



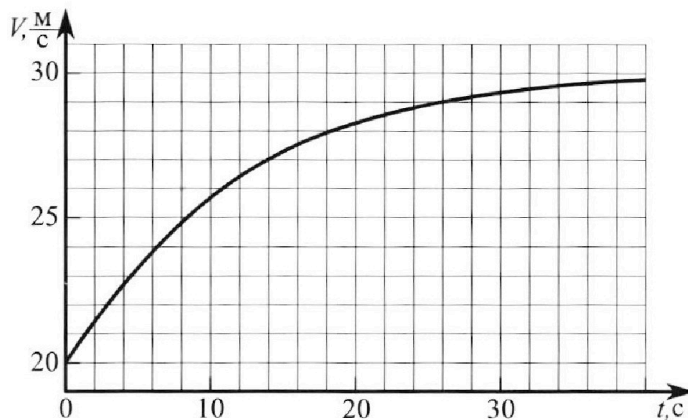
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.



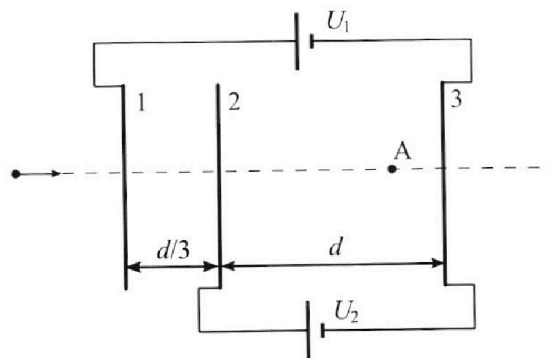
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность числа нного ответа на первый 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 углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  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  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·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 начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.
- 2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023



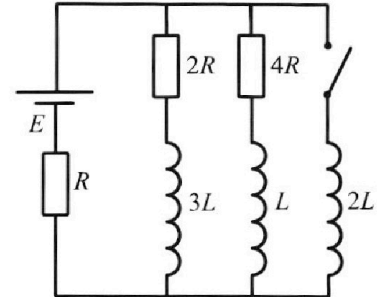
Вариант 11-04

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

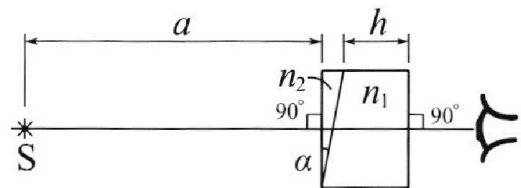
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  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  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 100$  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  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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:

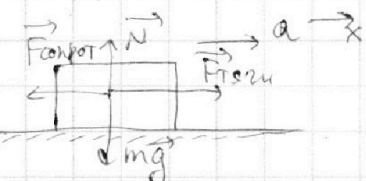
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) Проведём касательную к приведённому гр-ку  $v(t)$  при начале разгона. Заметим, что она будет проходить через точку  $v = 26 \text{ м/с}$ ,  $t = 8 \text{ с}$ . Тогда коэффициент наклона этой касательной — это и есть ускорение. ( $a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ). Тогда:

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{26 - 20}{8 - 0} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} = \boxed{0.75 \text{ м/с}^2}$$

2)  По условию, во время всего разгона  $F_{\text{пр}} = \text{const}$ .  $P = F_{\text{тр}} \cdot v = F_{\text{тр}} \cdot v = \text{const}$ .

В конце разгона  $v = \text{const} \Rightarrow$  не 23Н на  $Ox$ .  $F_{\text{сопрот}} = F_{\text{тр}}$ .  
Тогда  $F_k = F_{\text{тр}} = \text{const}$  на протяжении всего разгона.

В начале разгона: 23Н на  $Ox$ :  $ma_0 = F_{\text{тр}} - F_{\text{сопрот}} = F_k - F_{\text{сопрот}}$   
Тогда  $F_{\text{сопрот}} = F_0 = F_k - ma_0 = 200 - 240 \cdot \frac{3}{4} = 200 - 180 = \boxed{20 \text{ Н}}$   
( $a_0$  мы уже нашли в 1 пункте).

3) Обозначим эту часть за  $\eta$ . Тогда

В конце разгона  $P = F_k \cdot v_k$ , где  $v_k = 30 \text{ м/с}$  — скорость в конце разгона (ее находим из графика). В начале разгона  $P = F_{\text{тр}0} \cdot v_0$ , где  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  — находим из гр-ка, а  $F_{\text{тр}0}$  — сила трения в начале разгона. Тогда  $F_k \cdot v_k = F_{\text{тр}0} \cdot v_0 \Rightarrow F_{\text{тр}0} = F_k \cdot \frac{v_k}{v_0}$

23Н на  $Ox$  в начале разгона:

$$ma_0 = F_{\text{тр}0} - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{\text{тр}0} - ma_0 = F_k \cdot \frac{v_k}{v_0} - ma_0 =$$

$$= 200 \cdot \frac{30}{20} - 240 \cdot \frac{3}{4} = 300 - 180 = \boxed{120 \text{ Н}} \quad (a_0 \text{ мы нашли в 1 пункте)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

**МФТИ**



1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" 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!

