



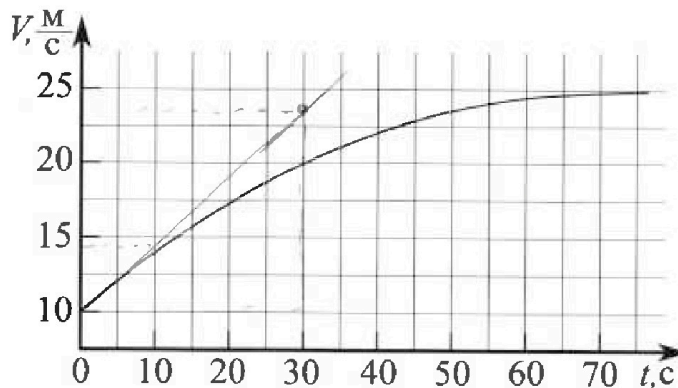
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

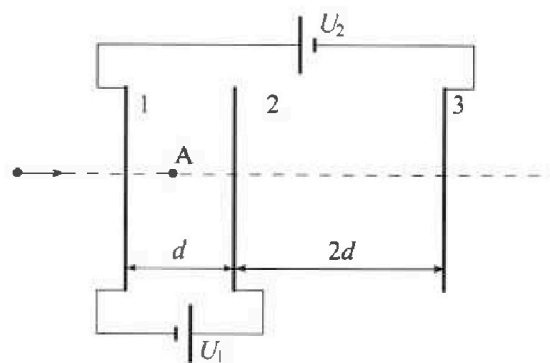
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

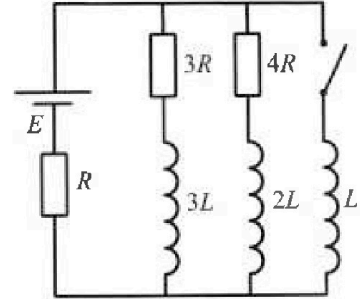
Вариант 11-03

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

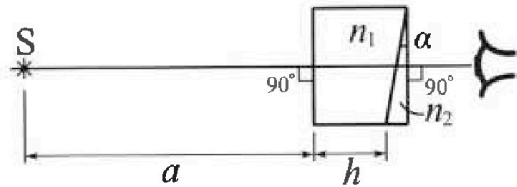
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) К какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) $a = \frac{dV}{dt}$, т.е. касательна к графику $V(t)$ опреде-
ляет ускорение

$$a = \frac{7 \text{ м/с}}{15 \text{ с}} = \frac{7}{15} \text{ м/с}^2 \approx 0,45 \text{ м/с}^2$$

Концы пружины \Rightarrow можно считать ускорение

нужными $\Rightarrow F_k = kV$

$$k = \frac{F_k}{V} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}^2}$$

$$= 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 24 \\ \hline 100 \\ + 50 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$ma = F_0 - kV_0$$

~~$$F_0 = ma + kV_0 = 1500 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 + 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$~~

~~$$= 10 \text{ м/с}^2 \cdot 750 + 240 = 990 \text{ Н}$$~~

~~$$P_0 = F_0 V_0 = 990 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 9900 \text{ Вт}$$~~

Ответ: $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ $F_0 = 990 \text{ Н}$ $P_0 = 9900 \text{ Вт}$

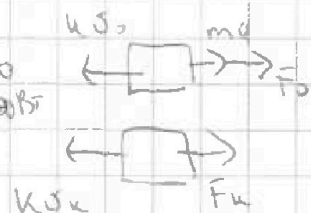
~~$$ma = F_0 - kV_0$$~~

$$F_0 = kV_0 + ma = 1500 \text{ Н} \cdot 0,45 \text{ м/с}^2 + 240 \text{ Н} =$$

$$= 675 + 240 = 915 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 V_0 = 915 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 9150 \text{ Вт}$$

Ответ: $a = 0,45 \text{ м/с}^2$ $F_0 = 915 \text{ Н}$, $P_0 = 9150 \text{ Вт}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$P_{CO_2} \cdot 11V$$

$$P_{CO_2} = \frac{20(J_1 + k_{P_0 W})RT_0}{11V}$$

$$\frac{P_0 V}{4} = J_1 RT_0$$

$$\frac{P_0 V}{2} = J_1 RT_0$$

$$P = n k T$$

$$J_1 = 2J_1$$

Если давлением водяных паров при испарительной температуре можно пренебречь, то можно пренебречь и концентрацией вещества, следовательно и количеством вещества

$$n = \frac{N}{V} = \frac{J_1}{V} \quad \text{Ответ: в верхней части горла}$$

увеличения количества вещества было в 2 раза больше.

$$W = \frac{V}{2}$$

$$\frac{P_0 V}{2} = 2J_1 RT_0$$

$$P_{CO_2} = \frac{20(J_1 + \frac{k_{P_0 V}}{2})RT_0}{11V}$$

$$P_0 V = 4J_1 RT_0$$

$$V = \frac{4J_1 RT_0}{P}$$

$$= \frac{20(J_1 + 2J_1 RT_0 k)RT_0}{11V}$$

$$= \frac{20P(J_1 + 2J_1 RT_0 k)RT_0}{11 \cdot 4J_1 RT_0}$$

$$= \frac{5P_0(J_1 + 2J_1 RT_0 k)RT_0}{11J_1 T_0}$$

$$= \frac{5P_0(1 + 2kRT_0)T}{11T_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$P_{\text{me}} = P_{\text{air}} + P_{\text{CO}_2}$$

$$20 \cdot 0,5 \cdot 3 =$$

$$\frac{5T}{2T_0} = 2P_0 + \frac{5P_0(1 + 2kRT_0)T}{11T_0} = 30$$

$$\frac{5T}{2T_0} = 2 + \frac{(5 + 10kRT_0)T}{11T_0}$$

$$\frac{55T}{22T_0} = 2 + \frac{(10 + 20kRT_0)T}{22T_0}$$

$$\frac{45T - 20kRT_0T}{22T_0} = 2$$

$$\frac{45T}{22T_0} - \frac{10kRT_0T}{11T_0} = 2$$

$$\frac{(45T - 20kRT_0T)}{22T_0} = 2$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44}{45 - 20kRT_0} = \frac{44}{45 - 20 \cdot 0,5}$$

$$\text{Ответ: } \frac{T}{T_0} = \frac{74}{45} = \frac{44 + 20kRT}{45}$$

$$45T - 20kRTT_0 = 44T_0$$

$$45T = T_0(44 + 20kRT)$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44 + 20kRT}{45}$$

$$= \frac{44 + 20 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{45} =$$

$$= \frac{44 + 30}{45} = \frac{74}{45}$$



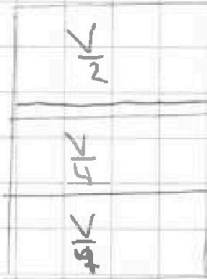
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~Измененный рез: CO₂ - трехатомный $\Rightarrow i=6$~~

