



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

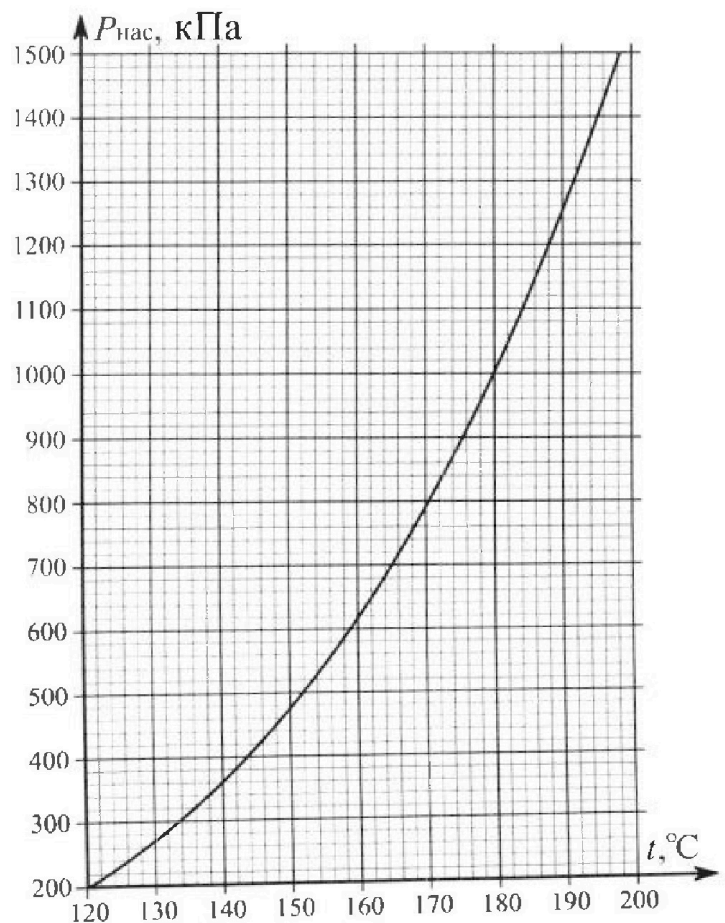
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/3$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg}\varphi = 2/3$) 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?

Раз меры 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 $S = 10$ см² под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 100\%$ при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой $F = 150$ Н, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной $1,5F$, и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление $P_0 \approx 100$ кПа. Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме $C_{11} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{12} = 3R$ (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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

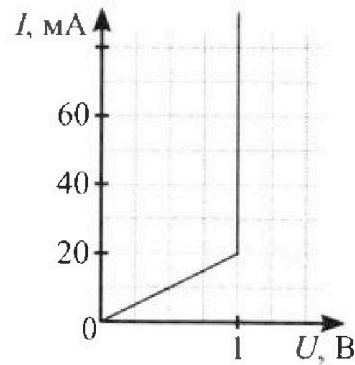
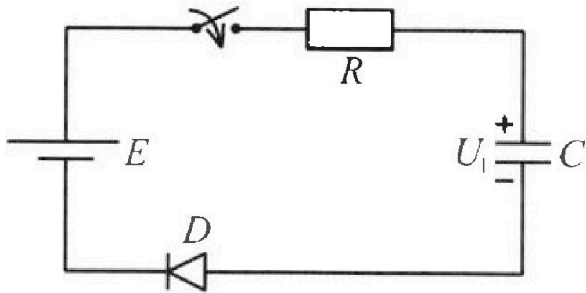
Вариант 11-05

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



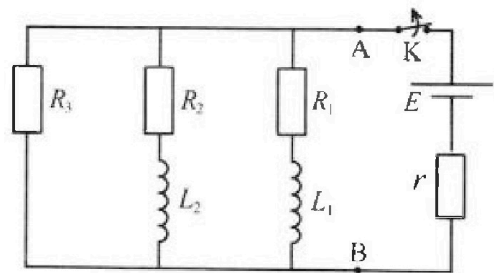
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 9$ В, $R = 100$ Ом, $C = 60$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 3$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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 $I_2 = 20$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника E , $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$, $r = R/5$, $L_1 = L$, $L_2 = 2L$. Ключ K замкнут, режим в цепи установился.

