

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

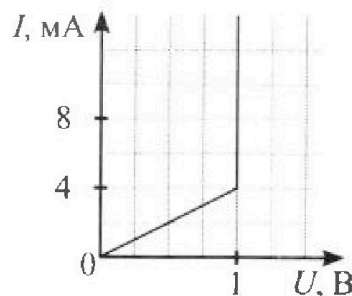
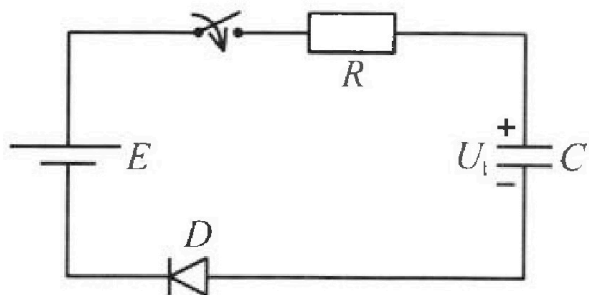
Вариант 11-06

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



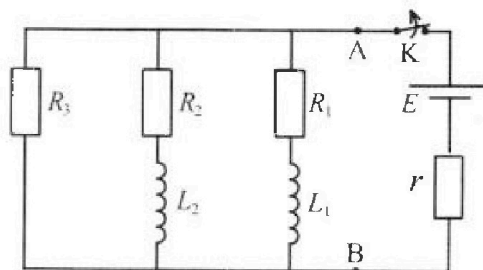
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 4$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника E , $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 3R$, $r = R/7$, $L_1 = L$, $L_2 = 3L$. Ключ K замкнут, режим в цепи установился.

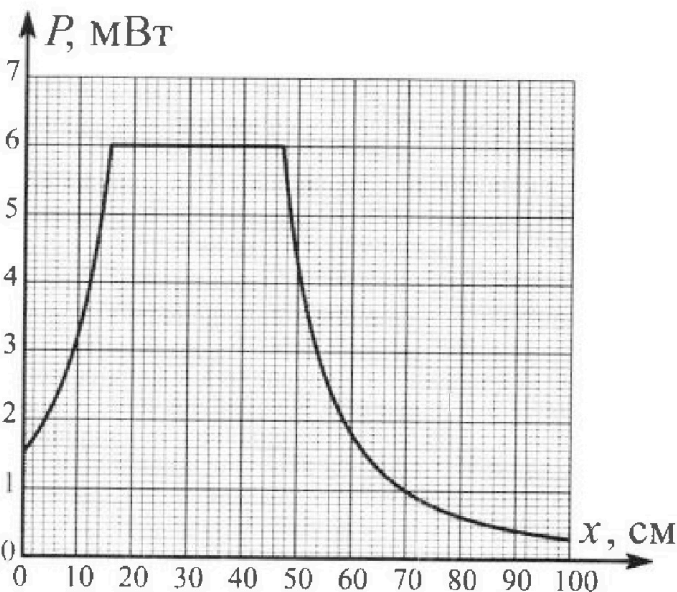
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



Каждый ответ выразить через E , R , L с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность P падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии $a = 48$ см от источника расположили тонкую линзу радиусом $R = 3$ см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния x между линзой и датчиком.

- 1) Найти радиус датчика r , считая его меньше радиуса линзы.
- 2) Найти фокусное расстояние F линзы.
- 3) Найти мощность источника P_0 , считая $R \ll a$.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-06