3) Обозначим эту часть массы за  $\eta$ . Тогда  $\eta = \frac{F_0}{F_{\text{амс}}}$

$$= \frac{F_0}{F_k \cdot \frac{v_k}{v_0}} = \frac{120}{200 \cdot \frac{30}{20}} = \frac{120}{300} = \frac{12}{30} = \frac{2}{5} = \boxed{0.4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

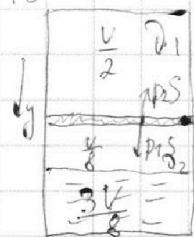
1  2  3  4  5  6  7



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



1) При  $T = T_0$  мениски находятся в равновесии при изохорическом расширении сосуда.  $d_1$  - кол-во газа в верхней части,  $d_2$  - кол-во газа в нижней части.

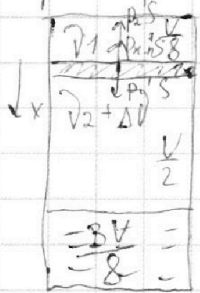


23Hy:  $p_1 S = p_2 S \Rightarrow p_1 = p_2$

Из ур-я Менделеева-Клапейрона:  $p_1 = \frac{p_1 R T_0}{V/2}$

$p_2 = \frac{p_2 R T_0}{V/8}$ .  $p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{2d_1 R T_0}{V} = \frac{8d_2 R T_0}{V} \Rightarrow \boxed{\frac{d_1}{d_2} = 4}$

2) Пусть  $p_1 = p_2 = p_0$ , а атмосферное давление =  $p_{атм}$ . Тогда изохорично в воде было растворено  $\Delta V = k \cdot p_0 \cdot \frac{3V}{8}$  увеличенного газа. После наклона эта газ перейдет в газостратное состояние, так при температуре  $T$  укл. газ в воде практически не растворится.



После наклона в верхней части сосуда останется  $d_1$  увеличенного газа, а в нижней части сосуда будет насыщенный водной пар и  $d_2 + \Delta V$  увеличенного газа. Объем воды =  $\frac{3V}{8}$ ; Объем  $d_1$  мало газа =  $\frac{V}{8} \Rightarrow$

$\Rightarrow$  Объем  $d_2 + \Delta V$  мало газа =  $\frac{V}{2}$ .

23Hy:  $p_{атм}(T) \cdot S + p_2' S = p_1' S$ . При  $T = 373K$   $p_{атм} = p_{атм}$ .

$p_{атм} + p_2' = p_1'$ . Из ур-я Менделеева-Клапейрона:

$p_2' = \frac{(d_2 + \Delta V) R T}{V/2} = \frac{2d_2 R T}{V} + \frac{2\Delta V R T}{V} = \frac{8d_2 R T_0}{3V} + \frac{8\Delta V R T_0}{3V} =$

$= \frac{8d_2 R T_0}{3V} + \frac{8R T_0}{3V} \cdot k \cdot p_0 \cdot \frac{3V}{8} = \frac{8d_2 R T_0}{3V} + k p_0 R T_0$ .

$p_1' = \frac{d_1 R T}{V/8} = \frac{8d_1 R T}{V} = \frac{32d_1 R T_0}{3V}$

$p_0 = \frac{2d_1 R T_0}{V} = \frac{8d_2 R T_0}{V} \Rightarrow p_1' = \frac{16}{3} p_0; p_2' = \frac{p_0}{3} + k p_0 R T_0$

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!

$$\text{Тогда } P_{\text{амч}} + \frac{P_0}{3} + k P_0 R T_0 = \frac{16}{3} P_0$$

$$P_{\text{амч}} + k P_0 R T_0 = 5 P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{P_{\text{амч}}}{5 - k R T_0} =$$

$$= \frac{P_{\text{амч}}}{5 - k R \cdot \frac{3}{4} T} = \frac{P_{\text{амч}}}{5 - \frac{3}{4} k R T} = \frac{P_{\text{амч}}}{5 - \frac{3}{4} \cdot 0.6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{P_{\text{амч}}}{5 - \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 3} = \frac{P_{\text{амч}}}{5 - \frac{27}{20}} = \frac{20 P_{\text{амч}}}{73} = \boxed{\frac{20}{73} P_{\text{амч}}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

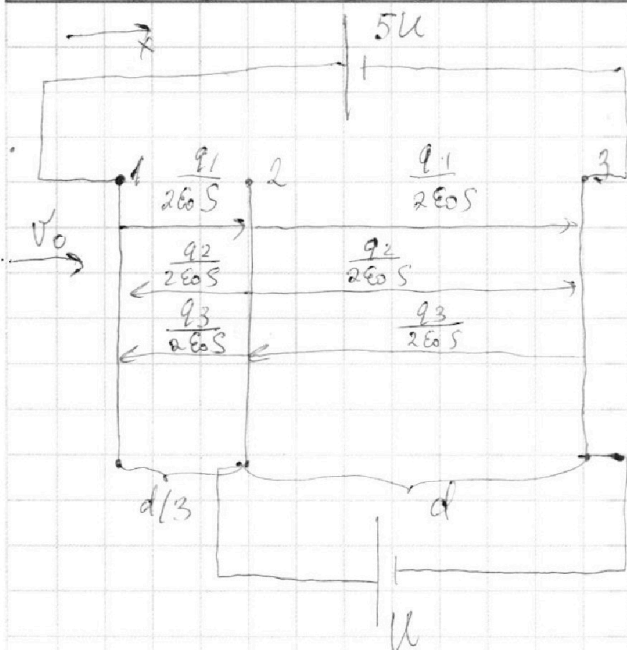
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