$\Delta J_1 = k p_0 w$ - при комнатной температуре

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$$

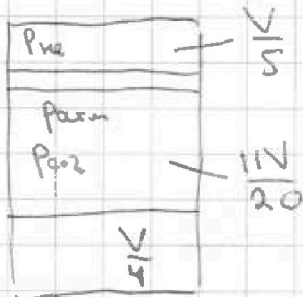
$$\Delta J_2 \approx 0 \quad J_2 = J_1 + k p_0 w$$

$$\frac{p_0 V}{4} = J_1 R T_0$$

$$\frac{p_0 V}{2} = J_1 R T_0$$

Температура воздуха
нельзя \Rightarrow вниз и вверх
одинаковая температура

Объем жидкости \checkmark не изменился



$$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

Давление насыщенного пара при $T=373\text{K}$ равно

$p_{\text{атм}}$

$$p_{\text{не}} = p_{\text{атм}} + p_{\text{CO}_2}$$

$$\frac{p_{\text{не}} V}{5T} = \frac{p_0 V}{2T_0}$$

$$\frac{V p_{\text{CO}_2}}{4} = (J_1 + k p_0 w) R T_0$$

$$\frac{p_{\text{не}}}{5T} = \frac{p_0}{2T_0}$$

$$\frac{p_{\text{CO}_2} \cdot 11V}{20} = (J_1 + k p_0 w) R T_0$$

$$p_{\text{не}} = \frac{5T p_0}{2T_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

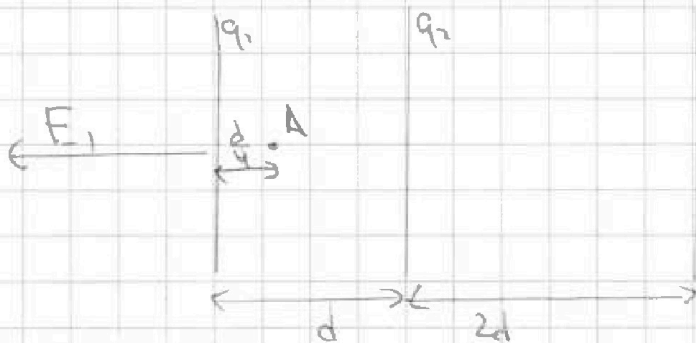
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Частица летит со скоростью v_0 на решет.
много больше, чем размер сетки \Rightarrow можно
считать нулевым потенциалом

Рассм поле, которое создают три сетки

Скиржили.



$$E_1 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S}$$

Напряженность поля
вызвана ~~его~~ пространственн
метью сетками
 E_1 равно ~~сетки~~
т.к.

решет. метью ~~ме-~~
сетками т.к. размер
сетки ~~зачем~~ больше d
(не рассм. поле на границе
клетки сетки)

т.к. пластины ~~изначально~~ не за-
ражены, то $q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow они создают нулевое поле

Скиржили. $\Rightarrow \varphi_1 = \varphi_0 = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow скорость в итоге 1, равно v_0 .

$$\varphi_A = \varphi_1 + \frac{E_1 d}{\epsilon_0} = \frac{U_1}{4} = \frac{U}{4}$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv_0^2}{2} + W_{эл1} = \frac{mv^2}{2} + W_{эл2}$$

$$mv_0^2 - \frac{qU}{2} = mv^2$$

$$v_0^2 - \frac{qU}{2m} = v^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + 0 = \frac{mv^2}{2} - \frac{qU}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{4} = \frac{mv^2}{2}$$

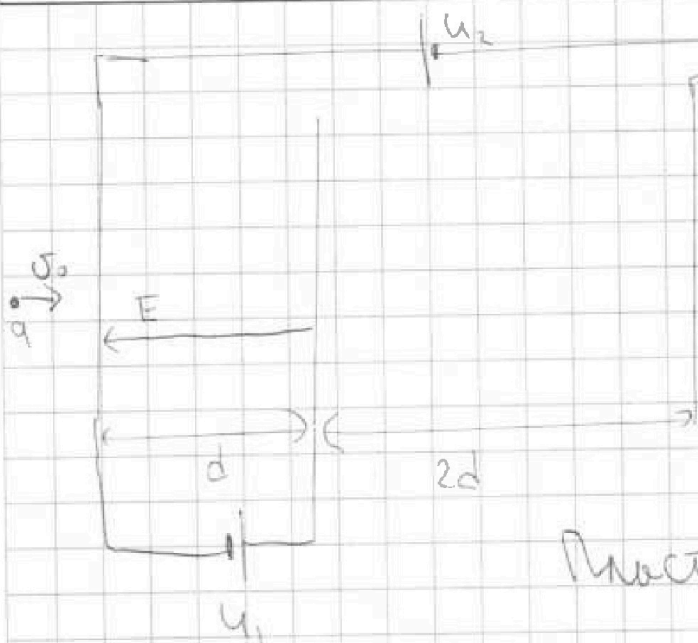
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Заряд q много
меньше зарядов (сетки) \Rightarrow

\Rightarrow Он не влияет

на равномерное

распределение зарядов

Пластины проводящие \Rightarrow заряд
распределяется равномерно.

