

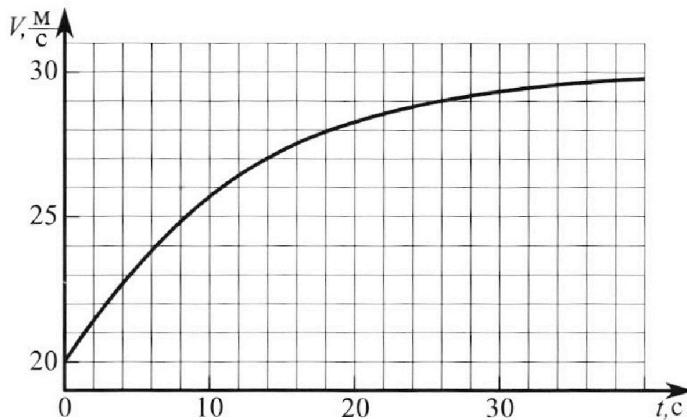
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

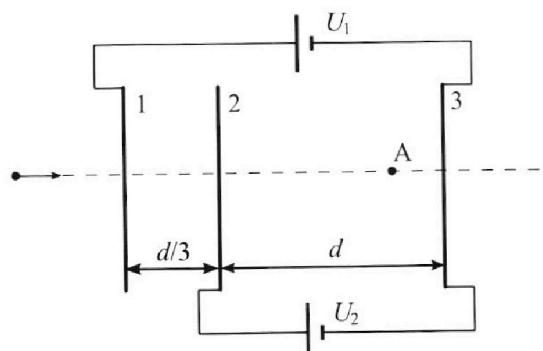
Требуемая точность числа иного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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

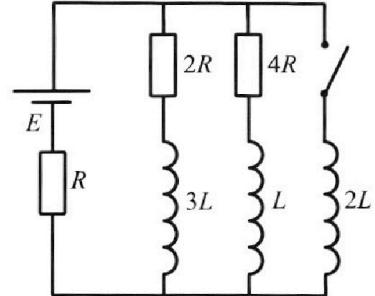
Вариант 11-04

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.

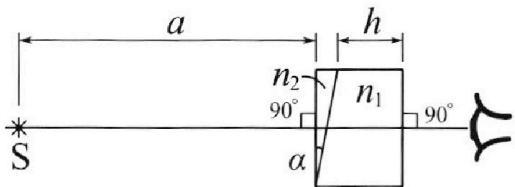
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

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"/> |

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 будем проходить через точку $V = 26 \text{ м/c}$, $t = 8 \text{ с}$. Тогда коэффициент наклона этой касательной — это и есть ускорение ($a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t}$). Тогда:

$$a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{26 - 20}{8 - 0} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} = [0.75 \text{ м/c}^2]$$

2)  По условию, во время бего разгона $F_{ движ } = \text{const}$. $P = F_{ движ } \cdot V = \text{const}$.

В конце разгона $V = \text{const} \Rightarrow$ не ЗН на Ox $F_{ \text{сопротивления} } = F_{ движ }$.
Тогда $F_k = F_{ движ } = \text{const}$ на протяжении всего разгона.

В начале разгона: $23 \text{ Н по } Ox$: $m a_0 = F_{ движ } - F_{ \text{сопротивления} } = F_k - F_{ \text{сопротивления} }$

$$\text{Тогда } F_{ \text{сопротивления} } = F_0 = F_k - m a_0 = 200 - 240 \cdot \frac{3}{4} = 200 - 180 = [20 \text{ Н}]$$

(a_0 мы уже нашли в 1 пункте).