Будем для упрощения вычисления сразу подставлять  $U_1 = 5U$ ,  $U_2 = U$ . Изначально сетки не заряжены

$\Rightarrow$  ЗСЗ:  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

Из  $q_2 = 5$  предполагаем, что

$q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 > 0$  (если нет,

или просто нулями, что какой-то заряд отрицательной).

Тогда:  $\int q_1 - q_3 = 5U \Rightarrow$   
 $\int q_2 - q_3 = U$

$\Rightarrow \int \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{3} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{4d}{3} = 5U \quad / \cdot \frac{6\epsilon_0 S}{d}$   
 $\int \frac{q_1 d}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2 d}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3 d}{2\epsilon_0 S} = U \quad / \cdot \frac{2\epsilon_0 S}{d}$

$\int 4q_1 + 2q_2 - 4q_3 = \frac{30\epsilon_0 S}{d} \cdot U \quad (1)$

$\int q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 S}{d} \cdot U \quad (2)$

(2):  $q_1 + q_2 - q_3 = -2q_3 = \frac{2\epsilon_0 S}{d} \cdot U \Rightarrow q_3 = -\frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U$   
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$\int 4q_1 + 2q_2 = \frac{30\epsilon_0 S}{d} \cdot U - \frac{4\epsilon_0 S}{d} \cdot U = \frac{26\epsilon_0 S}{d} \cdot U$

$\int q_1 + q_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U \Rightarrow q_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U - q_1$

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!

$$4q_1 + \frac{2\epsilon_0 S}{d} \cdot U - 2q_1 = \frac{3\epsilon_0 S}{d} \cdot U \Rightarrow 2q_1 = \frac{2\epsilon_0 S}{d} \cdot U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{14\epsilon_0 S}{d} \cdot U \Rightarrow q_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U - \frac{14\epsilon_0 S}{d} \cdot U = -\frac{13\epsilon_0 S}{d} \cdot U$$

$$1) \text{ Тогда } \vec{E} \text{ в области 2-3 } (E_x) = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} =$$
$$= \frac{7U}{d} - \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d} \Rightarrow 23 \text{ н по } O_x:$$

$$\max_x = E_x \cdot q \Rightarrow a_x = \frac{F_x \cdot q}{m} = \frac{q U}{m d}$$

2) ЗСД от планки №1 до планки №2 с учетом работы сил, действующих на заряд:  
(считаем нулем  $\epsilon_0 \cdot U_0$ ), с учетом работы сил, действующих на заряд со стороны э. поля

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + q E_{12} \frac{d}{3}$$

$$E_{12} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{7U}{d} + \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{14U}{d}$$

$$\text{Значит } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{14}{3} \frac{q U}{d} \Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = K_2 = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{14}{3} \frac{q U}{d}$$

ЗСД от планки №2 до планки №3 с учетом работы сил со стороны э. поля, действующей на заряд:

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + q E_{23} d$$

( $\epsilon_0 \cdot U_0$  при пролете 2 сетки,  $\epsilon_0 \cdot U_0$  при пролете 3 сетки).

$$E_{23} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{7U}{d} - \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + q U \Rightarrow \frac{m v_2^2}{2} = K_3 = \frac{m v_1^2}{2} + q U = K_2 + q U \Rightarrow$$

$\Rightarrow K_3 - K_2 = q U$  (в промежутке м/у 2 и 3 сеткой частица разгоняется, т.к.  $a_x > 0$ ).

3) ЗСД от планки №2 до Т.А с учетом работы сил со стороны э. поля, действующей на заряд:



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!

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} - q E_{23x} \cdot \frac{3d}{4}$$

$$\text{Из пред. пункта } E_{23x} = \frac{U}{d} \Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{3}{4} q U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3}{4} q U$$

ЗСД от момента пролёта 1 сетки до момента пролёта 2 сетки с учётом работы сил со стороны эл. поля, действующей на заряд:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} - q E_{12x} \frac{d}{3}$$

$$E_{12x} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{7U}{d} + \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{14U}{d}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{14}{3} q U \Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{14}{3} q U$$

$$\text{Тогда } \frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{3}{4} q U = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{14}{3} q U + \frac{3}{4} q U =$$
$$= \frac{m v_0^2}{2} + \frac{65}{12} q U \Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{65 q U}{6m}}$$

$$\text{Ответ. 1) } a_x = \frac{qU}{md}, \quad 2) K_3 - K_2 = qU, \quad 3) v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{65 q U}{6m}}$$