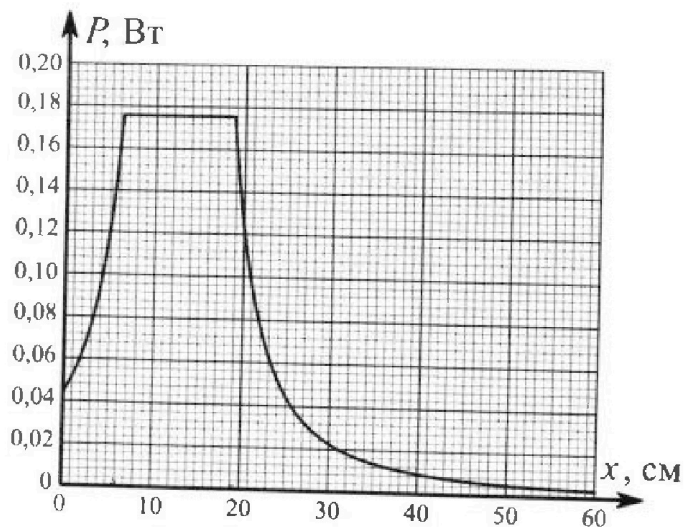
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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 $a = 32$ см от источника расположили тонкую линзу радиусом $R = 2$ 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 $R \ll a$.





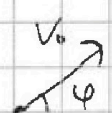
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 11
при вертикальном выстреле: $\frac{m v_0^2}{2} = m g H$ (м-масса снаряда)
(v_0 - скор. снаряда) $\Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH} \Rightarrow \frac{2v_0^2}{g} = 4H$

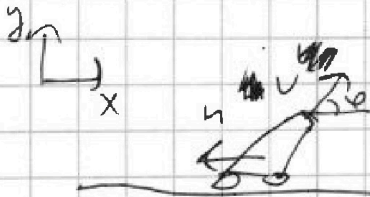
1)  время полёта $t = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$ $s_2 = v_0 \cos \varphi t = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2 \sin \varphi \cos \varphi$

$3 \sin^2 \varphi = 2 \cos^2 \varphi \Rightarrow 5 \sin^2 \varphi = 4 \cos^2 \varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow 13 \sin^2 \varphi = 4 \Rightarrow \sin^2 \varphi = \frac{4}{13} \Rightarrow \sin \varphi = \frac{2\sqrt{13}}{13}$

$\Rightarrow \cos \varphi = \frac{3\sqrt{13}}{13} \Rightarrow s_2 = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{6}{13} = \frac{24}{13} H$

2) (м-масса пушки) $M = 4m$ (v - новая скор. снар.)
 u - скор. пушки



ЗСИ по O_x (внешн. сил нет):

$m v \cos \varphi = M u \Rightarrow u = \frac{3\sqrt{13}}{13} v$

~~Система снаряд-пушка~~ внутренняя энергия, затраченная в пушке & перем. аэродинам. сопротивление передаётся

снаряду, в результате - между пушкой и пушкой:

$m g H = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2} = \frac{4m}{2} \cdot \frac{9v^2}{16 \cdot 13} + \frac{m}{2} v^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 2gH = v^2 \left(\frac{9}{13} + 1 \right) = \frac{61}{52} v^2 \Rightarrow v = \frac{104}{61} gH$

$s_3 = \frac{v^2}{g} \cdot 2 \sin \varphi \cos \varphi = \frac{104}{61} H \cdot \frac{12}{13} = \frac{8 \cdot 12}{61} H = \frac{96}{61} H$

Ответ: 1) $\frac{24}{13} H$ 2) $\frac{96}{61} H$.