$$1) U_1 = Ed$$

$$ma = Eq$$

$$a = \frac{Eq}{m} = \frac{U_1 q}{md}$$

Ответ: ускорение в точке А равно $a = \frac{U_1 q}{md}$

2)

$$\text{ЗСЭ: } K_1 + W_{эл1} = K_2 + W_{эл2}$$

$$K_1 - K_2 = W_{эл2} - W_{эл1} =$$

$$= q(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U_1 = U$$

$$K_1 - K_2 = qU$$

Ответ: разность кинетических энергий при пролёте
сетки 1 и 2 равна qU

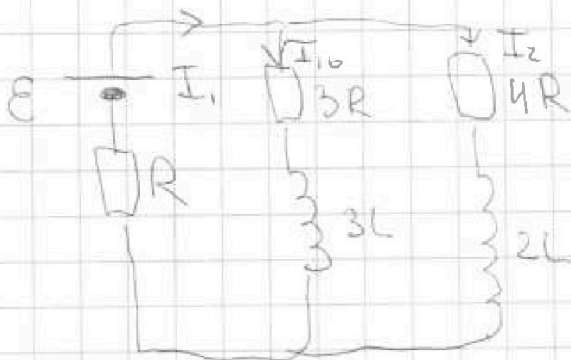
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Решим в цепи установившаяся \Rightarrow напряжения на катушках нулевые.

$$\mathcal{E} = I_1 R + 3R I_{10} \quad I_{10} + I_2 = I_1$$

$$\mathcal{E} = I_1 R + 4R I_2$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{4} = \frac{3I_1 R}{4} + 3R I_2$$

$$\frac{7\mathcal{E}}{4} = \frac{7I_1 R}{4} + \cancel{3R} 3R I_1$$

$$\frac{7\mathcal{E}}{4} = I_1 \left(\frac{7R}{4} + \frac{12R}{4} \right) = I_1 \cdot \frac{19R}{4}$$

$$7\mathcal{E} = 19I_1 R$$

$$3R I_{10} = 4R I_2$$

$$I_1 = \frac{7\mathcal{E}}{19R}$$

$$3R I_{10} = 4R (I_1 - I_{10})$$

$$7R I_{10} = 4R I_1$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} I_1 = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$$

Ответ: $I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$

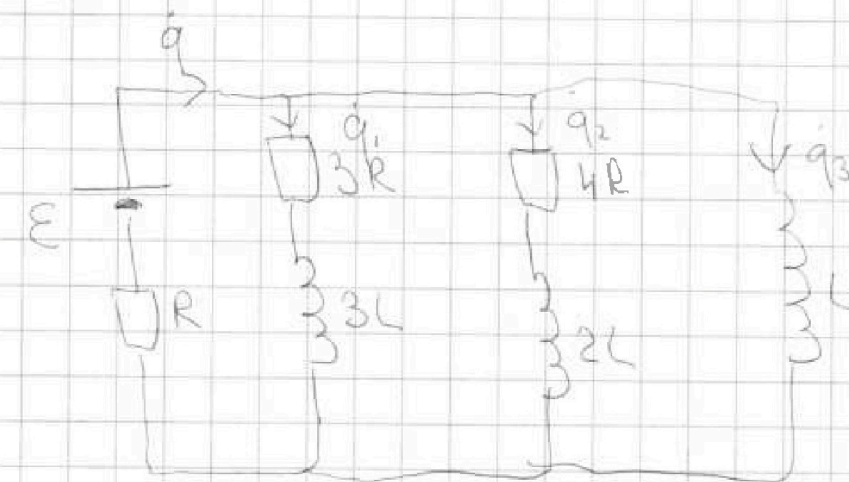
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



для связи
напряжений
на катушках и
токов во ветвях
Тогда, если пропорционально
изменяются токи
или во время произво-
дятся их изменение

$$\varepsilon = \dot{q}R + L\dot{q}_3 \quad \text{Ключ замкнут} \Rightarrow$$

$$\varepsilon = \frac{7\varepsilon}{19} + L\dot{q}_3$$

Токи через катушки не
могут изменяться мгновенно \Rightarrow

$$\frac{12\varepsilon}{19L} = \dot{q}_3$$

\Rightarrow ток через ε не измен-

Ответ. Скорость возрастания этой мгновенно

тока в катушке L равна $\dot{q}(0) = \frac{12\varepsilon}{19L}$

$$\dot{q}_3 = \frac{12\varepsilon}{19L}$$

$$\varepsilon = \dot{q}R + q_1 \cdot 3R + 3L\dot{q}_1$$

$$I_3 L \dot{q}_3 = 3\dot{q}_1 R + 3L\dot{q}_1$$

В установившемся

$$L \int \dot{q}_3 = 3R \int \dot{q}_1 + 3L \int \dot{q}_1$$

решение только в ветви,

где L нет активной сопро-

тивности \Rightarrow при уст. решение весь ток будет течь

через $L \Rightarrow I_3 = \frac{\varepsilon}{R}$ и через $3R$ не будет течь ток



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$LI_3 = 3Rq_1 + (-I_{10}) \cdot 3L$$

$$3Rq_1 = LI_3 + 3LI_{10}$$

$$3Rq_1 = L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} + 3L \cdot \frac{4\mathcal{E}}{19R} = \frac{L\mathcal{E}}{R} + \frac{12L\mathcal{E}}{19R}$$

$$= \frac{(19+12)L\mathcal{E}}{19R} = \frac{31L\mathcal{E}}{19R}$$

$$q_1 = \frac{31L\mathcal{E}}{57R^2}$$

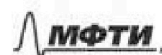
Ответ: заряд, прошедший через резистор

$3R$ равен $\frac{31L\mathcal{E}}{57R^2}$

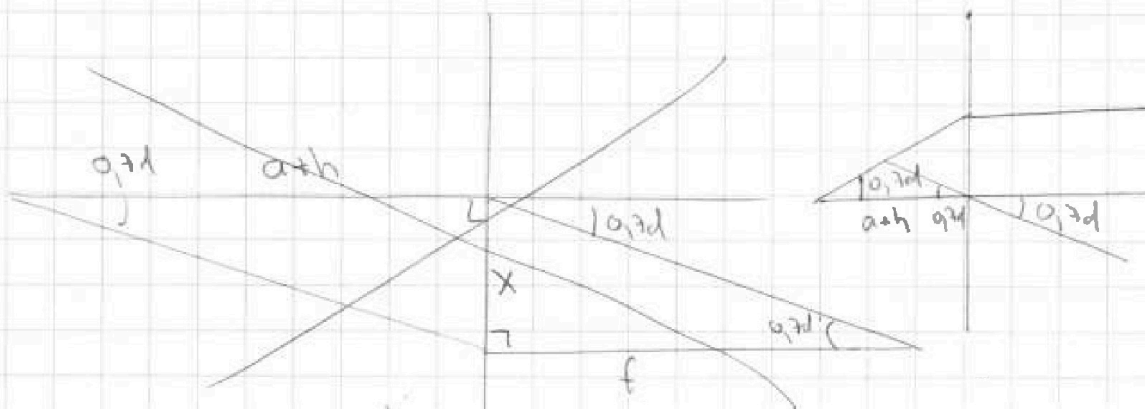
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~$$x = a+h \cdot \operatorname{tg}(\alpha, 1/d)$$~~

