2} \dot{x}_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} a_0 \cdot 2t = \frac{1}{2} a_0 t,$$

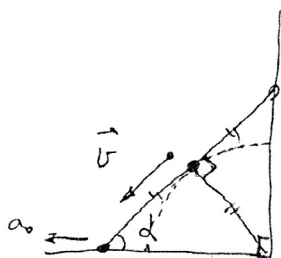
$$\ddot{x} = \frac{1}{2} a_0.$$

Задача 5

лист 5 из 18
механика

Задача 5

Рисунок следующий.



В этот момент скорость $\vec{v}$ направлена по касательной к траектории $\Rightarrow$ вдоль гипотенузы (смотри рисунок) под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонтали.

Поэтому:

$$v = \sqrt{2} \dot{x} = \frac{\sqrt{2}}{2} a_0 t = \frac{1}{\sqrt{2}} a_0 t = \frac{1}{\sqrt{2}} a_0 \sqrt{\frac{L}{2a_0}} = \sqrt{\frac{L \cdot a_0}{2 \cdot 2a_0}} = \frac{1}{2} \sqrt{L a_0}.$$

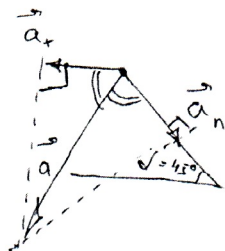
Направление и величину скорости укажи.

Можно считать нормальное ускорение:

$$a_n = \frac{v^2}{\frac{L}{2}} = \frac{2v^2}{L} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{2} \sqrt{L a_0}\right)^2}{L} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot L a_0}{L} = \frac{1}{2} a_0.$$

При этом мы знаем ускорение по оси (OX):

$$\ddot{x} = \frac{1}{2} a_0$$



Остается найти такой вектор $\vec{a}$, чтобы он давал нужные проекции.

Из равенства $a_x = a_n = \frac{1}{2} a_0$ ясно, что $\vec{a}$ направлен по биссектрисе угла, образованного горизонтальной радиус-вектором и точкой O, т.е. под углом $\frac{135^\circ}{2}$ к горизонту. Считаем:

$$a_n = a \cos \frac{135^\circ}{2} \Rightarrow a = \frac{\frac{1}{2} a_0}{\cos \frac{135^\circ}{2}} = \frac{\frac{1}{2} a_0}{\sqrt{\frac{1 + \cos 135^\circ}{2}}} =$$

Задача 1

лет 6 с 18
числовик

Задача 1

$$= \frac{\frac{1}{2} a_0}{\sqrt{\frac{1 - \sqrt{2}}{2}}} = \frac{a_0}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{2 - \sqrt{2}}{4}}} = \frac{a_0}{2} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} \sqrt{2 - \sqrt{2}}} =$$