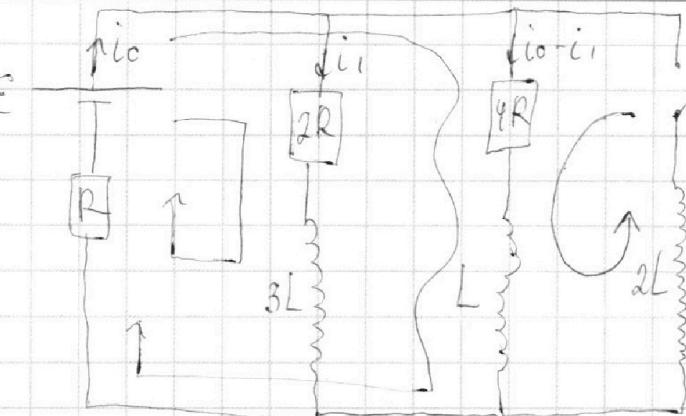
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Решим установившееся  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  ~~используем~~ ~~матрицу~~ ~~резу~~  $3L$   
 и  $L = \text{const}$ . Рассчитаем  
 ток, как на рис. (С учетом  
 $I$  ир.-на контура)

(2 ир.-но контура):  $E = 2i_1 R + i_0 R + 3L \frac{di_1}{dt} \Rightarrow E = 2i_1 R + i_0 R \Rightarrow$   
 $\Rightarrow i_0 = \frac{E}{R} - 2i_1$   
 $\parallel 0, i_1 = \text{const}$

(2 ир.-но контура):  $E = 4i_0 R - 4i_1 R + i_0 R + L \frac{d(i_0 - i_1)}{dt} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E = 4i_0 R + i_0 R - 4i_1 R = 5i_0 R - 4i_1 R = 5E - 10i_1 R - 4i_1 R \Rightarrow$   
 $\Rightarrow 4E = 14i_1 R \Rightarrow i_1 = \frac{2E}{7R}$ . Тогда  $i_0 = \frac{E}{R} - \frac{4E}{7R} = \frac{3E}{7R} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow I_{20} = i_0 - i_1 = \frac{3E}{7R} - \frac{2E}{7R} = \boxed{\frac{E}{7R}}$

2) Сразу после К) ток через катушки  $L$  и  $3L$  не изменяется. Тогда  
 $U_{2L} = E - i_0 R$  (ток через катушки не изменяется  $\Rightarrow$  ток через  $R$  тоже не  
 изменяется)

$U_{2L} = E - \frac{3E}{7} = \frac{4E}{7} = 2L \frac{di_2}{dt} \Rightarrow \frac{di_2}{dt} = \boxed{\frac{2E}{7L}}$

3) Через некоторое время  $t$ :  $i_{2L} = \text{const} \Rightarrow U_{2L} = 0$ . Тогда ток  
 через  $2R$  и  $4R$  уже не будет.

2 ир.-но контура спустя  $t \rightarrow \infty$  где ток в катушке:  $E = U_{2L} + i_2 R$

$E = 2L \frac{di_2}{dt} + i_2 R \Rightarrow i_2 R = i_{2L} R = \frac{E}{R}$   
 $\parallel 0, i_{2L} = \text{const}$

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!

ЗЕД (от замкнутого контура):

Эсг =

2 up-но контура G:  $-L \frac{di_L}{dt} + 2L \frac{di_{2L}}{dt} = i_L \cdot 4R$

$$2L \frac{di_{2L}}{dt} - L \frac{di_L}{dt} = 4i_L R \quad | \cdot dt$$

$$2L di_{2L} - L di_L = 4i_L dt R = 4 \Delta q R \quad / \int \text{от момента замыкания цепи до } t \rightarrow \infty$$

$$2L \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) - L \left( 0 - \frac{\mathcal{E}}{7R} \right) = 4qR$$

$$\frac{2\mathcal{E}L}{R} + \frac{\mathcal{E}L}{7R} = 4qR \Rightarrow \frac{15\mathcal{E}L}{7R} = 4qR \Rightarrow \boxed{q = \frac{15}{28} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

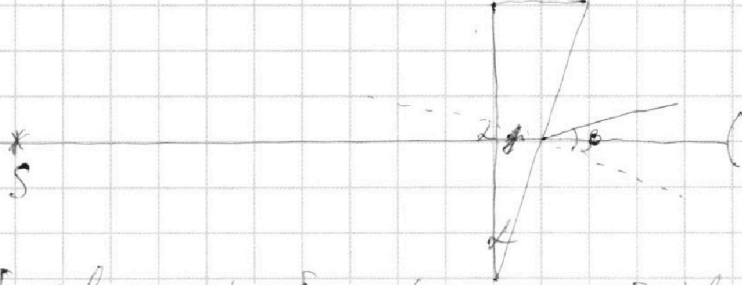
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1)  $n_1 = n_2 = 1 \Rightarrow$  ее можно не учитывать при свете на этом пункте.