~~$$x = f \cdot \operatorname{tg}(\alpha, 1/d)$$~~

~~$$f = a+h$$~~

~~$$S = \sqrt{4(a+h)^2 + (a+h)^2} \cdot (a+h) / 2$$~~
~~$$= 2(a+h) = 2 \cdot 104 \text{ см} = 208 \text{ см}$$~~

2) Ответ: при $n_1 = n_2 = 1$ и $n_2 = 1,7 \Rightarrow S = 208 \text{ см}$

$$\Delta_2 = (d(1,7 - 1,4) - dx = 1,4) - 1$$

при 1,4 $dx = 0,3d$

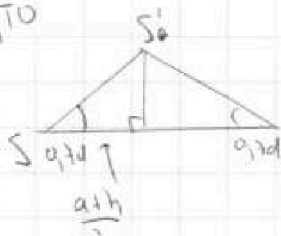
т.е. $1,4 dx = 3d$ $dx = \frac{3d}{1,4}$, где dx - угол отклонения выгн n

при изгибании $\perp n$ отклоняется на угол $0,3d$

Прогнание выгн z

т.к. угол малее, то

$$\text{расст} \approx \frac{a+h}{2} = 52 \text{ см}$$



Ответ: при $n_1 = n_2 = 1$ и $n_2 = 1,7$ $S = 52 \text{ см}$

S_0 - площадь изогнания

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



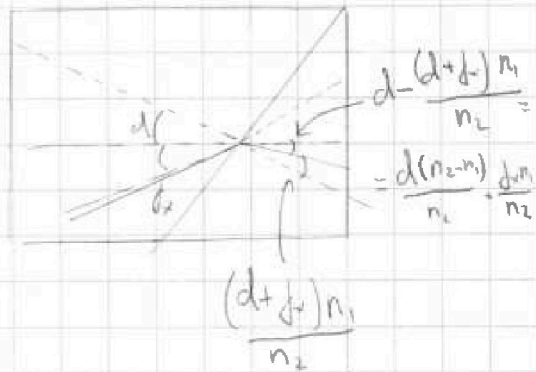
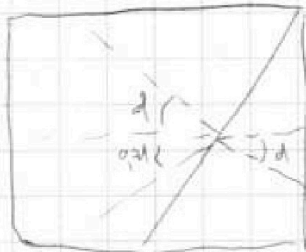
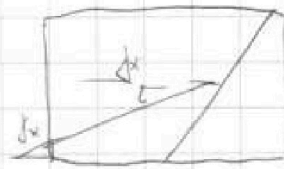
$$\beta_3 = \left(\frac{d_1}{1,4} + d\right) \cdot 0,3 = \frac{3d_1}{14} + \frac{3d}{10}$$

Как и в пункте 2 рассмотрим луч \perp боковой
поверхности и луч по углу β_1 тангенциально $\frac{3d_1}{14} + \frac{3d}{10} = 0$

$$\frac{d_1}{14} + \frac{d}{10} = 0$$

$$\text{откуда } d_1 = -1,4d$$

$\beta_1 = 1,4d$



При угле в 90° луч
состоит \perp боковой

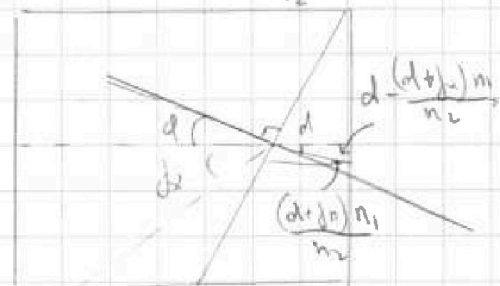
граней призмы n_1

β_x - угол к нормали $\perp n_1$

в среде n_1

$$\Delta = (d(n_2 - n_1) - \beta_x n_1) n_2 = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_2} - \frac{\beta_x n_1}{n_2}$$

$$\Delta_1 = (d(90^\circ) - \beta_x) \cdot 1 \quad \beta_x = 90^\circ$$



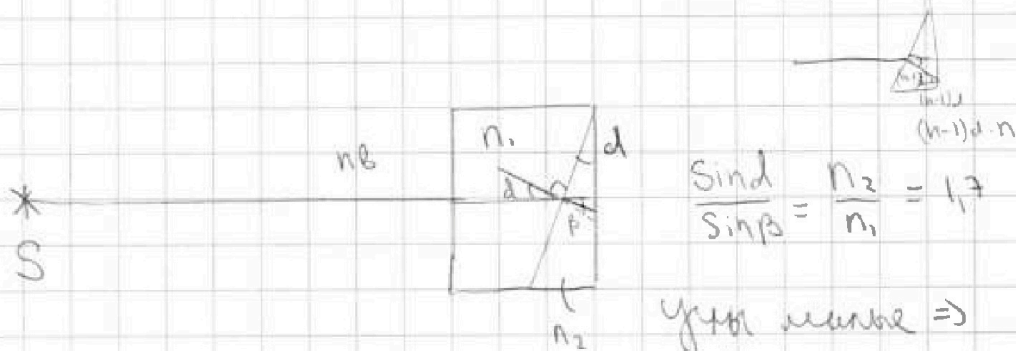
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