$$= \frac{a_0}{\sqrt{2 - \sqrt{2}}}$$

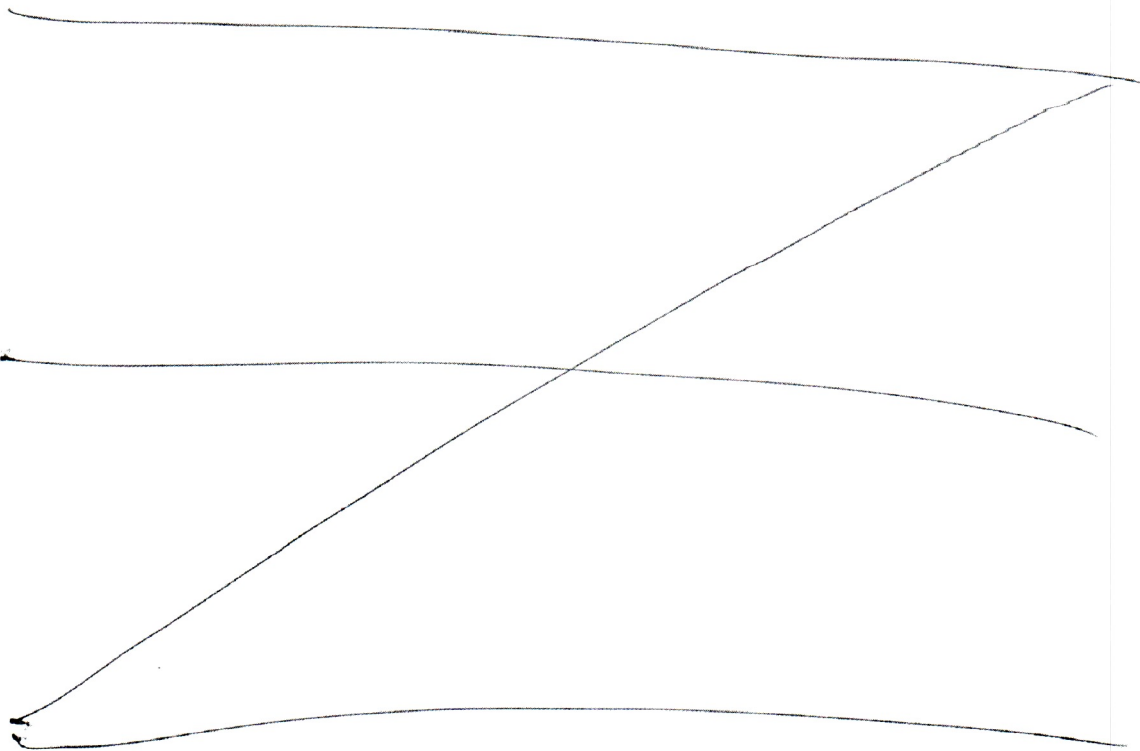
Ответ: $|\vec{v}| = \frac{1}{2} \sqrt{4} a_0$,

$\vec{v}$ направлен под углом 45° к горизонтальной,

$$|\vec{a}| = \frac{a_0}{\sqrt{2 - \sqrt{2}}},$$

$\vec{a}$ направлен под углом $67,5^\circ$ к горизонтальной.

+



$$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2}$$

мисл ⁷ ~~18~~
непробна

$$\cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2}$$

$$\begin{array}{r} 135 / 2 \\ -12 \\ \hline 15 \\ -14 \\ \hline 1 \\ 10 \end{array}$$

$$\cos^2 \frac{135^\circ}{2} = \frac{1 + \cos 135^\circ}{2}$$

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$$

$$-U_D + \varepsilon + U_A = 0$$

$$U_A = U_D - \varepsilon$$

$$50 - 100 = -50$$

$$(U + 5B)^{\sim}$$

$$\begin{array}{r} 50 / 2 \\ 25 / 5 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$5-x = 10\sqrt{\frac{x}{5}}$$

$$5-x = \sqrt{20x}$$

$$x + \sqrt{20x} - 5 = 0$$

Задача 2

лист 8 из 18
источник

Вопрос

С точки зрения молекулярно-кинетической теории температура есть макроскопическая величина, является функцией состояния, и выражает кинетическую (среднюю кинетическую) энергию молекул; для идеального газа через неё можно характеризовать полную внутреннюю энергию (т.к. потенциальная энергия взаимодействия молекул пренебрежимо мала).

Имеет место следующая формула для идеального газа:

$$U = \nu R T \Leftrightarrow \langle \epsilon_0 \rangle = \frac{1}{2} T, \quad (*)$$

Здесь $\langle \epsilon_0 \rangle$ — средняя кинетическая энергия одной молекулы, U — внутренняя энергия.

~~Вот еще у нас как основное уравнение МКТ:~~

Абсолютная термодинамическая шкала температур — Шкала Кельвина, за реперную точку $T=0$ взято состояние вещества, при котором средняя кинетическая энергия его молекул равна нулю. Цена деления может быть выбрана произвольно, принято, что она равна 1°C . Таким образом перевод из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина производится следующим образом:

$$T = t^\circ + 273$$

↑ ↑
в Кельвинах в Цельсиях

Задача

Дано:

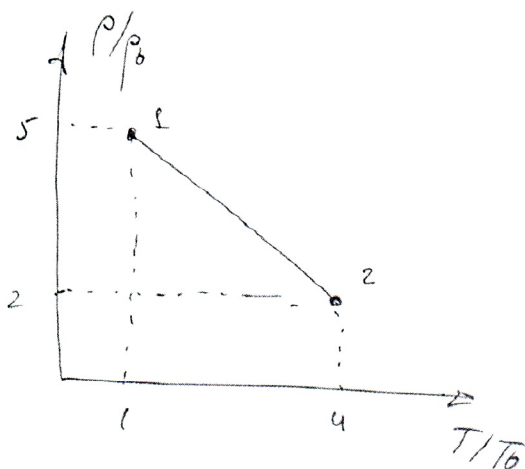
$$\nu = \text{const, He}$$

Найти: $\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}$

Решение:

Задача 2

лист 9 из 18
мисловки



Замислимо уравнение
крайней пара-Менделеева:

$$pV = DRT$$

$$p \cdot \frac{m}{\rho} = DRT$$

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

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

Учит.,

$$\rho_{\max} = \frac{R}{M} \max \rho T,$$

$$\rho_{\min} = \frac{R}{M} \min \rho T \Rightarrow \frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}} = \frac{\max \rho T}{\min \rho T}$$

На графике $\rho T = \text{const}$ есть гипербола. Попробуем аналитически:
уравнение прямой:

$$\frac{p/p_0 - 5}{2 - 5} = \frac{T/T_0 - 1}{4 - 1}$$

$$3(p/p_0 - 5) = 3(1 - T/T_0)$$

$$p/p_0 - 5 = 1 - T/T_0$$

$$\boxed{p/p_0 + T/T_0 = 6} \quad \text{при } T/T_0 \in [1, 4].$$

$$\rho T = (6 - T/T_0) p_0 \cdot T = p_0 \left(6T - \frac{T^2}{T_0} \right)$$

$$\frac{d}{dT}(\rho T) = p_0 \left(6 - \frac{2T}{T_0} \right);$$

Задание 2

лист 10 из 18
числовик

$\frac{d}{dT}(\rho T) = 0 \Leftrightarrow \frac{T}{T_0} = 3$. Это значение достигается и ему соответствует максимум ρT (это очевидно). Тогда

$\rho_{\max} \in R$

$$\max \rho T \zeta = \rho \left((6 \cdot 3 T_0) - \frac{9 T_0^2}{T_0} \right) = \rho (18 T_0 - 9 T_0) = 9 \rho T_0.$$

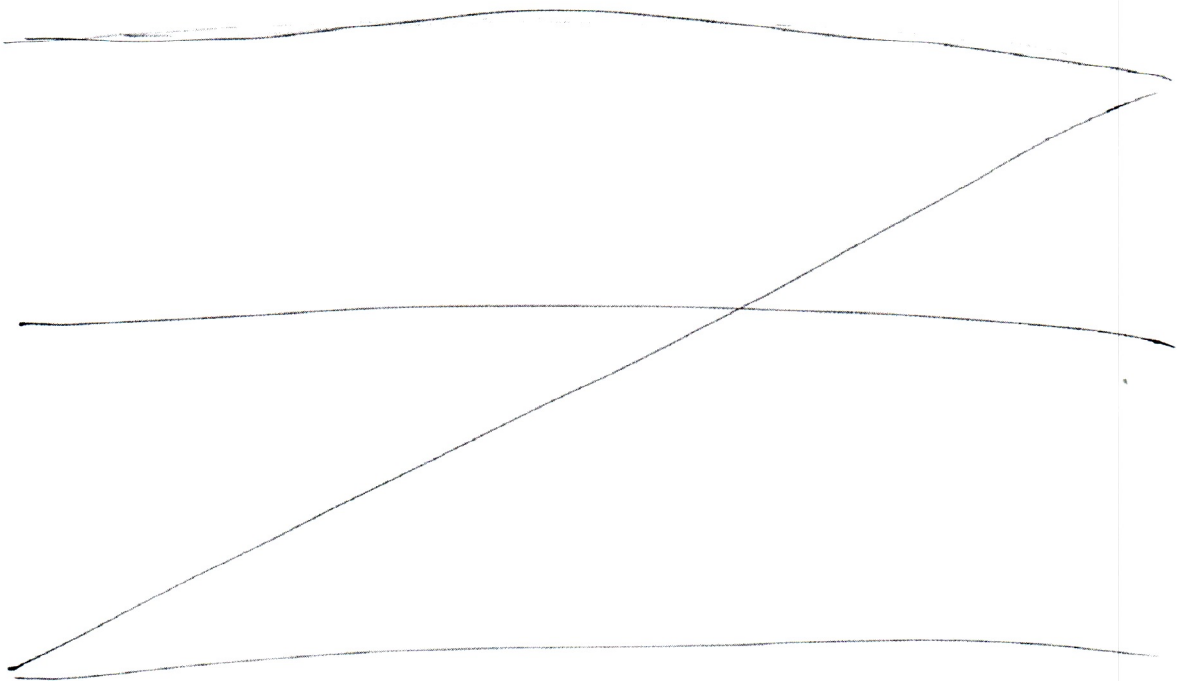
А минимуму соответствует одно из крайних значений:

$$\min \rho T \zeta = \min \{ 5.5, 4.2 \} \cdot \rho T_0 = 5 \rho T_0.$$

Учав,

$$\frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}} = \frac{9 \rho T_0}{5 \rho T_0} = \frac{9}{5}.$$

Ответ: $\frac{\rho_{\max}}{\rho_{\min}} = \frac{9}{5}$ ✓



Задача 3

лист 11 из 18
Исходник

Вопрос

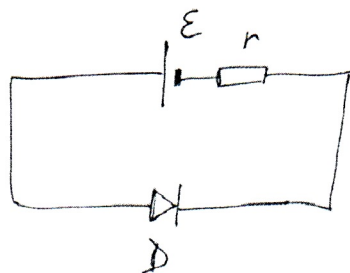
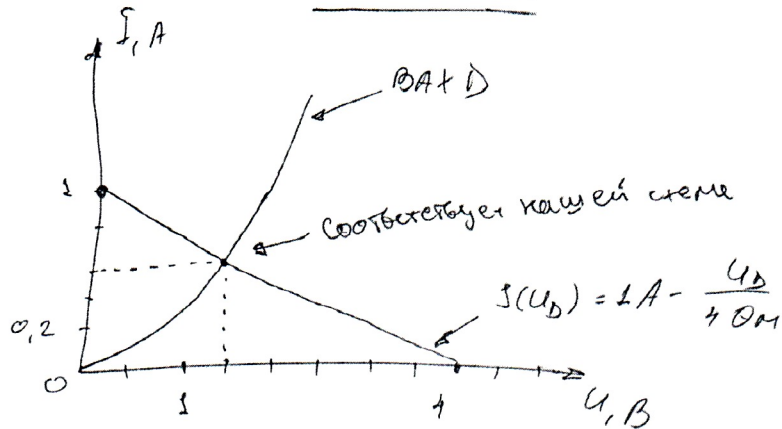
Дано:

$\mathcal{E}$

$$\mathcal{E} = 4 \text{ В}$$

$$r = 4 \text{ Ом}$$

Решение:



В таком и только таком направлении диода ток течет.

Закон Кирхгофа:

$$\mathcal{E} - U_D = I r$$

$$I = \frac{\mathcal{E} - U_D}{r} = \frac{\mathcal{E}}{r} - \frac{U_D}{r} =$$

$$= \frac{4 \text{ В}}{4 \text{ Ом}} - \frac{U_D}{4 \text{ Ом}} = 1 \text{ А} - \frac{U_D}{4 \text{ Ом}}$$

По графику видим, что $I = 0,6 \text{ А}$ +

Ответ: $I = 0,6 \text{ А}$

Задача

Дано:

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

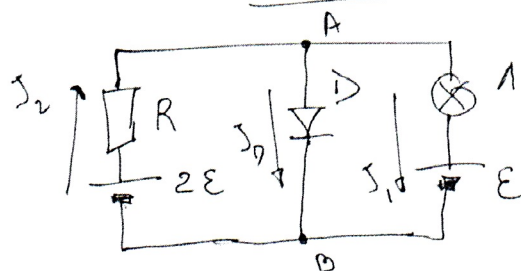
$$I_0 = 0,5 \text{ А}$$

$$\mathcal{E} = 5 \text{ В}$$

$$R = 20 \text{ Ом}$$

Найти: P_D

Решение:



Задача 3

лист 12 из 18
исходник

Течёт ли ток через диод D?