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

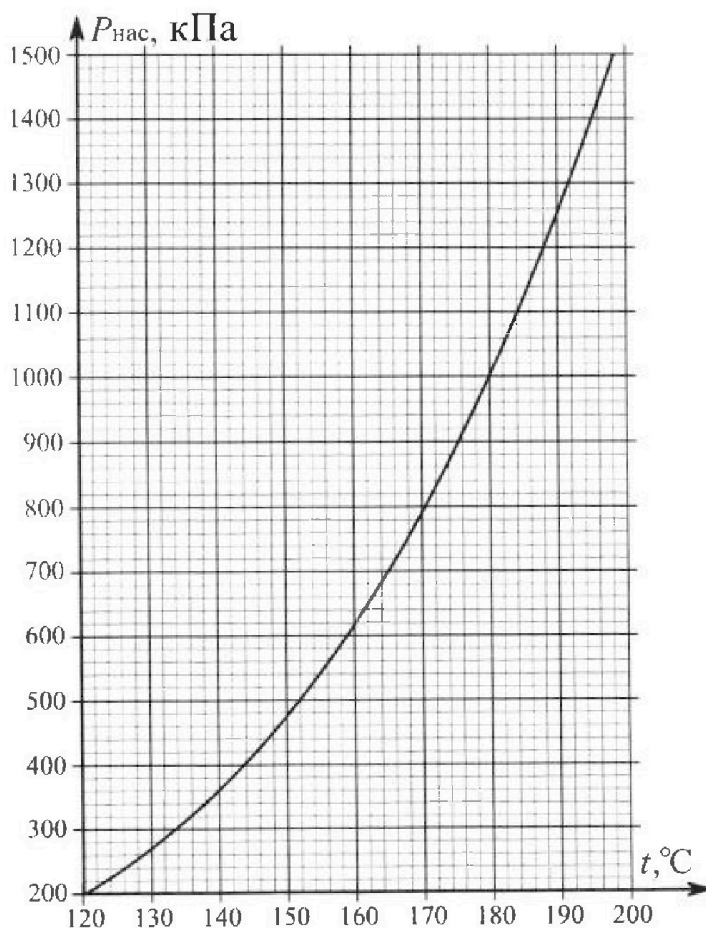
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg}\varphi = 3/2$) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом φ к горизонту.

- 1) Найти дальность полета S_2 снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии S_3 от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Размеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания $S = 10 \text{ см}^2$ под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 75\%$ при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой $F = 125 \text{ Н}$, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной $2F$, и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$. Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме $C_{V1} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{V2} = 3R$ (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры $P_{\text{нас}}(t)$.

- 1) Найти отношение начального равновесного давления P_1 к P_0 .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды N_2 к числу молекул сухого воздуха N_1 .
- 3) Найти отношение температуры T_2 после установления термодинамического равновесия к начальной температуре T_1 . Температуры T_2 и T_1 по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.





1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение задачи 1

Также составлено ЗСЭ

$$E = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2} = \frac{3m(V\cos\alpha)^2}{2} + \frac{mV^2}{2} = mV^2 \frac{\cos^2\alpha}{6} + \frac{mV^2}{2} =$$

$$= mV^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos^2\alpha}{6} \right)$$

$$E = mV^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos^2\alpha}{6} \right)$$

$$\frac{13mg}{4} = mV^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos^2\alpha}{6} \right)$$

$$\frac{13g}{2} = V^2 \left(1 + \frac{\cos^2\alpha}{3} \right)$$

Найдём α . Т.е. своим нулем найдем угол φ , то скорость снаряда отн. нулю найдем

угол φ . То есть $V_{y\text{отн}} = V\sin\alpha$; $V_{x\text{отн}} = V\cos\alpha + u$,

и $\frac{V_{y\text{отн}}}{V_{x\text{отн}}} = \text{tg}\varphi$ ($V_{y\text{отн}}$ и $V_{x\text{отн}}$ - проекции отн. скорости снаряда на вертикаль и горизонталь)

$$\frac{V\sin\alpha}{V\cos\alpha + u} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{V\sin\alpha}{V\cos\alpha + \frac{4}{3}V\cos\alpha} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{V\sin\alpha}{\frac{4}{3}V\cos\alpha} = \frac{3}{2}; \quad \sin\alpha = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} \cos\alpha; \quad \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{12}{6} = 2.$$

$$\text{tg}\alpha = 2, \quad \alpha = \arctg 2; \quad \cos^2\alpha + 4\cos^2\alpha = 1; \quad \cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{5}}; \quad \sin\alpha = \sqrt{\frac{4}{5}}$$

Теперь подставим α в ЗСЭ и найдем V :

$$\frac{13}{2}g = V^2 \left(1 + \frac{1}{3} \right) = V^2 \left(1 + \frac{1}{3} \right)$$

$$\frac{13}{2}g = V^2 \cdot \frac{16}{15}$$

$$V^2 = \frac{15 \cdot 13g}{2 \cdot 16} = \frac{195g}{32}; \quad V = \sqrt{\frac{195g}{32}}$$

По формуле для тела, движущегося в поле силы тяжести $S_3 = \frac{2V^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} = \frac{2 \cdot g \frac{195}{32} \cdot \sqrt{\frac{4}{5}} \cdot \sqrt{\frac{1}{5}}}{g}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1

Выясним энергию снаряда пушки. Для этого обобщаем вертикальный выстрел:

$\downarrow g$ высота H равна для верт. выстрела

$$H = \frac{(V_0 + 0) \cdot (0 - V_0)}{-g} \quad ; \text{ где } V_0 - \text{нач. скорость снаряда}$$