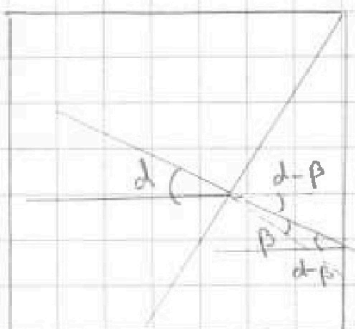


$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = 1,7$$

углы меньше \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{d}{\beta} = \frac{n_2}{n_1} = 1,7$$

$$\beta = \frac{d}{1,7}$$



$$\frac{\sin(d-\beta)}{\sin(\beta)} = \frac{n_2}{n_1} = 1,7 \approx \frac{d-\beta}{\beta}$$

$$d-\beta = d - \frac{d}{1,7} =$$

$$= \frac{1,7d-d}{1,7} = \frac{0,7d}{1,7} = \frac{7d}{17}$$

$$d = 1,7(d-\beta) = \frac{17}{10} \cdot \frac{7d}{17} =$$

$$= 0,7d$$

Ответ: луч отклонится

на $0,7d$ при $n_1=1$ $n_2=1,7$
(лучи)

Рассм параксимальный луч, проходящий не \perp

плоскости Т.К. $n_1 = n_2 = 1$, то луч проходящий

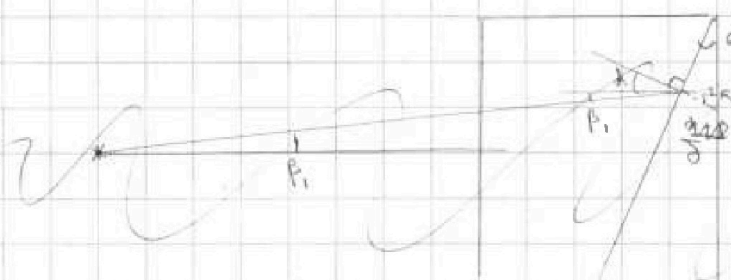
через m границу не преломится

$$\delta = \frac{d+\beta_1}{1,7}$$

$$\frac{d+\beta_1}{\delta} = \frac{n_2}{n_1} = 1,7$$

$$\frac{d+\beta_1-\delta}{\delta} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\Delta = 1,7(d+\beta_1-\delta)$$



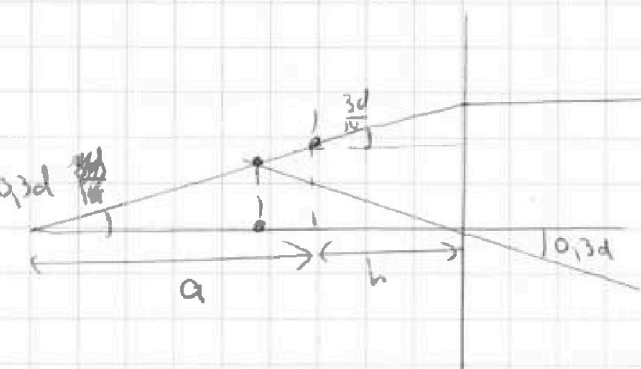
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

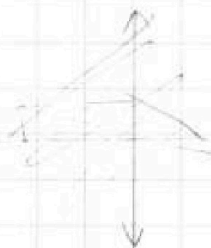


линии пересекутся
В месте, где линии
еще не пересекутся

$$n \Rightarrow S = \frac{a+h}{2} = 52 \text{ см}$$

$$S = \sqrt{\frac{(a+h)^2}{4} + 0,3d \cdot \frac{(a+h)^2}{4}} \approx \frac{a+h}{2}$$

Ответ: $n \text{ см}$ $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,4 \Rightarrow S = 52 \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



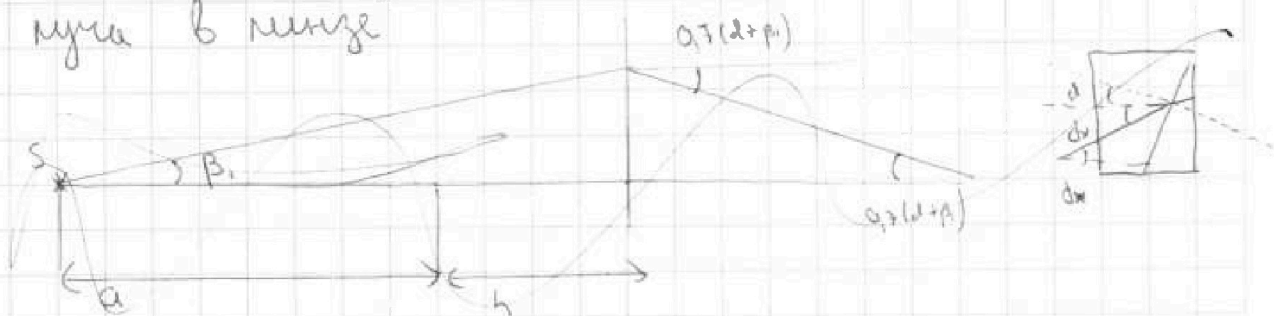
- 1 2 3 4 5 6 7



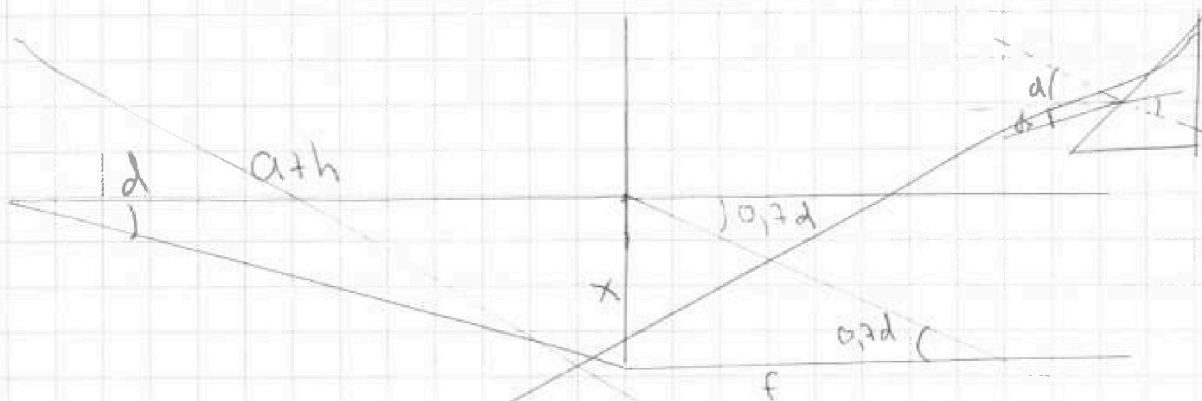
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\Delta = 1,7(d + \beta_1 - \delta) = 1,7(d + \beta_1 - \frac{1}{1,7} - d + \beta_1) = 1,7 \cdot \frac{0,2}{1,7} - (d + \beta_1) = 0,2 - (d + \beta_1)$$