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 n2

$$1) p_1 = \frac{f}{S} = \frac{150 \text{ Н}}{10 \text{ см}^2} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1,5 p_0$$

$$2) p_{H_1} \cdot V_1 = \nu_2 \cdot k T_1 \quad \leftarrow \text{для пара} \quad (V_1 - \text{объем сосуда})$$

$$2) (p_1 - p_{H_1}) V_1 = \nu_1 \cdot k T_1 \quad \text{— для воздуха}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{p_{H_1}}{p_1 - p_{H_1}} = \frac{p_0}{1,5 p_0 - p_0} = \frac{2}{3-2} = 2$$

3) получим пар не конденсируется:

$$\frac{p_{H_2}}{p_2 - p_{H_2}} = 2 \quad (p_2 = \frac{1,5 f}{S}) = 1,5 p_1 = 2,25 p_0$$

$$\Rightarrow 3 p_{H_2} = 4,5 p_0 \Rightarrow p_{H_2} = 1,5 p_0 = 150 \text{ кПа} \quad (p_{H_2} = p_{H_1})$$

$$3) \Rightarrow \frac{5}{2} \nu_1 k T_1 + 3 \nu_2 k T_1 + \frac{1,5 f (V_2 + V_1)}{S} = k T_2 (\frac{5}{2} \nu_1 + 3 \nu_2)$$

(V_2 — объем сосуда + пар)

$$T_2 = \frac{2,25 p_0 (V_2 + V_1)}{k (\frac{5}{2} \nu_1 + 3 \nu_2)} + T_1 = T_1 + \frac{2,25 p_0 (\frac{p_{H_2}}{p_{H_1}} + \frac{p_1}{p_{H_1}})}{k (\frac{5}{2} \nu_1 + 3 \nu_2)}$$

$$= T_1 + \frac{9 p_0 (\frac{T_2}{1,5} + \frac{T_1}{1})}{14} = T_1 + \frac{6 T_2}{14} + \frac{9 T_1}{14} \Rightarrow \frac{17 T_2}{14} = \frac{8 T_1}{14} \Rightarrow \frac{17 T_2}{14} = \frac{8 T_1}{14}$$

$$\Rightarrow \frac{17}{14} T_2 = \frac{8}{14} T_1 \Rightarrow T_2 / T_1 = \frac{8}{17} \Rightarrow T_2 \approx 140,7^\circ \text{C}$$

$\Rightarrow p_{\text{наст}} > p_{H_2} \Rightarrow$ пар не конденсируется

$$4) p_2 = \frac{p_{H_2}}{p_{\text{нас}}(p_2)} \approx \frac{150 \text{ кПа}}{460 \text{ кПа}} = \frac{15}{46} \quad (\text{по графику})$$

Ответ: 1) 1,5 ; 2) 2 ; 3) $\frac{26}{23}$; 4) $\frac{15}{46}$.



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

$U_0 = 1\text{ В}$ - напряжение ~~на~~ открытой на диоде

$$1) \quad \varepsilon - U_1 - U_0 = I_1 R \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon - U_1 - U_0}{R} = 50 \text{ мА}$$

$$2) \quad \varepsilon - U_0 - U_2 = I_2 R \Rightarrow U_2 = \varepsilon - U_0 - I_2 R = 6 \text{ В}$$

3) Когда напряжение на диоде $\geq U_0$, то на нём перестает ~~быть~~ $Q_1 = q_1 \cdot U_0$ эмитт (q_1 - количество e^- из диода за время) ~~и~~

$$q_1 = C(U_2 - U_1) \quad (\text{н.и. на } U_2 \text{ или } 20 \text{ мА})$$

при ~~на~~ напряжении $V < U_0$ на диоде: $I = \alpha V$, где I - ток в цепи, V - напря. на диоде, $\alpha = \frac{20 \text{ мА}}{1 \text{ В}} = 2 \cdot 10^2 \text{ Ом}^{-1}$