Предполагаем, что нет, тогда по закону Кирхгофа: 7

$$2\varepsilon - U - \varepsilon = IR$$

Знаем, что через лампу течёт $I_1 = I = I_0 \sqrt{\frac{U}{\varepsilon}}$.

$\Downarrow$

$$\varepsilon - U = I_0 \sqrt{\frac{U}{\varepsilon}} R$$

$$\frac{\varepsilon - U}{I_0 R} = \sqrt{\frac{U}{\varepsilon}}, \text{ сразу замечаем: } \varepsilon \geq U.$$

$$\frac{(\varepsilon - U)^2}{I_0^2 R^2} = \frac{U}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon(\varepsilon - U)^2 = I_0^2 R^2 U$$

$$\varepsilon(\varepsilon^2 + U^2 - 2\varepsilon U) = I_0^2 R^2 U$$

$$\varepsilon U^2 - 2\varepsilon U - I_0^2 R^2 U + \varepsilon^3 = 0$$

$$\varepsilon U^2 - (2\varepsilon + I_0^2 R^2) U + \varepsilon^3 = 0$$

$$5B \cdot U^2 - (2 \cdot (5B)^2 + (0,5A \cdot 20B\mu)^2) U + (5B)^3 = 0$$

$$5U^2 + 50B U + 125B^2 = 0$$

$$U^2 + 10B U + 25B^2 = 0$$

$$U = -5B$$

Задача 3

лист 13 из 18
исходник

$$\mathcal{E} - U = \sqrt{\frac{I^2 R^2}{\mathcal{E}}} U$$

$$5B - U = \sqrt{\frac{(0,5 \cdot 20 B)^2}{5B}} \cdot U$$

$$5B - U = \sqrt{20B \cdot U}$$

~~$$U + 4$$~~

$$U + 2\sqrt{5U} B^{1/2} - 5B = 0$$

$$\sqrt{U} = \frac{-\sqrt{5} B^{1/2} \pm \sqrt{5B + 5B}}{2}$$

$$\sqrt{U} = \sqrt{10B} - \sqrt{5B}$$

$$U = 10B + 5B - 2\sqrt{50} B = 15B - 5\sqrt{2} B = (15 - 5\sqrt{2}) B$$

Проверим, потечет ли ток через перемычку; чтобы проверить, это или нет, необходимо, чтобы разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B$ (см. рис.) была отрицательной:

$$\varphi_A - \varphi_B < 0$$

из закона Кирхгофа:

$$\varphi_A - \varphi_B - U - \mathcal{E} = 0$$

$$\varphi_A - \varphi_B = U + \mathcal{E} \quad \text{— явно противречие.}$$

Ток через эту перемычку.

Задача 3

Лист 14 из 18
Исходник

Обозначим по рисунку токи J_1, J_2, J_D . По первому и второму правилу Кирхгофа получим:

$$\begin{cases} J_2 = J_D + J_1, \\ 2\varepsilon - U_A - \varepsilon = J_2 R, \\ 2\varepsilon - U_D = J_2 R \end{cases}$$

Авно указав U_A и U_D - напряжения на лампе и диоде.

$$\begin{cases} J_2 = J_D + J_1, \\ \varepsilon - U_A = (J_D + J_1) R, \\ 2\varepsilon - U_D = (J_D + J_1) R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon - U_A = (J_D + J_0 \sqrt{\frac{U_A}{\varepsilon}}) R, \\ 2\varepsilon - U_D = (J_D + J_0 \sqrt{\frac{U_A}{\varepsilon}}) R \end{cases} \quad (i) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon - U_A = 2\varepsilon - U_D \Rightarrow U_A = \varepsilon - 2\varepsilon + U_D = U_D - \varepsilon$$