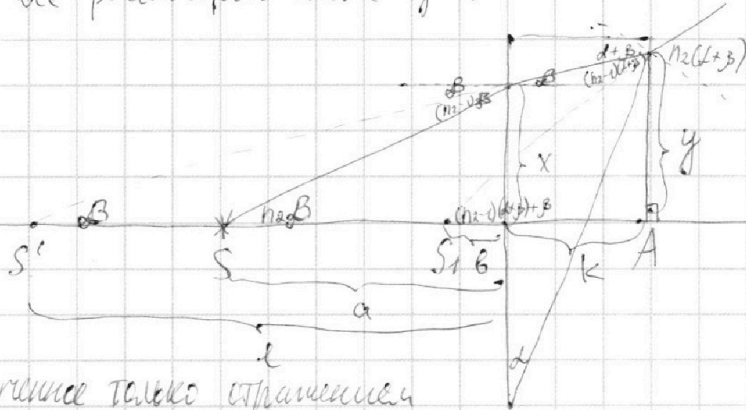


Применение на I пов-ти на бюджет (луч 1 этой пов-ти). На II пов-ти луч будет падать под углом  $\alpha$ .

3-я формула:  $n_2 \sin \beta = \sin \alpha$ .  $\alpha \ll 1$ ;  $\beta \ll 1$  ( $n \Rightarrow \beta \approx n_2 \alpha$ ).

Тогда отклонение данного луча ( $\gamma$ ) =  $\beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0,7 \alpha = \boxed{0,07 \text{ рад.}}$

2) аналогично п. 1)  $n_1 = n_2 = 1 \Rightarrow$  преломление не изменит ход лучей. Далее все рассматриваемые углы падения - малые



$S'$  - изображение, найденное только отражением от I пов-ти,  $S$  - изображение системы.

С учетом 3-ей формулы и геометрии:

$$\begin{cases} \tan \beta \approx \beta = \frac{x}{l} \Rightarrow \frac{n_2}{l} = \frac{1}{a} \Rightarrow l = n_2 a \Rightarrow S'S = l - a = (n_2 - 1)a. \\ \tan(n_2 \beta) = n_2 \beta = \frac{x}{a} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tan \beta \approx \beta = \frac{y}{l+k} \\ \tan((n_2 - 1)(l+k) + \beta) \approx (n_2 - 1)(l+k) + \beta = \frac{y}{l+k} \end{cases} \Rightarrow \frac{l+k}{l+k} = \frac{\beta}{n_2 \beta + n_2 l - l}$$

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) - самый угол под которым мы излучаем лазерный луч  $\Rightarrow$  его можно для удобства

$$x = y - k\beta. \quad l\beta = (b+k)(n_2\beta + n_1d - d) - k\beta$$

$$\text{От } S_1 A = S' A \cdot \frac{1}{2n_2 - 1}. \quad k \approx kd \Rightarrow$$

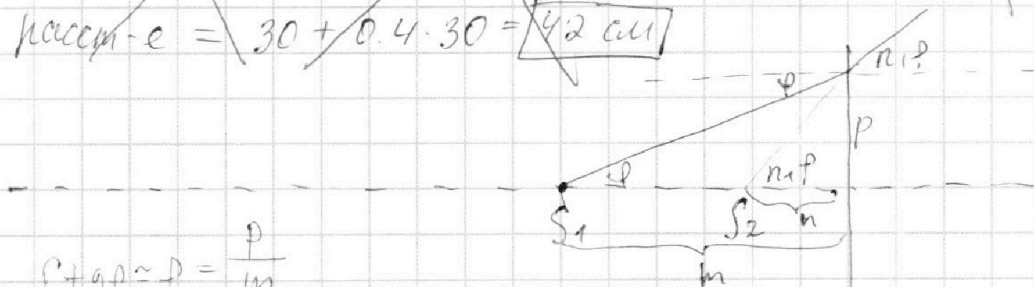
$$\Rightarrow b + kd = (b + kd) \cdot \frac{1}{2n_2 - 1} \Rightarrow b = \frac{(b + kd)(2n_2 - 1) - kd}{2n_2 - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{искомое расстояние} = a - b = a - \frac{(n_2 a + kd) + kd}{2n_2 - 1} =$$

$$= 100 - \frac{171.4}{2.4} + 1.4 =$$

$$= 100 - \frac{171.4}{2.4} + 1.4 \approx 30 \text{ см} \quad (kd \ll a)$$

3) В данном пункте просто прибавится 1 отражение на плоской пов-ти. Новое расстояние = расстояние, пройденное в н.с) + <sup>по свойству отражения на плоской пов-ти, 1 линия, согл. источнику и глаз.</sup>  $(n_1 - 1) \cdot \text{расст-е, пройденное в н.с)}$ . Тогда это новое расстояние =  $30 + 0.4 \cdot 30 = 42 \text{ см}$



$$\sin \alpha \approx \frac{p}{m}$$

$$\tan(n_1 \phi) \approx n_1 \phi = \frac{p}{n} \Rightarrow n_1 = \frac{m}{n}. \quad \text{Но по условию } m = b + k$$

$$\text{Тогда } m - n = b + k - \frac{b+k}{n_1} = (b+k) \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = 84 \cdot \frac{2}{7} \quad (b \text{ было}$$