То же самое при β_1 малом \Rightarrow момент преобладает, следовательно
лучи в линзе



Чтобы показать, что лучи не пересекутся во все лучи,
мыслим лучи, \perp оси. Второй луч - он пройдет в,
и луч, который будет \perp второй луч - он пройдет в,
после прохождения ~~пройдет~~ $0,2(d + \beta_1) = 0 \Rightarrow d = -\beta_1$



$$x = (a+h) \tan \alpha \approx (a+h)d$$

$$x = f \tan \beta \approx 0,2df$$

$$f(a+h) = \frac{17}{7}(a+h)$$

$$0,2df = (a+h)d$$

$$0,2f = a+h$$

$$f = \frac{a+h}{0,2} = \frac{10(a+h)}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{p_{re} V}{S} = 2J_1 RT$$

$$p_{re} = \frac{10J_1 RT}{V}$$

$$\frac{12.5}{30} = \frac{10J_1}{2V} \quad \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$$

$$0.416 =$$

$$\frac{p_0 V}{4} = J_1 RT_0$$

$$\frac{p_{CO_2} \cdot 11V}{20} = \left(J_1 + \frac{k p_0 V}{2} \right) RT$$

$$\frac{p_0 V}{2} = 2J_1 RT_0$$

$$p_{CO_2} = \frac{20RT \left(J_1 + \frac{k p_0 V}{2} \right)}{11V}$$

$$p_0 = \frac{4J_1 RT_0}{V}$$

$$\frac{p_0}{4T_0} = \frac{J_1 R}{V} \quad \frac{44}{30} = \frac{44}{34}$$

$$= \frac{20RT \left(J_1 + 2J_1 RT_0 k \right)}{11V}$$

$$2p_0 = \frac{J_1 RT}{V} \left(\frac{10 - 20(1 + 2RT_0 k)}{11} \right)$$

$$44 + \frac{20 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 95 \cdot 10^{-3} + 44}{45} =$$

$$p_0 = \frac{J_1 RT}{V} \left(\frac{5 - 10(1 + 2RT_0 k)}{11} \right)$$

$$= \frac{20 + 44}{45} = \frac{74}{45}$$

$$1p_0 = \frac{RT}{4T_0} \left(\frac{5 - 10(1 + 2RT_0 k)}{11} \right)$$

$$\frac{44}{16} = 0.4$$

~~$$\frac{4}{5 - \frac{10(1 + 2RT_0 k)}{11}} = \frac{T}{T_0} = \frac{44}{55 - 10 - 2RT_0 k} = \frac{44}{45 - 2RT_0 k}$$~~

~~$$4T_0 = 5T - \frac{10T}{44T_0} (1 + 2RT_0 k)$$~~

$$4T_0 = 5T - \frac{10(1 + 2RT_0 k)T}{44} \quad 44T_0 + 10T + 20RT_0 k = 55T$$

$$4T_0 + \frac{10T}{11} (1 + 2RT_0 k) = 5T$$

$$45T = 44T_0 + 20RT_0 k$$

$$\frac{T}{11} = \frac{44 + 20RT_0 k}{45}$$

$$\frac{45T}{T_0} = 44 + 20Rk = 44 + 20$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№3