3) Определим эту часть за n . Тогда

В конце разгона $P = F_k \cdot V_k$, где $V_k = 30 \text{ м/c}$ — скорость в конце разгона (ее находили из графика). В начале разгона $P = F_{ движ } \cdot V_0$, где $V_0 = 20 \text{ м/c}$ — находили из гр-ка, а $F_{ движ } = \text{const}$ — это означает, что $F_{ движ } = F_{ движ } \cdot V_0$. Тогда $F_k \cdot V_k = F_{ движ } \cdot V_0 \Rightarrow F_{ движ } = F_k \cdot \frac{V_k}{V_0}$

— 23 Н по Ox в начале разгона:

$$m a_0 = F_{ движ } - F_0 \Rightarrow F_0 = F_{ движ } - m a_0 = F_k \cdot \frac{V_k}{V_0} - m a_0 =$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

3) Обозначим эту часть ширины за η . Тогда $\eta = \frac{F_o}{F_{max}}$

$$= \frac{F_o}{f_k \cdot \frac{V_K}{V_0}} = \frac{120}{200 \cdot \frac{30}{80}} = \frac{120}{300} = \frac{12}{30} = \frac{2}{5} = 0.4$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



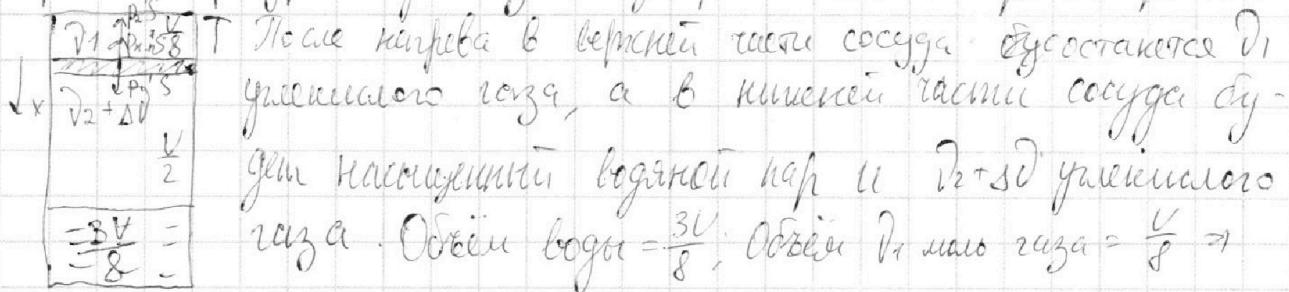
1) При $T = T_0$ пары находятся в равновесии при некотором неизвестном сосуде. D_1 -какого радиуса в верхней части, D_2 -какого радиуса в нижней части.

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

Из упр-я Менделеева-Капиларона: $p_1 = \frac{D_1 R T_0}{V/2}$.

$$p_2 = \frac{D_2 R T_0}{V/2}. \quad p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{2 D_1 R T_0}{V} = \frac{8 D_2 R T_0}{V} \Rightarrow \frac{D_1}{D_2} = 4$$

2) Пусть $p_1 = p_2 = p_0$, а атмосферное давление = p_{atm} . Тогда изображение в логе было получено $\delta D = k \cdot p_0 \cdot \frac{3V}{8}$ уменьшения радиуса пары. После нагрева эта же величина неизменна в разделяющее состояние, т.к. при температуре T ул. пара в логе практически не расщепляется.



$$\Rightarrow \text{Объем } D_2 + \delta D \text{ мало радиуса} = \frac{V}{2}.$$

$$23Hg: p_{atm}(T) \cdot S + p_2' S = p_1' S. \quad \text{При } T = 373K \quad p_{atm} = p_{atm}$$

$p_{atm} + p_2' = p_1'. \quad$ Из упр-я Менделеева-Капиларона:

$$p_2' = \frac{(D_2 + \delta D) R T}{V/2} = \frac{2 D_2 R T}{V} + \frac{2 \delta D R T}{V} = \frac{8 D_2 R T_0}{3V} + \frac{8 \delta D R T_0}{3V} =$$

$$= \frac{8 D_2 R T_0}{3V} + \frac{8 R T_0 \cdot k \cdot p_0 \cdot \frac{3V}{8}}{3V} = \frac{8 D_2 R T_0}{3V} + k p_0 R T_0.$$

$$p_1' = \frac{D_1 R T}{V/2} = \frac{8 D_1 R T}{V} = \frac{32 D_1 R T_0}{3V}$$

$$p_0 = \frac{2 D_1 R T_0}{V} = \frac{8 D_2 R T_0}{V} \Rightarrow p_1' = \frac{16}{3} p_0; p_2' = \frac{p_0}{3} + k p_0 R T_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$P_{\text{гор}} \text{ратм} + \frac{P_0}{3} + k P_0 R T_0 = \frac{16}{3} P_0$$