ср. скорость бресса до максим. точки
(ав. равноускорено)

$$\frac{V_0^2}{2g} = H \quad ; \quad V_0 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2g \cdot \frac{13}{4}} = \sqrt{\frac{13}{2}g}$$

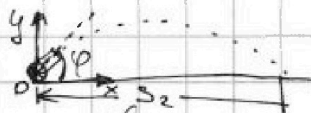
Энергия выстрела пушки, которая не изменяется от выстрела и выстрелу, равна кин. энергии снаряда сразу после его вылета, то есть равна $E = \frac{mV_0^2}{2}$, где m - масса снаряда.

$$E = \frac{m \cdot \frac{13}{2}g}{2} = \frac{13}{4}mg$$

Теперь выясним дальность полета при том выстреле:

По формулам для тела, движущегося в поле силы тяжести:

$$V_x = V_0 \cdot \cos \varphi$$



$$V_y = V_0 \sin \varphi - gt \quad ; \text{ где } t - \text{ время, прошедшее с выстрела}$$

$$x = V_x t = V_0 \cos \varphi t$$

$$y = (V_0 \sin \varphi)t - \frac{gt^2}{2}$$

(V_0 будет совп. со скоростью снаряда, т.е. до сих пор нет энергии пушки и нет на его распад)



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение задачи 1

Тогда $S_2 = X(t_2) = V_0 t_2 \cos \varphi$, где t_2 - время

лета снаряда после t_0 времени.

$$t_2 = \frac{2V_0 \sin \varphi}{g} \quad \left(t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{V_{0y} - V_{sy}}{-g} \right) \quad \begin{matrix} (V_{0y} - \text{ком.} \\ V_0 \sin \varphi) \end{matrix}$$

$$S_2 = \frac{2V_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} \quad \text{Найдём } \sin \varphi \text{ и } \cos \varphi. \quad \frac{1}{g} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{3}{2}; \sin \varphi = \frac{3}{2} \cos \varphi$$

$$\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$$

$$\cos^2 \varphi + \frac{9}{4} \cos^2 \varphi = 1$$

$$\frac{13}{4} \cos^2 \varphi = 1$$

$$\cos^2 \varphi = \frac{4}{13}; \cos \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}} \quad (0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2})$$

$$\sin \varphi = \frac{3}{2} \cos \varphi = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\text{Тогда } S_2 = \frac{2V_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{2 \cdot \left(\frac{13}{2} g\right) \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}{g} = \frac{13 \cdot 2 \cdot 3}{13} = 6 \text{ (м)}$$

Теперь обчитаем z и выстрел: энергия E снаряда

пушки перейдет в кин. энергию пушки и $\frac{1}{2} M v^2$ пушки, ост. из снаряда останется на том же месте по горизонтали (т.е. сил по горизонтали на систему не действует):



α - угол m к h .

$v \cos \alpha$ - горизонтальная составляющая скорости m , т.е. пушка движется

Составим ЗСИ для горизонтали

$$M u + m \cdot v \cos \alpha = 0, \quad M - \text{масса пушки, } m \text{ - } M = 3m$$

$$M u = m v \cos \alpha$$

$$3m u = m v \cos \alpha$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{3}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Решение

задачи 1

$$S_3 = \frac{2 \cdot 8 \cdot \frac{195}{32} \cdot \sqrt{\frac{4}{5}} \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}}{9} = 2 \cdot \frac{195}{32} \cdot \frac{1}{5} \cdot 2 = \frac{39}{8} \text{ (м)}$$

Ответ:

$$S_2 = 0 \text{ м}$$
$$S_3 = \frac{39}{8} \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2

Поскольку поршень не движется, то сила F в цилиндре с силой давления смеси газов равняется нулю. То есть

$$F = P_1 \cdot S$$

$$125 \text{ Н} = P_1 \cdot 10 \text{ см}^2$$

$$\frac{125 \text{ Н}}{10 \text{ см}^2} = P_1$$

$$\frac{125 \text{ Н}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = P_1 ; P_1 = 125 \cdot 10^3 \text{ Па} = 125 \text{ кПа} ; P_0 = 100 \text{ кПа}$$

$$\text{то есть } \frac{P_1}{P_0} = 1,25$$

Давление водяного пара будет вычисляться по формуле

$$P_{n,1} = P_{\text{нас}}(t_1) \cdot \varphi_1 = 0,75 P_{\text{нас}}(100^\circ \text{C})$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{P_1}{P_0} = 1,25}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