$$\frac{mv_3^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{qU}{4}$$

$$mv_3^2 = mv^2 + \frac{qU}{2}$$

$$mv_3^2 - \frac{qU}{2} = mv^2$$

$$\sqrt{1500} - \frac{qU}{2m} = v$$

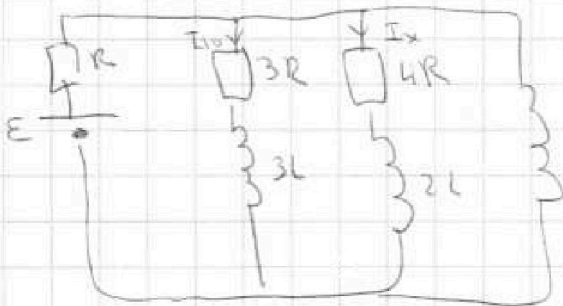
$$\frac{19}{31}$$

$$3Rq_1 = \frac{LE}{R} + \frac{12E}{19R^2}$$

$$= \frac{31E}{19LR}$$

$$3Rq_1 + 3Lq_1 = Lq_2 \quad U_1 \quad U_2 =$$

$$3R \int_0^{q_1} dq + 3L \int_0^{q_1} dq = L \int_0^{q_2} dq$$



$$3RI_1 - U_1 \quad 3LI_1 \quad 3E_1d + 0E_2d -$$

$$E = IR + \frac{4I}{7} \cdot 3R$$

$$E = IR + \frac{12IR}{7} =$$

$$\frac{19IR}{7}$$

I_{10}

$$3RI_{10} = 4RI_2 = 4R(I - I_{10})$$

$$3RI_{10} = 4R(I - I_{10})$$

$$I_{10} = \frac{4I}{7}$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

$$\frac{3E}{19R} = I$$

$$E_2 = \frac{4qU}{2}$$

$$4U = 2d(E_1 + E_2 - E_3)$$

$$2U = 2d(E_3 + E_2 - E_1)$$

$$(U = 2d(2E_2))$$

$$6U = 4qE_2$$

$K_1 - K_2 = qU$

$$a = \frac{Eq}{m} = \frac{qU}{m}$$

$\times 1500$

$$1500 \cdot 0.45^2 =$$

$$= 15 \cdot 45 =$$

$$= 225 \cdot 3 =$$

$$= 675$$

$$1$$

$$675$$

$$240$$

$$915$$

$$\frac{2}{45} \cdot \frac{45}{15} = \frac{2}{15}$$

$$+ \frac{225}{675} = \frac{45}{675}$$



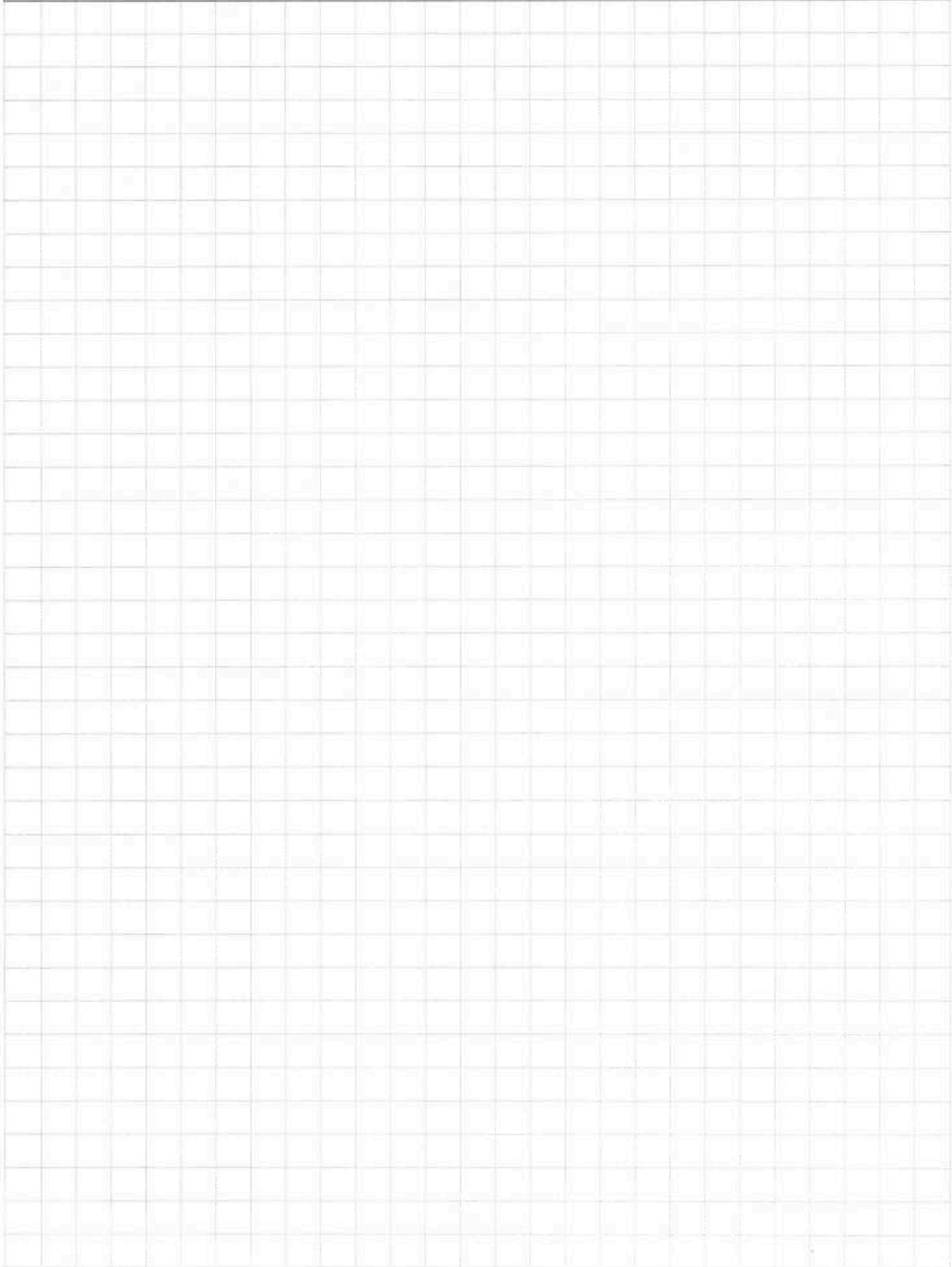
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



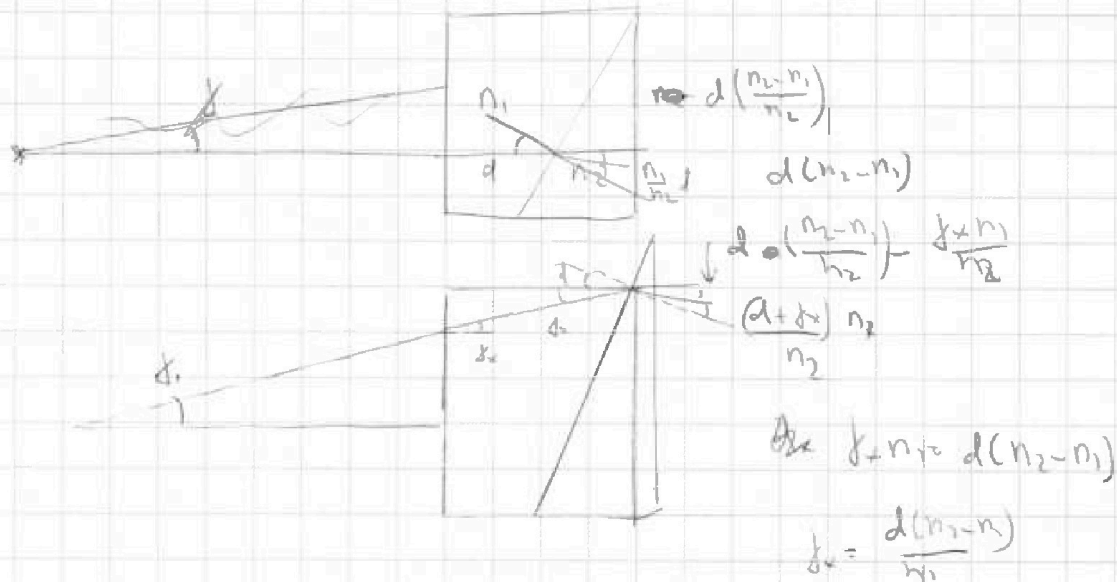
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