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

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

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

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

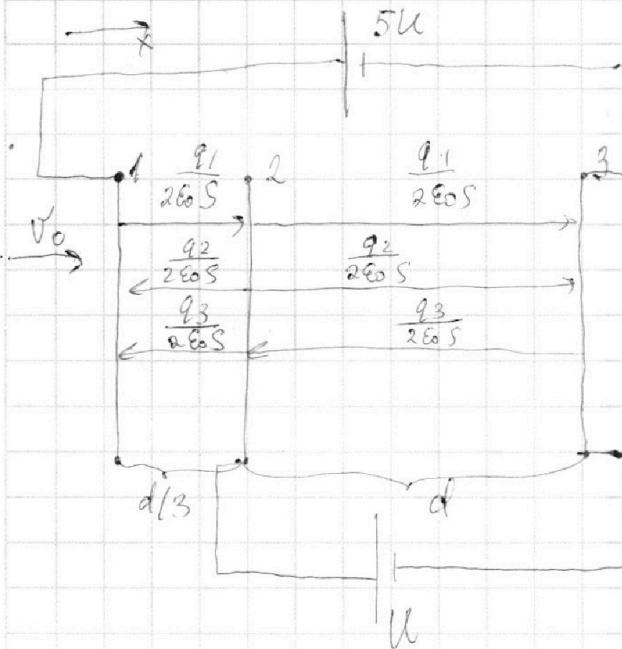
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

МФТИ



Byvan gde уравнение получим
 сразу получаем $U_1 = 5U$, $U_2 = U$.
 Изображено схемы не заряжены

$$\Rightarrow 3C3: q_1 + q_3 > 0$$

$$q_2$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0.$$

Ит $q_3 = 5U$ предположим, что

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

то не получим, что какой-то

$$\text{заряд отрицательный). Тогда: } \begin{cases} q_1 - q_3 = 5U \\ q_2 - q_3 = U \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{q_1}{2EoS} \cdot \frac{4d}{3} + \frac{q_2}{2EoS} \cdot \frac{2d}{3} - \frac{q_3}{2EoS} \cdot \frac{4d}{3} = 5U / \cdot \frac{6EoS}{d} \\ \frac{q_1 d}{2EoS} + \frac{q_2 d}{2EoS} - \frac{q_3 d}{2EoS} = U / \cdot \frac{2EoS}{d} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4q_1 + 2q_2 - 4q_3 = \frac{30EoS}{d} \cdot U \quad (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2EoS}{d} \cdot U \quad (2) \end{cases}$$

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{cases} q_1 + q_2 = \frac{EoS}{d} \cdot U \end{cases} \Rightarrow q_2 = \frac{EoS}{d} \cdot U - q_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$4q_1 + \frac{280S}{d} \cdot U - 2q_1 = \frac{3080S}{d} \cdot U \Rightarrow 2q_1 = \frac{280S}{d} \cdot U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{140S}{d} \cdot U \Rightarrow q_2 = \frac{80S}{d} \cdot U - \frac{140S}{d} \cdot U = -\frac{130S}{d} \cdot U$$

$$1) Тогда |E| в области 2-3 (E_x) = \frac{q_1}{280S} + \frac{q_2}{280S} - \frac{q_3}{280S} =$$

$$= \frac{7U}{d} - \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d} \Rightarrow 23H \text{ по } O_x :$$

$$\max = E_x \cdot q \Rightarrow a_x = \frac{E_x \cdot q}{m} = \frac{q \cdot U}{md}$$