Вернемся к этим в систему (i):

$$\varepsilon - U_A$$

$$2\varepsilon - U_D = (J_D + J_0 \sqrt{\frac{U_D - \varepsilon}{\varepsilon}}) R$$

$$\frac{2\varepsilon - U_D}{R} = J_D + J_0 \sqrt{\frac{U_D - \varepsilon}{\varepsilon}}$$

$$J_D = \frac{2\varepsilon - U_D}{R} - J_0 \sqrt{\frac{U_D - \varepsilon}{\varepsilon}} =$$

Задача 3

лист 15 из 18
исходник

$$= \frac{2 \cdot 5B - U_D}{20 \Omega} - 0,5 A \cdot \sqrt{\frac{U_D - 5B}{5B}} =$$

$$= \frac{1}{2} A - \frac{U_D}{20 \Omega} - \frac{1}{2} A \cdot \sqrt{\frac{U_D}{5B} - 1} =$$

$$= \frac{1}{2} A - \frac{U_D}{20 \Omega} - 1 A \cdot \sqrt{\frac{U_D}{20B} - \frac{1}{4}}$$

Если, что условие $U_D \geq \varepsilon$ - грубое, т.к. ват моща в этой области не известно. ~~более того, получается~~

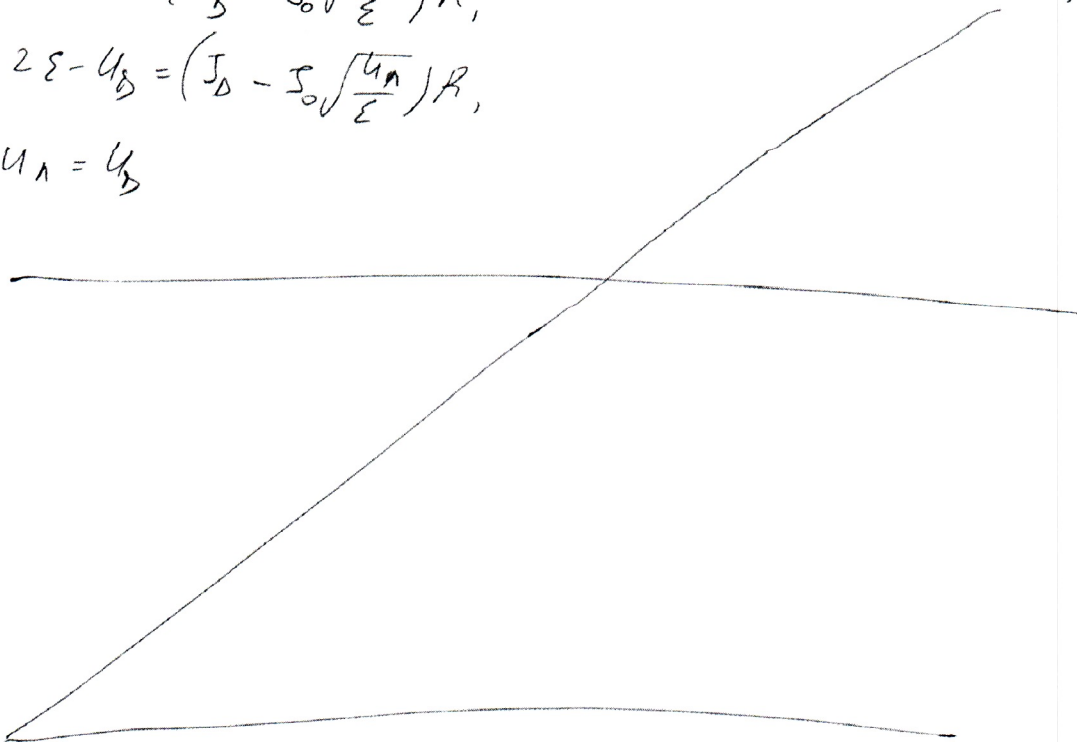
Значит в системе (*) необходимо ~~для~~ сменить направление тока I_1 .