рассчитано в пред. пункте) = 24 см. Тогда искомое расстояние = расстояние, пройденное в 2) + 24 см = 30 + 24 = 54 см

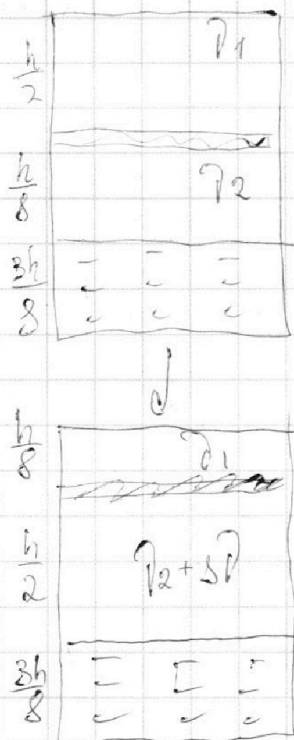
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$T_0 \quad p_1 = p_2 \quad \frac{\partial_1 R T_0}{S \frac{h}{2}} = \frac{\partial_2 R T_0}{S \frac{h}{8}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\partial_1}{8} = \frac{\partial_2}{2} \Rightarrow 4\partial_2 = \partial_1.$$

$$\frac{\partial_1 R T}{V}$$

$$p_{g0} = \frac{\partial_1 R T_0}{S \frac{h}{2}}$$

$$\frac{4}{3} T_0 \quad \frac{\partial_1 R T}{S \frac{h}{8}} = p_0 + \frac{(\partial_2 + \delta \partial) R T}{S \frac{h}{2}}$$

$$4 p_{g0} = p_0 + \frac{p_{g0}}{4} + 2 \delta \partial$$

$$\frac{8 \partial_1 R}{S h} \cdot \frac{4}{3} T_0 = p_0 + \frac{8 \partial_2 R T}{3 S h} + \frac{8 \delta \partial R T_0}{3 S h}$$

$$\frac{16}{3} p_{g0} = p_0 + \frac{p_{g0}}{3} + \frac{8 k p_{g0} \frac{3}{8} S h T_0 R}{3 S h}$$

$$\frac{16}{3} p_{g0} = p_0 + \frac{p_{g0}}{3} + k p_{g0} R T_0$$



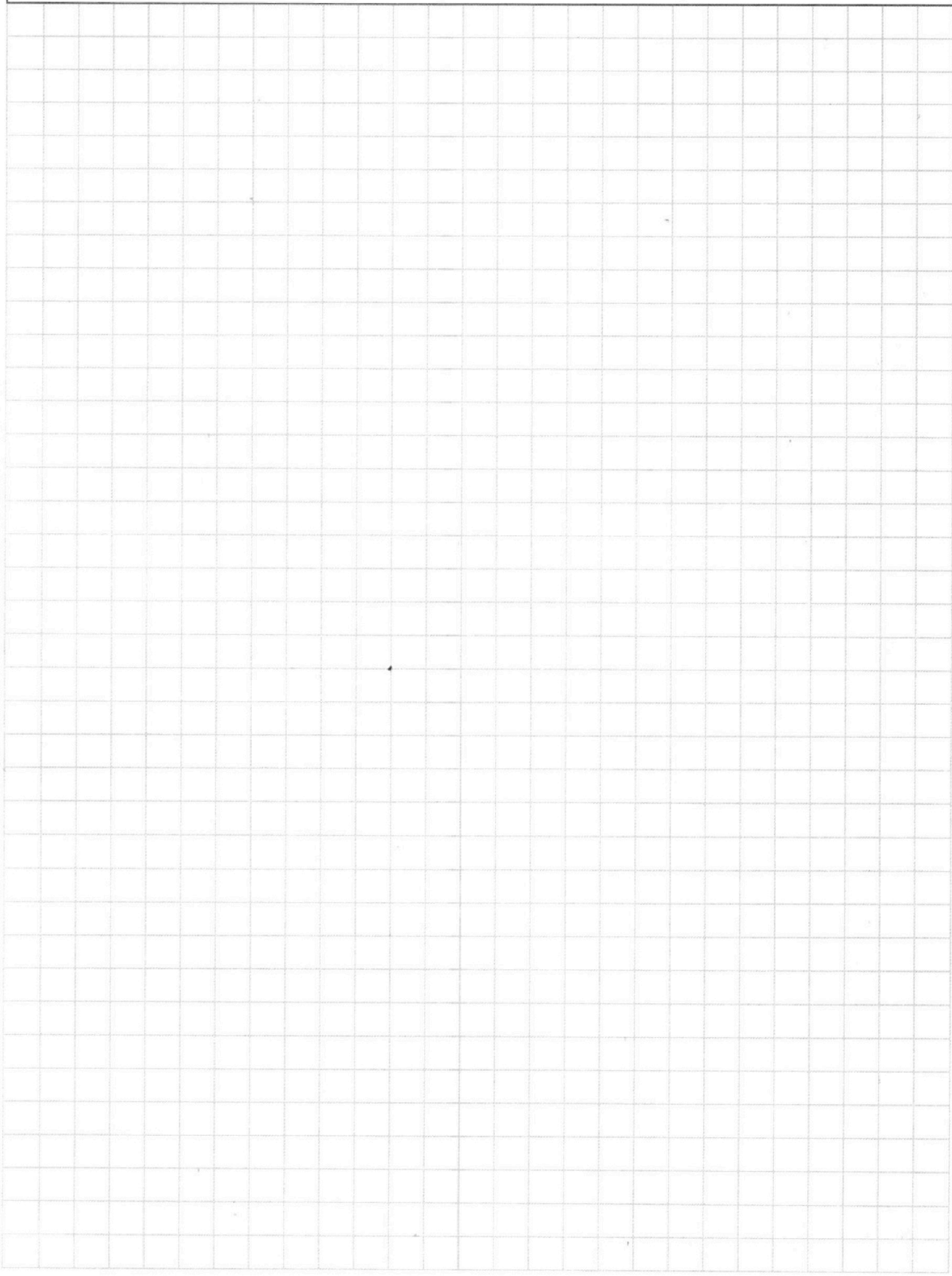
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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