2) ЗСД от машины пройдя 1 секунду до машины пройдёт 2 секунды
(сама машина $E_x - T_0 = 0$), в этот момент наступит сдвиг, действующий на здание:

$$\frac{mU^2}{2} = \frac{mU^2}{2} + qE_{23x} \frac{d}{3}.$$

$$E_{23x} = \frac{q_1}{280S} - \frac{q_2}{280S} - \frac{q_3}{280S} = \frac{7U}{d} + \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{14U}{d}$$

$$\text{Значит } \frac{mU^2}{2} = \frac{mU^2}{2} + \frac{14}{3} \frac{q \cdot U}{d} \Rightarrow \frac{mU^2}{2} = K_2 = \frac{mU^2}{2} - \frac{14}{3} \frac{q \cdot U}{d}.$$

ЗСД от машины пройдя 2 секунды до машины пройдёт 3 секунды в
этот момент наступит сдвиг со стороны здания, действующий на здание:

$$\frac{mU^2}{2} = \frac{mU^2}{2} + qE_{23x} d \quad (T_1 - E_x - T_0 \text{ при проходе 2 секунд, } T_2 - E_x - T_0 \text{ при проходе 3 секунд}).$$

$$E_{23x} = \frac{q_1}{280S} + \frac{q_2}{280S} - \frac{q_3}{280S} = \frac{7U}{d} - \frac{13U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d}.$$

$$\frac{mU^2}{2} = \frac{mU^2}{2} + q \cdot U \Rightarrow \frac{mU^2}{2} = K_3 = \frac{mU^2}{2} + q \cdot U = K_2 + q \cdot U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = q \cdot U \quad (\text{в промежутке } u/y \text{ между 2 и 3 коткой сдвиг раз-} \\ \text{личается, т.к. } a_x > 0).$$

3) ЗСД от машины пройдя 2 секунды до т. А в этот момент наступит сдвиг со стороны здания, действующий на здание:

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!

$$\frac{m\bar{v}_1^2}{2} = \frac{m\bar{v}_A^2}{2} - qE_{23x} \cdot \frac{3d}{4}$$

из предыдущего $E_{23x} = \frac{4}{d} \Rightarrow \frac{m\bar{v}_1^2}{2} = \frac{m\bar{v}_A^2}{2} - \frac{3}{4}qU \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{m\bar{v}_A^2}{2} = \frac{m\bar{v}_1^2}{2} + \frac{3}{4}qU$.

Задача о движении мяча 1 сначала до момента бросания 2 отскок с
учетом наведенного соударения 2. Как действует на мяч:

$$\frac{m\bar{v}_2^2}{2} = \frac{m\bar{v}_1^2}{2} - qE_{12x} \cdot \frac{cl}{3}$$

$$E_{12x} = \frac{q_1}{280S} - \frac{q_2}{280S} - \frac{q_3}{280S} = \frac{7U}{d} + \frac{13U}{2d} + \frac{U}{8d} = \frac{14U}{d}$$

$$\frac{m\bar{v}_2^2}{2} = \frac{m\bar{v}_1^2}{2} - \frac{14}{3}qU \Rightarrow \frac{m\bar{v}_1^2}{2} = \frac{m\bar{v}_2^2}{2} + \frac{14}{3}qU$$

Тогда $\frac{m\bar{v}_A^2}{2} = \frac{m\bar{v}_1^2}{2} + \frac{3}{4}qU = \frac{m\bar{v}_2^2}{2} + \frac{14}{3}qU + \frac{3}{4}qU =$
 $= \frac{m\bar{v}_2^2}{2} + \frac{65}{12}qU \Rightarrow \boxed{\bar{v}_A = \sqrt{\bar{v}_2^2 + \frac{65qU}{6m}}}$

Однако, 1) $a_x = \frac{9U}{md}$, 2) $K_3 - K_2 = qU$, 3) $\bar{v}_A = \sqrt{\bar{v}_2^2 + \frac{65qU}{6m}}$.