~~и~~ ~~конденсатор~~ $dQ_2 = I \cdot V \cdot dt = dQ \cdot V$

dQ - малый заряд, прошедший через диод, через конденсатор:

$$\varepsilon = \alpha V R + V + \frac{q}{C} \quad \alpha V = dq/dt = \dot{q} \Rightarrow V = \frac{\dot{q}}{\alpha}$$

~~$\varepsilon = \alpha R \frac{\dot{q}}{\alpha} + \frac{\dot{q}}{\alpha} + \frac{q}{C}$~~
 ~~$\varepsilon = R \dot{q} + \frac{\dot{q}}{\alpha} + \frac{q}{C}$~~
 ~~$\varepsilon - \frac{\dot{q}}{\alpha} = R \dot{q} + \frac{q}{C}$~~
 ~~$\varepsilon C - \frac{q}{\alpha} = \alpha R C \dot{q} + q$~~

$$\Rightarrow V = \frac{\varepsilon C - q}{\alpha R C + C} \Rightarrow dQ_2 = \frac{\varepsilon C - q}{\alpha R C + C} dq$$

$$Q_2 = 0; \quad q = C(U_0 - U_2) = C(\varepsilon - U_2)$$

$$Q_2 = \frac{\varepsilon C(\varepsilon - U_0)}{\alpha R C + C} - \frac{C(\varepsilon - U_2)^2}{\alpha R C + C} = \frac{(\varepsilon - U_0) C U_2}{\alpha R C + C}$$



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!

Задача 3)

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 = U_0 \cdot C (U_2 - U_1) + \frac{(U_2 - U_1) C U_2}{2} = 9 \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} + 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

↑
энергия, выделенная на проводе

$$A_{\text{ист}} = C (E - U_1) E - \frac{C (U_2^2 - U_1^2)}{2} = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 54 \text{ Дж} - 30,72 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 32,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

↑
работу источника за всё время

$$\Delta W_C = \frac{C E^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = \frac{C}{2} (E^2 - U_1^2) = 30,72 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

↑
изменение энергии конденсатора

ЗСЭ: $A_{\text{ист}} = \Delta W_C + Q_0 + Q_{\text{пр}} \Rightarrow Q_{\text{пр}} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$

Ответ: 1) 50 мА 2) 6 В 3) $5,4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$



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.

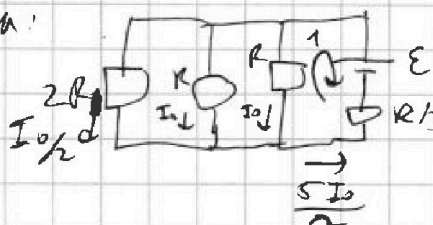
1 2 3 4 5 6 7

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 24

1) 8 ум. решиме мат. потенциал \Rightarrow используем закон Ома или правила:



через R_1 и R_2 по II з-ку
контуров равен \Rightarrow I_0
а R_3 через R_3 : $I_0/2$
 \Rightarrow через r : $\frac{5I_0}{2}$

II з-к контура для контура 1:

$$0 = E - I_0 R - \frac{I_0 R}{2} \Rightarrow I_0 = \frac{2E}{3R}$$

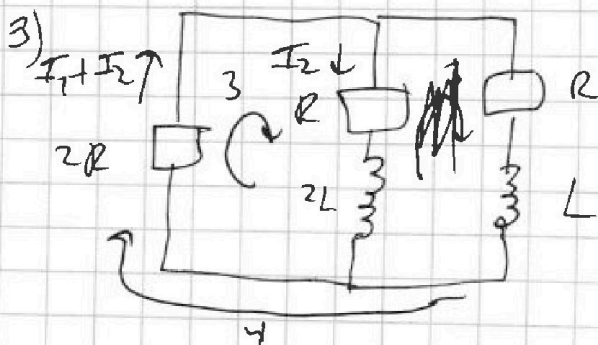
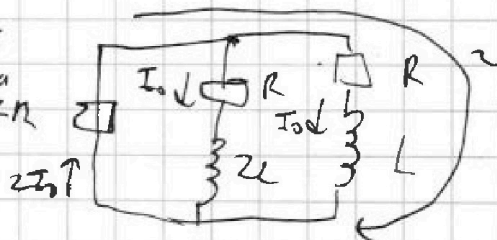
2) мощи R_1 и R_2 минимална \Rightarrow по I з-ку контура

по R_3 равен $2I_0$:

2 контур

$$4I_0 R + I_0 R = L \dot{I}_1$$

$$|\dot{I}_1| = \frac{5I_0 R}{L} = \frac{10E}{3L}$$



~~3 контур~~

~~(3) $I_1 R + I_2 R + L \dot{I}_1 = 0$~~

и контур:

$$(4) I_1 R + (I_1 + I_2) 2R + L \dot{I}_1 = 0$$

через R_1 протек. q_1 , через R_2 $q_2 \Rightarrow q_3 = q_1 + q_2$

~~из (3): $R(q_1 - q_2) = L(\dot{q}_1 - \dot{q}_2) = L \dot{q}_3$~~

из (4): $R(3q_1 + 2q_2) = L(\dot{q}_1 - 0)$

3 контур: $R(2q_1 + 3q_2) = -2L \dot{q}_2 \Rightarrow R(2q_1 + 3q_2) = 2L(\dot{q}_1 - 0)$



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!

Задача 24

$$\Rightarrow 5 q_3 R = 3L I_0 \Rightarrow q_3 = \frac{3L I_0}{5R} = \frac{3L}{5R} \cdot \frac{2\epsilon}{3R} = \frac{2\epsilon L}{5R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{2\epsilon}{3R}$; 2) $\frac{10\epsilon}{3L}$; 3) $\frac{2\epsilon L}{5R^2}$.



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
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 15)

данный элемент к длине \Rightarrow мощность, выделяется независимо

от длины, при увеличении x радиусе мощность \Rightarrow

\Rightarrow длина сокращается и $r < R$

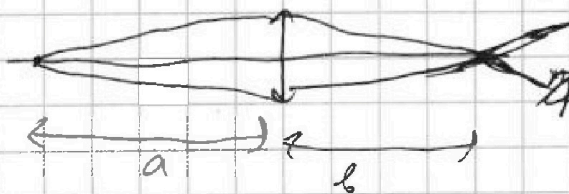
1) макс. ~~радиус~~ мощность, при $x=0$ данный элемент к мощности

$$\text{при } x=0 \quad \frac{P_{\max}}{P(0)} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{0,176}{0,044} \quad (\text{по графику})$$

$$\Rightarrow r = \frac{R}{2} = 1 \text{ м}$$

2)

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



$$\text{при } x \in \left[\frac{b}{2}; \frac{3b}{2} \right]$$

$P = P_{\max}$, т.к. весь свет,

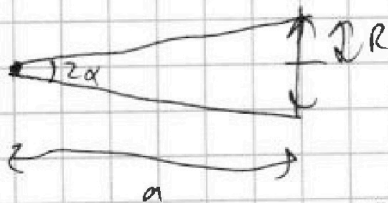
попадающий на линзу, попадает на

элемент данного

$$\Rightarrow b = 13 \text{ м (по графику)} \Rightarrow f = \frac{ab}{a+b} = \frac{32 \cdot 13}{32+13} = \frac{416}{45} =$$

$$= 9 + \frac{11}{45} \approx 9,25 \text{ м} = \frac{37}{4} \text{ м}$$

3)



$$\text{tg } \alpha = \frac{R}{a} \Rightarrow \alpha \approx \frac{R}{a}$$

$$P(0) = R \cdot \frac{R}{a} = \frac{R^2}{a}$$

нечеткий угол α , по которому из точки, расположенной

источнике, луча линза $R = \frac{\pi R^2}{a}$



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!