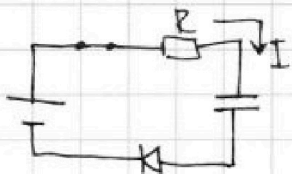
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3

Найдём ток I_1 , исходя из предположения, что диод будет открыт:



Напр. на конд. 4В, на диоде 1В,
т.е. падение напр. на резисторе равно

$$U_R = 8В - 4В - 1В = 3В. \text{ Тогда ток } I_1 \text{ по}$$

$$3. \text{ Ома равен } \frac{U_R}{R} = \frac{3В}{5000\Omega} = 6\text{ мА}$$

Аналогично по 3. Ома когда ток в цепи

$I_2 = 4\text{ мА}$, напр. на резисторе равно

$$U_{R2} = I_2 \cdot R = 2В. \text{ То есть т.к. напр. на диоде}$$

не цм., то напр. на резисторе будет

$$\text{равно } U_2 = 8В - 2В - 1В = 5В$$

Теперь вычислим кол-во тепла, выделяемого

на резисторе после замыкания ключа.

С тем, как будет заряжаться конденсатор, ток

в цепи будет падать, а также ~~будет падать~~

~~напр. на диоде~~ в какой-то момент

закрылся диод. С этого момента реле будет

выдаваться и на нём. (т.к. при $U = 1$ ток через

диод ~~т.к. не~~ механически, то до этого момента на нём



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение задачи 3

То есть тепло на резисторе ~~состоит~~ является суммой тепла, ~~с~~ протекающего через него до закрытия диода и после него.

До закрытия диода

$$P = P_R + \frac{dE}{dt}, \text{ где}$$

а E - энергия конденсатора.

P - мощность источника,
 ~~P_R~~ P_R - мощность, выг. на резисторе

После закрытия диода

$$P = P_R + P_D + \frac{dE}{dt}, \text{ где } P_D - \text{мощность, выг. на диоде}$$

Заметим, что $\frac{\Delta U_D}{\Delta I_D}$ из графика при $U_D < 1$ не уменьшается и равно $\frac{1\text{В}}{4\text{мА}} = 250\text{Ом}$. Она совп. с сопротивлением закрытого диода.

$$P = P_R + \frac{dE}{dt} = I^2 \cdot R + \frac{d\left(\frac{C U^2}{2}\right)}{dt} = I^2 \cdot R + \frac{C}{2} \frac{d(U^2)}{dt} = I^2 R + \frac{C}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{d(q^2)}{dt} = \left(\frac{dq}{dt}\right)^2 R + \frac{C}{2} \cdot \frac{d(q^2)}{dt}$$

Ответ: 1) $I_1 = 6\text{мА}$
2) $U_2 = 5\text{В}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

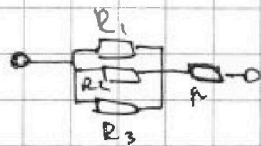
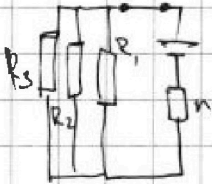
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

Когда резисторы в цепи установлены, катушкой не вращают на цель, то есть их можно заменить на провод без сопр. То есть в уст. режиме цель будет эквивалентна следующей:



Ток I_0 здесь будет течь через R_2 . Найдём его.

Пусть сопр. цепи равно R_0 . Тогда

$$R_0 = r + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = r + \frac{1}{\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2} + \frac{1}{R_3}} = r + \frac{1}{\frac{(R_1 + R_2)R_3 + R_1 R_2}{R_1 R_2 R_3}}$$

$$= r + \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3} = \frac{R}{7} + \frac{R \cdot R \cdot 3R}{R^2 + 3R^2 + 3R^2} = \frac{R}{7} + \frac{3R^3}{7R^2} =$$

$$= \frac{R}{7} + \frac{3}{7}R = \frac{4}{7}R. \text{ То ест ток в цепи равен } \frac{E}{\frac{4}{7}R} =$$

$$= \frac{7}{4} \frac{E}{R}. \text{ Падение напр. на участке } R_1, R_2 \text{ и } R_3 \text{ будет равно}$$

$$\frac{7}{4} \frac{E}{R} \cdot \frac{3}{7}R = \frac{3}{4}E. \text{ Тогда ток } I_0 \text{ через } R_2$$

$$\text{по 3. Ома равен } I_0 = \frac{\frac{3E}{4}}{R} = \frac{3E}{4R}$$

Ответ: $I_0 = \frac{3E}{4R}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

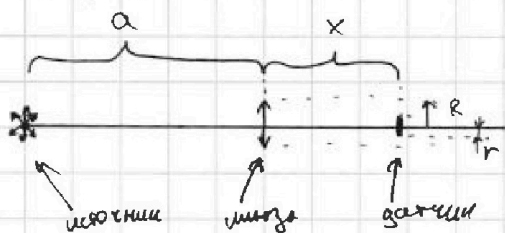
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5