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

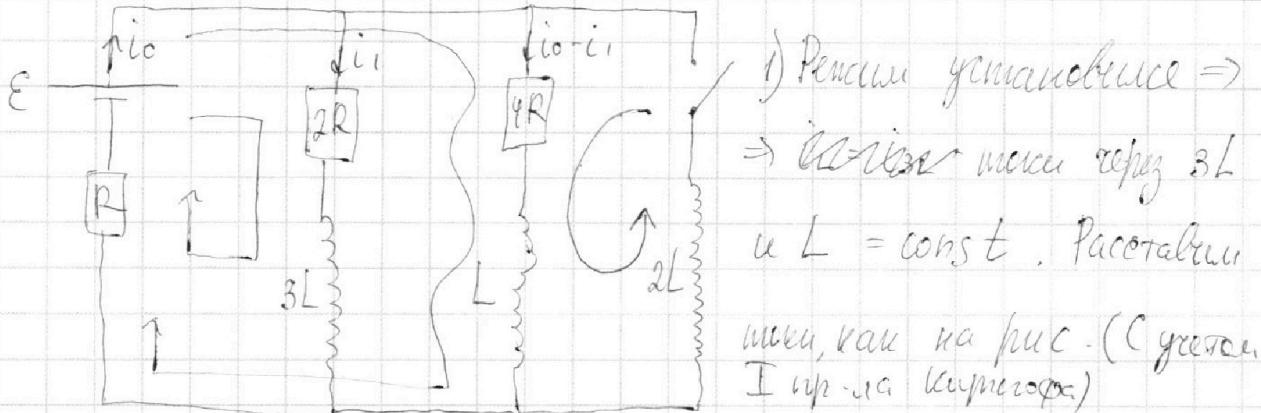
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



2) (2 упр-во кирноза): $E = 2i_1R + i_2R + 3L \frac{di_2}{dt} \Rightarrow E = 2i_1R + i_2R \Rightarrow$
 $i_2 = \frac{E}{R} - 2i_1$

3) (2 упр-во кирноза): $E = 4i_3R - 4i_1R + i_2R + \frac{L di_3}{dt} \Rightarrow$
 $\Rightarrow E = 4i_3R + i_2R - 4i_1R = 5i_3R - 4i_1R = 5E - 10i_1R - 4i_1R \Rightarrow$
 $\Rightarrow 4E = 14i_1R \Rightarrow i_1 = \frac{2E}{7R}$. Тогда $i_2 = \frac{E}{R} - \frac{4E}{7R} = \frac{3E}{7R} \Rightarrow$
 $\Rightarrow I_{2L} = i_2 - i_1 = \frac{3E}{7R} - \frac{2E}{7R} = \boxed{\frac{E}{7R}}$

2) График тока K_1 может через катушки L и $3L$ не изменяться. Тогда

$U_{2L} = E - i_2R$ (токи через катушки не изменяются \Rightarrow ток через R тоже не изменяется)

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

3) Стационарное значение тока t : $i_{2L} = \text{const} \Rightarrow U_{2L} = 0$. Тогда токи
 через $2R$ и $4R$ тоже не будут.

2 упр-во кирноза ставится $t \rightarrow \infty$ где базисного состояния: $E = U_{2L} + i_2R$

$$E = 2L \frac{di_{2L}}{dt} + i_2R \Rightarrow i_2R = i_{2L} = \frac{E}{R}$$

$0, i_{2L} = \text{const}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Задача (отзывчивость ядерного тока):

Испр.

$$2 \text{ арх. по Киркгофа } G: -L \frac{di_L}{dt} + 2L \frac{di_{RL}}{dt} = i_L \cdot 4R$$

$$2L \frac{di_{RL}}{dt} - L \frac{di_L}{dt} = u_{iL} R / \cdot dt$$

$$2L \frac{di_{RL}}{dt} - L \frac{di_L}{dt} = 4i_L dt R = 4qR / \Sigma \text{он момент застывание якоря } t \rightarrow \infty$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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) $n_1 = n_2 = 1 \Rightarrow$ её можно не учитывать при счищении на этом
множестве.