Задача 5)

$$P_{\max} = P_0 \cdot \frac{R}{4\pi r^2} \Rightarrow P_0 = P_{\max} \cdot \frac{4\pi r^2}{R} = 0,176 \cdot 4 \cdot 16^2 \text{ Вт} =$$
$$= \frac{22}{125} \cdot 4 \cdot 16^2 \text{ Вт} = \frac{88 \cdot 256}{125} \text{ Вт} = \frac{22528}{125} \text{ Вт} = 180,224 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) 1 км ; 2) 9,25 км ; 3) 180,224 Вт .

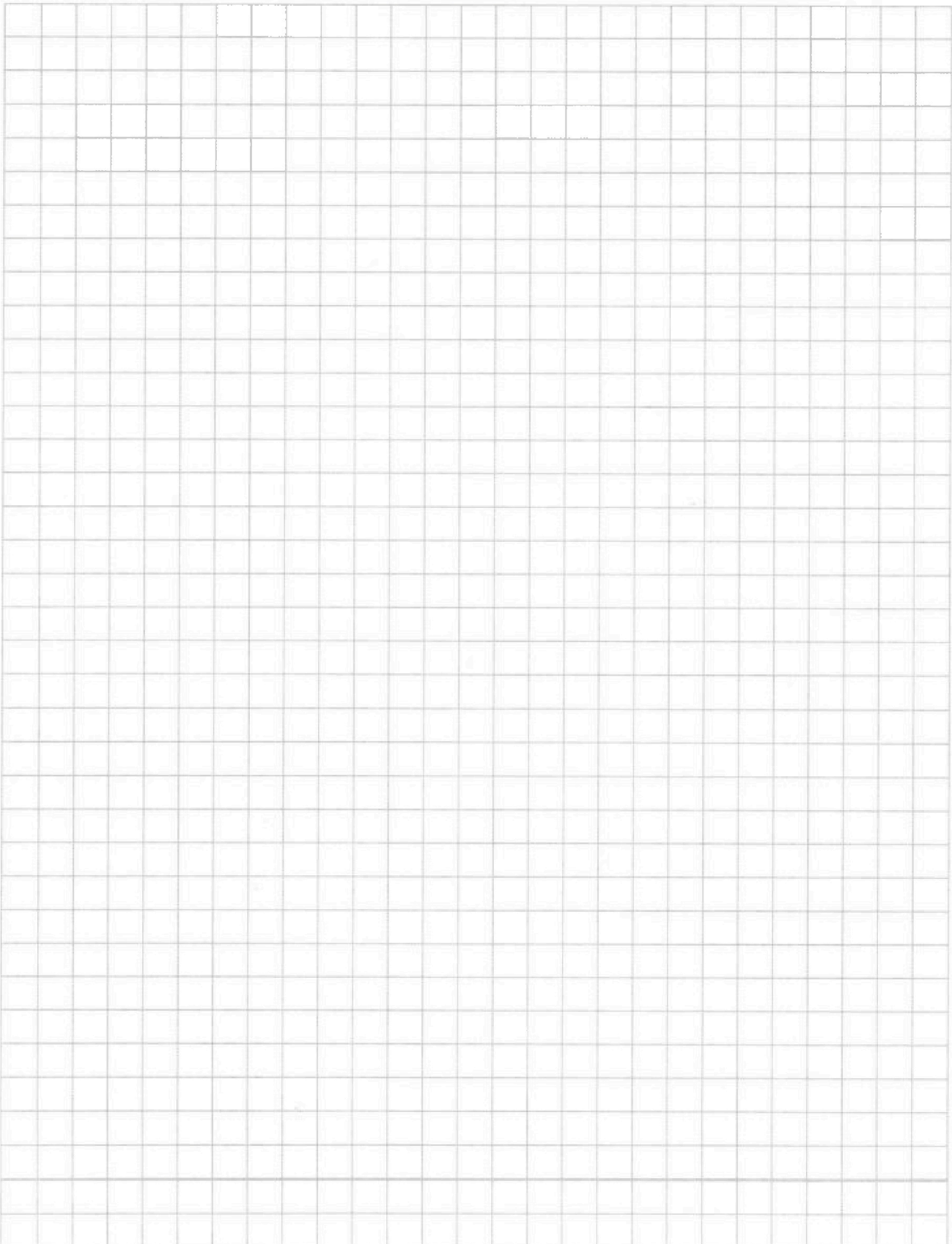


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!





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
ИЗ

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!

$$\frac{293}{77} \cdot 82 = \frac{1600 + 560 + 140}{77} = \frac{2184}{77} = 28.2$$

$$\frac{171}{4} = 42.75$$

$$\frac{11}{8} \cdot 273 = \frac{2200 + 370 + 33}{8} = \frac{3003}{8} = 375.375$$

$$\frac{176}{8} = 22$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22510 \\ \hline 182224 \end{array}$$

~~$$\frac{26}{23} \cdot 273 = \frac{7138}{23} = 309.913$$~~

$$\frac{26}{23} \cdot 3732 = \frac{97032}{23} = 4218.78$$

~~$$\frac{200}{23} \cdot 373 = \frac{74600}{23} = 3243.478$$~~

$$\frac{1119}{23} = 48.65$$

$$\frac{256}{23} = 11.13$$

$$\frac{900 + 2200 + 200}{23} = \frac{3100}{23} = 134.78$$

$$\frac{1119}{23} = 48.65$$