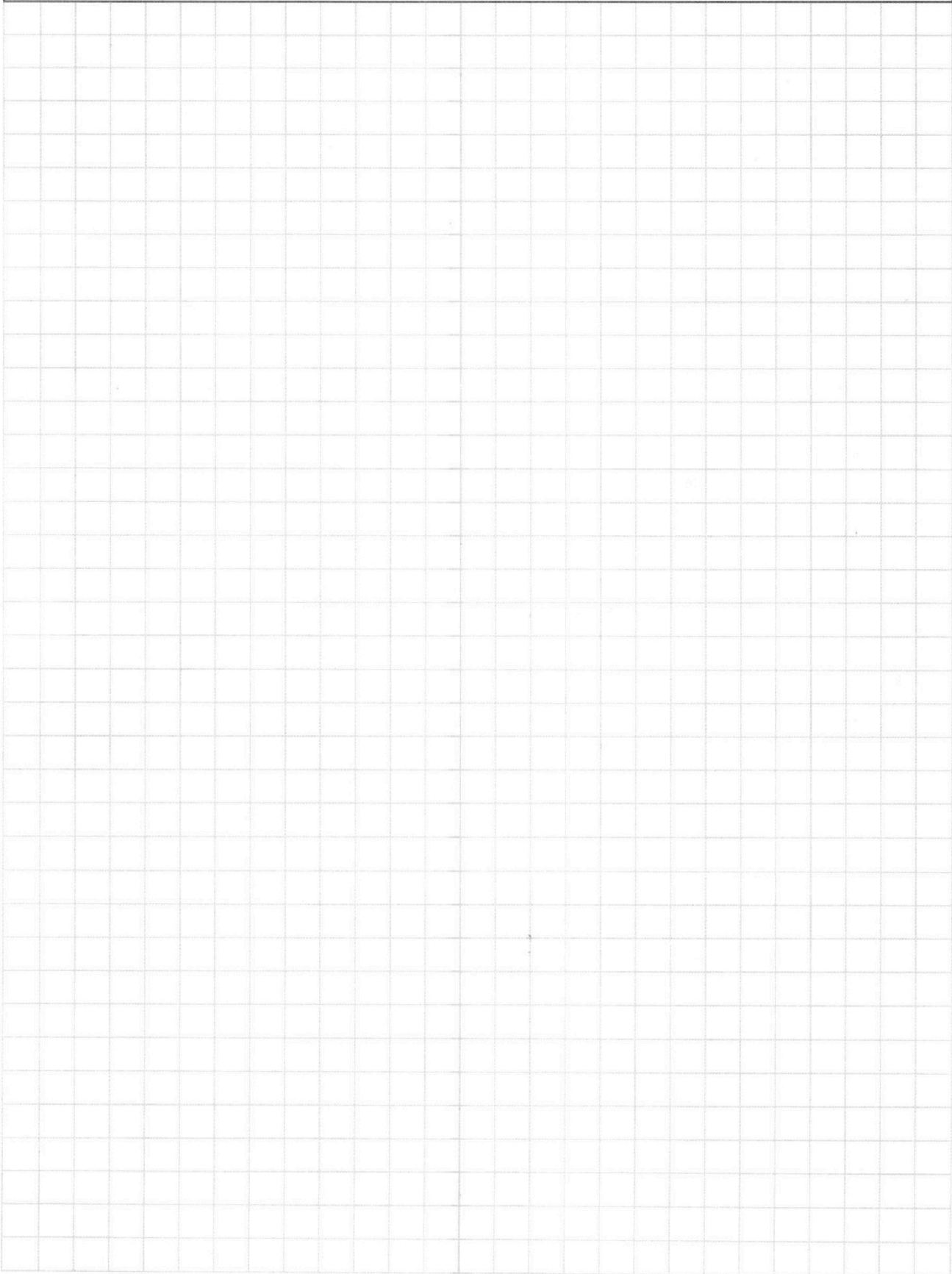
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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.