Тогда:

$$\varepsilon - U_A = (I_D - I_0 \sqrt{\frac{U_A}{\varepsilon}}) R,$$

$$2\varepsilon - U_D = (I_D - I_0 \sqrt{\frac{U_D}{\varepsilon}}) R,$$

$$U_A = U_D$$



Задание 4

лист 16 из 18
Исходовик

Вопрос Запишем формулу преломляющей поверхности сферической формы (для координат x, x' , взятых относительно оптического центра на оси (Ox) , направленной в сторону распространения света):

$$\frac{n}{x} - \frac{n'}{x'} = \frac{n-n'}{R}$$

$$\begin{aligned} \frac{n}{x} - \frac{n_0}{x_s} &= \frac{n-n_0}{R_1}, \\ \frac{n_0}{x_s} - \frac{n}{x'} &= \frac{n_0-n}{R_2} \end{aligned}$$

$$\frac{n}{x} - \frac{n}{x'} = -(n_0-n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = -\frac{1}{f}$$

n - оптическая плотность среды,
 n_0 - в материале линзы,
 R_1 и R_2 - радиусы кривизмы, но
считаем, что R_1 может быть и
отрицательным; f - фокусное
расстояние в пространстве предметов.

Оптической силой для тонкой линзы называется величина:

$$D = \frac{1}{f} = +\frac{1}{f} = +(n_0-n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Итак, если погрузить линзу в среду с оптической плотностью $n > 1$, то по сравнению с воздухом, воздушной средой, её оптическая сила уменьшится.

Ответ: уменьшится.

Конкретнее:

$$\begin{aligned} D_s &= (n_0-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right), \\ D_n &= (n_0-n) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \end{aligned} \Rightarrow \boxed{D_n = \frac{n_0-n}{n_0-1} D_s}$$

Задача 4

лет 17 и 18
Исробан

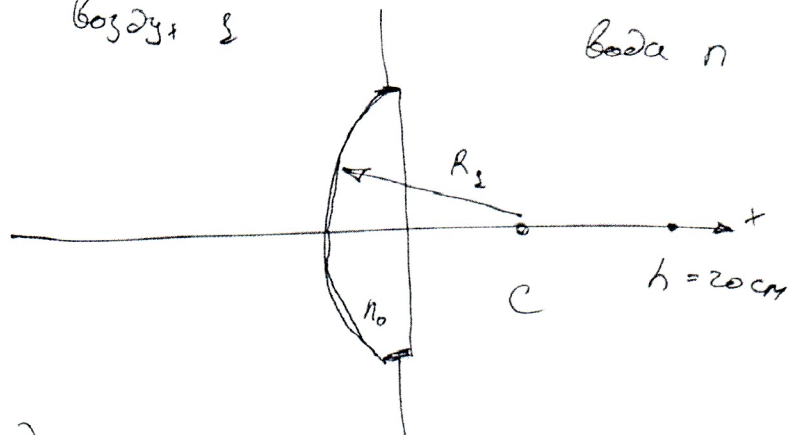
Задача

$h = 20 \text{ см}$
 $D_s = 7 \text{ дмтр}$

Решение.

воздух n

вода n



Пусть R_s - радиус кривизны передней поверхности линзы, у заднеей кривизны $\frac{1}{R_s}$ равна нулю. Пусть n_0 - показатель преломления линзы.

Формулы преломляющих поверхностей:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{x} - \frac{n_0}{x_s} &= \frac{1-n_0}{R_s} \\ \frac{n_0}{x_s} - \frac{n}{x'} &= \frac{n_0-n}{R_s} = 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{1}{x} - \frac{n}{x'} = \frac{1-n_0}{R_s} \quad (\heartsuit)$$

Так вот если $x \rightarrow -\infty$, то в $(\heartsuit)$ выходит:

$$-0 - \frac{n}{h} = \frac{1-n_0}{R_s}$$

$$\frac{n}{h} = \frac{n_0-1}{R_s}$$

$$n = \frac{n_0-1}{R_s} \cdot h \quad (\heartsuit)$$

И теперь та же линза только в воздухе, её оптическая сила:

мет 18 и 18
чистовик

$$D_s = (n_0 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_0} \right) = \frac{n_0 - 1}{R_1} \quad (1)$$

Уточ, у (B) & (D) =>

$$\Rightarrow n = D_s \cdot h = 7 \text{ мр} \cdot 0,2 \text{ м} = 1,4$$

Рез: ~~$n = 1,4 \text{ м}$~~

$$n = 1,4$$

+