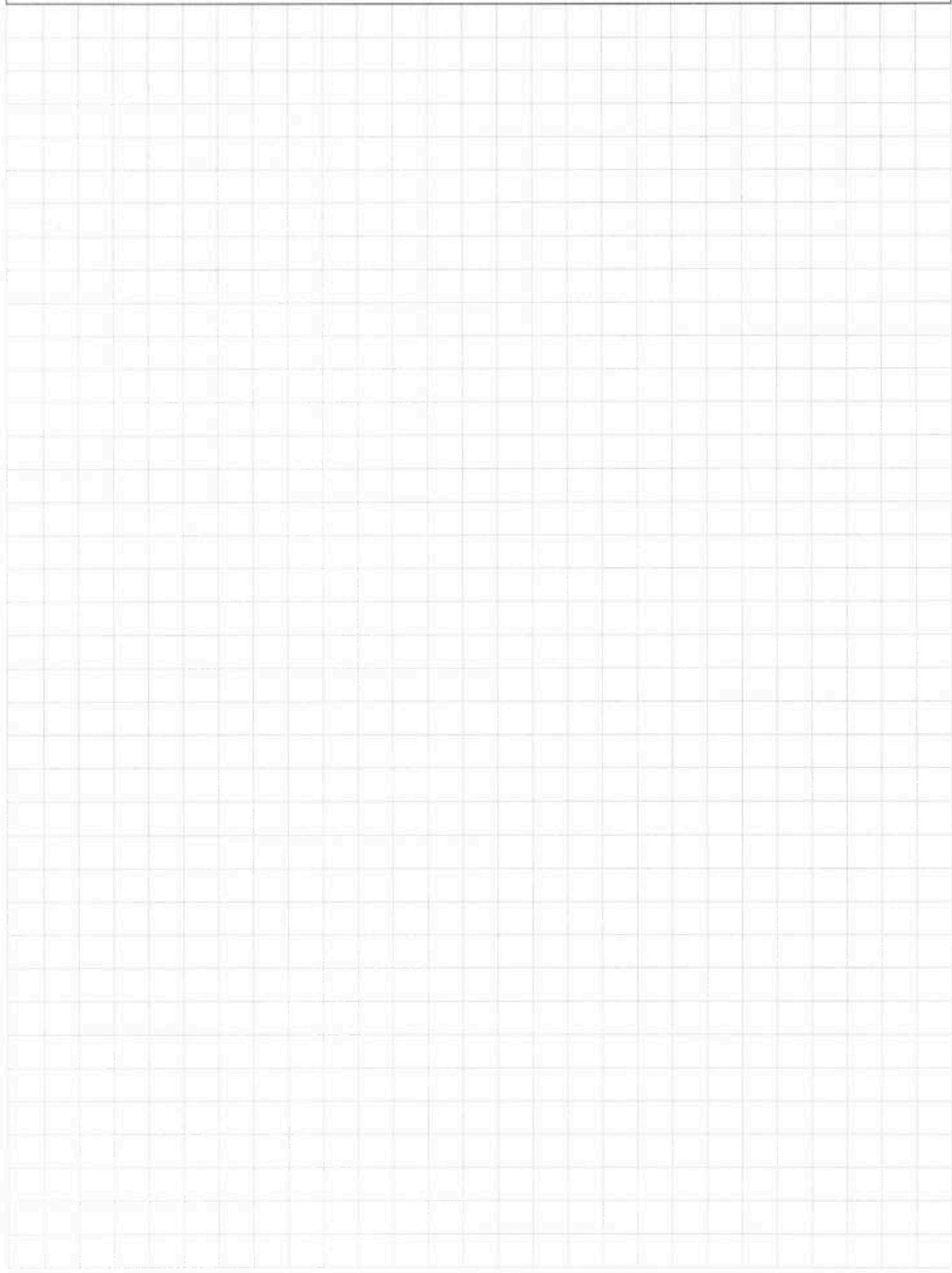
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

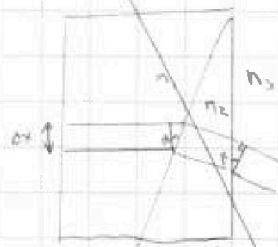
$$S = \sqrt{x^2 + (a+h+f)^2} = \sqrt{(a+h)^2 d^2 + \left(\frac{17(a+h)}{7}\right)^2} =$$

$$= (a+h) \sqrt{d^2 + \frac{289}{10049}} \approx$$

$$\approx (a+h) \cdot \frac{17}{7} = (90+14) \cdot \frac{17}{7} =$$

$$= \frac{104 \cdot 17}{7} \text{ см}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 17 \\ 17 \\ \hline + 118 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$



$$(n_2 - n_1) d \cdot n_2 =$$

$$= 0,7 \cdot d \cdot 1,7$$

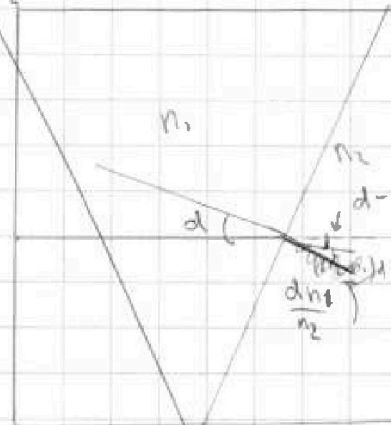
Пусть Δd - разность
показателей
преломления
поверхности раздела
средств между ними
 Δx

$$\Delta d = \Delta x \cdot (n_2 - n_1) = n_3 \alpha \cdot \beta_2$$

$$d(n_2 - n_1) = n_3 \beta_2$$

$$\beta_2 = \frac{d(n_2 - n_1)}{n_3}$$

$$\beta_2 = \frac{d(1,7 - 1,4)}{1} = 0,3d$$



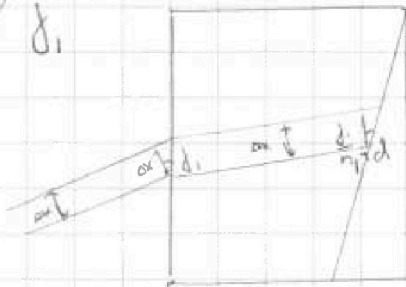
$$d - \frac{dn_1}{n_2} =$$

$$= \frac{d(n_2 - n_1)}{n_2}$$

Расчет пути, пройденного на поверхности

$$\frac{d(1,7 - 1)}{1} = 0,7d$$

по пути d_1



начальная разность хода

пути $\Delta x d_1$

после первого отражения

$$\Delta d_1 = \frac{\Delta x d_1}{n_1}$$

Далее аналогично

$$\beta_3 = \frac{\left(\frac{\Delta x d_1}{n_1} + d\right)(n_2 - n_1)}{n_3} = \frac{\left(\frac{d_1}{1,4} + d\right)(0,3)}{1}$$