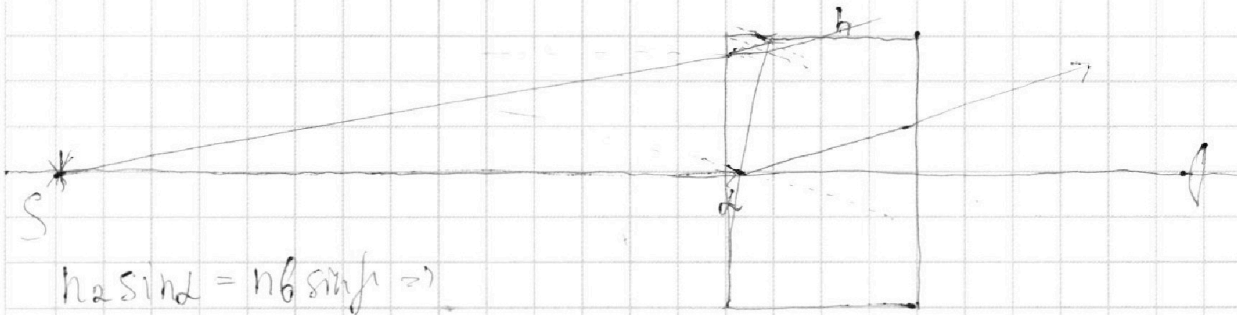
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

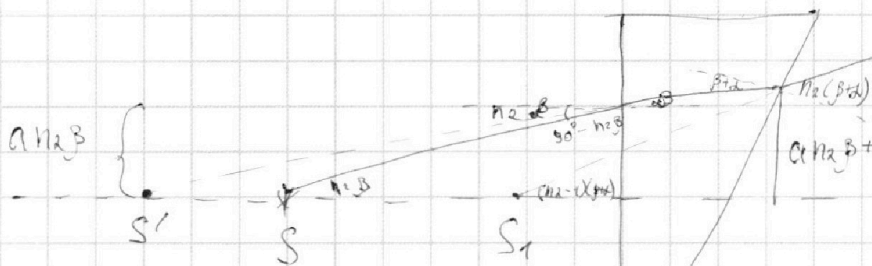
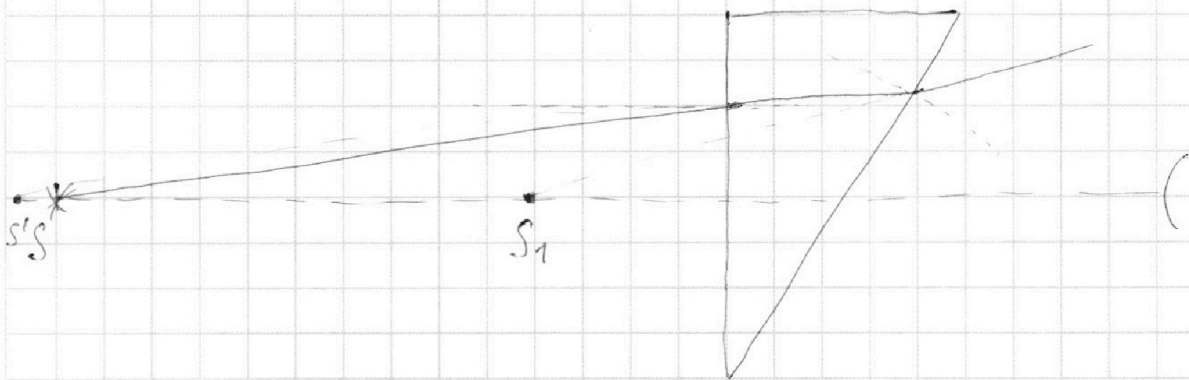


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta \Rightarrow$$

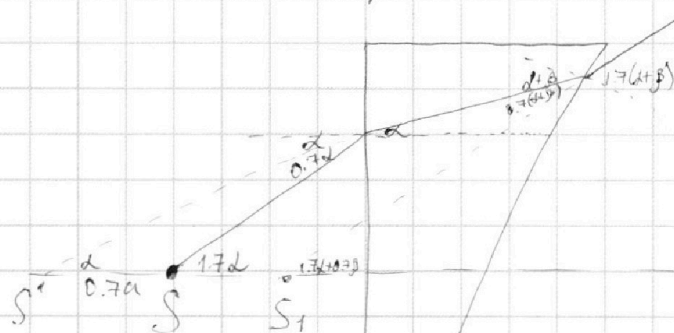
$$\Rightarrow \beta = 1.7 \alpha \Rightarrow \text{расстояние} = \beta - \alpha = 0.7 \alpha.$$



$$1.7 \alpha = \frac{h}{a}$$

$$\alpha = \frac{h}{e}$$

$$\frac{1.7}{e} = \frac{1}{a}$$



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!