$$\frac{2048}{23} = 89.04$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\frac{23}{23} = 1$$

$$\frac{15}{23} = 0.65$$

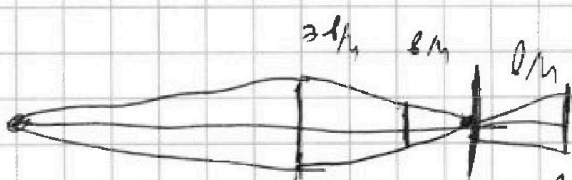
$$\frac{23}{23} = 1$$

$$\frac{7R^2}{a^2} = 4 \frac{R}{a}$$

$$\frac{92}{1104} = 0.083$$

$$\frac{11}{13} \cdot \sqrt{67} = 0.846$$

$$\frac{3044}{0.136} = 22382.35$$



$$\frac{20}{114} = 0.175$$

$$\frac{32}{13} = 2.46$$

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

$$\frac{1}{32} + \frac{1}{26} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = 0.077$$

$$\frac{32}{476} = 0.067$$

$$\frac{1}{65} + \frac{1}{a-f} = \frac{1}{32.74} + \frac{1}{32.3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{9} = \frac{19}{90}$$

$$\frac{1}{32} + \frac{1}{26} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = 0.077$$

$$\frac{32}{476} = 0.067$$

$$\frac{32 \cdot 13}{29} = \frac{416}{29} = 14.34$$

$$\frac{45}{405} = 0.111$$

$$\frac{11000}{45} = 244.44$$

$$\frac{45}{180} = 0.25$$

$$\frac{1}{405} = 0.00247$$

~~$$\frac{26}{114} = 0.228$$~~

~~$$\frac{25}{110} = 0.227$$~~

$$\frac{26}{455} = 0.057$$

$$\frac{13}{1730} = 0.0075$$

$$\frac{11}{462} = 0.0238$$

$$\frac{1}{47} = 0.0213$$

$$\frac{1000}{47} = 21.28$$

2 м