Изобразим

описанную

в условиях задачи:

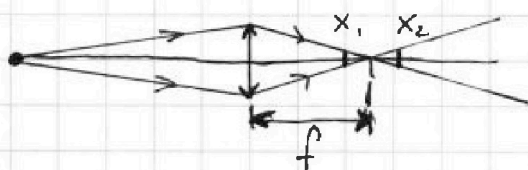


Линза не может быть рассеивающей, т.к. прошедшие через неё лучи расходятся бы, и $P(x)$ монотонно убывала бы.

Изобразим

ход

крайних лучей:



Поскольку источник излучает равномерно во все стороны, то

мощность, которая приходится на площадь S — то есть, пропорциональна увеличению размеру этой площади. Заметим, что при $x \rightarrow 0$ бездельная линза пропадает, то есть экран получает ту же мощность, что получил бы без неё. Обозначим за P_1 удельную мощность источника света, т.е. отношение мощности, падающей на участок к его угл. размеру. Тогда $P(0) = P_1 \cdot \varphi_0$, где φ_0 — угл. размер экрана.

Поскольку $R \ll a$, а $r \ll R$, то $\varphi_0 \approx \frac{\pi r^2}{a^2}$, т.е.

$$P(0) = P_1 \cdot \pi \frac{r^2}{a^2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение задачи 5

Теперь заметим, что $\sqrt{\quad}$ есть зависимость $P(x)$ монотонно и минимально. Этот участок соответствует ситуации, когда весь свет, прошедший через линзу попадает на датчик, то есть световые лучи падают на датчик x_1 и x_2 на рисунке. По формулу

$$x_1 = 16 \text{ см}; x_2 \approx 47 \text{ см.}$$

По рисунку видно, что $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$ — это точка пересечения всех лучей от источника, то есть расст. до центр. Назовем это расст. f .

Тогда по формуле тонкой линзы

~~$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$~~

формула источника (а)

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (\text{расст. до источника, равно } a)$$

$$\frac{1}{48} + \frac{1}{63} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{63 + 2 \cdot 48}{48 \cdot 63} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{3024}{159} \approx 19,2 \text{ (см)}$$

Теперь найдем n и P_0 :

Зная что $P(x_1) = P_0 \cdot \varphi_1$, где φ_1 — угл. размер линзы, т.к. при $x \in [x_1; x_2]$ ~~то~~ мощность P — это мощность, которая идет через линзу, заметим, что

$$\varphi_1 = \frac{\pi R^2}{a^2} \quad (R \ll a). \text{ то есть } \frac{P(x_1)}{P_0} = \frac{P_0 \cdot \varphi_1}{P_0} = \frac{P_0 \cdot \frac{\pi R^2}{a^2}}{P_0} = \frac{\pi R^2}{a^2} = \frac{R^2}{a^2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Продолжение задачи 5

то есть $\frac{P(x_1)}{P(0)} = \frac{R^2}{r^2}$, и $P(x_1) = 6 \text{ МВт}$
 $P(0) \approx 1,55 \text{ МВт}$

$$\frac{R^2}{r^2} = \frac{6}{1,55} \approx \frac{6}{1,5} \approx 4$$

$$\frac{R}{r} \approx 2; r \approx 1,5 \text{ см}$$

~~Теперь~~ Теперь вычислим $P_0 = P_1 \cdot 4 \text{ Вт}$.

$$P(x_1) = P_1 \cdot \frac{R^2}{a^2} = 6 \text{ МВт}$$

$$P_1 \cdot \frac{1 \cdot (3 \text{ см})^2}{(1,8 \text{ см})^2} = 6 \text{ МВт}$$

$$P_1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{16} = 6 \text{ МВт}$$

$$P_1 = 6 \cdot 16 \text{ Вт} = 96 \text{ Вт}$$

то есть $P_0 = P_1 \cdot 4 \text{ Вт} = 384 \text{ Вт}$

Ответ: $r \approx 1,5 \text{ см}$

$$F \approx 19,2 \text{ см}$$

$$P_0 \approx 384 \text{ Вт}$$