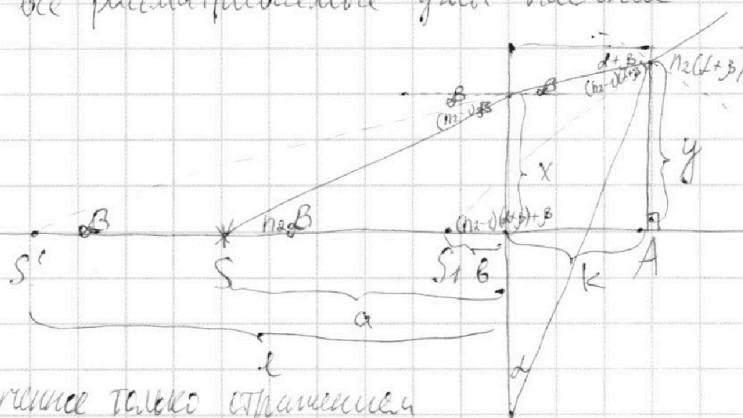


Принадлежание на I набор-ти не будет (угол I этой набор-ти). На
II набор-ти угол будет наименьший из углов α .

З-ко Гюйгенса: $n_2 \sin \beta l = \sin \alpha l$. $\alpha < 1$; $\beta > < 1 \Rightarrow \beta \approx n_2 \alpha$.

Тогда отклонение данного угла (угол) = $\beta - \alpha = n_2 \alpha - \alpha =$
 $= (n_2 - 1) \alpha = 0,7 \alpha = [0,07 \text{ rad}]$.

2) исключим n. 1) $n_1 = n_2 = 1 \Rightarrow$ приведя к нулю члены с n_1 в
уравнении. Далее все рассматриваются углы наименьшие - наименее.



S' -изображение, наименее удаленное
от I набор-ти, S -наименее удаленное

от II набор-ти. Система

(уголом З-ко Гюйгенса и геометрии):

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

$$\begin{cases} \tan \beta \approx \beta = \frac{y}{l+k} \\ \tan((n_2 - 1)(l+k) + \beta) \approx (n_2 - 1)(l+k) + \beta = \frac{y}{l+k} \end{cases} \quad \text{④} \quad \frac{l+k}{l+k} = \frac{\beta}{n_2 \beta + n_2 a - l}.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

Задача 1. Установка для кинокамер имеет угловое движение вдоль оси α .
Угол установки

$$x = y - k\beta. \quad l\beta = (l + h) (e n_2 \beta + n_2 d - s) - k\beta$$

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

$$\Rightarrow f + h\alpha = (f + h\alpha) \cdot \frac{1}{2n_2 - 1} \Rightarrow f = \frac{(f + h\alpha)(l + h\alpha) - h\alpha}{2n_2 - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{искомое расстояние} = a - f = a - \frac{(f + h\alpha)(h_2 a + h_2 d) + h\alpha}{2n_2 - 1} =$$

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

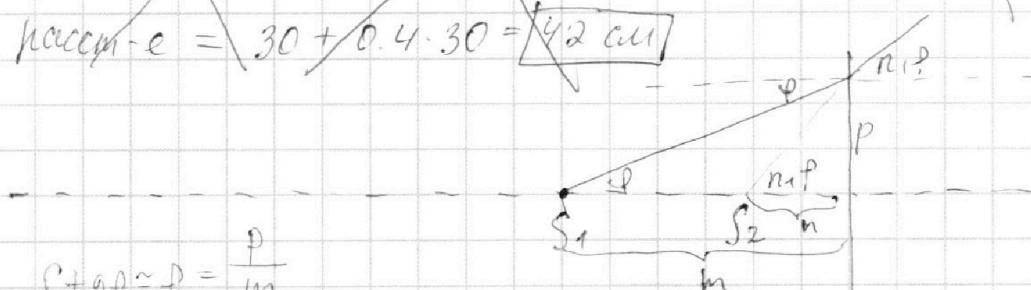
$$= 100 - \frac{171.4}{2.4} + 1.4 \approx 38.2 \approx [30 \text{ см}] \quad (\alpha \ll a).$$

3) В движении пульки происходит преследование и движение по

линейной под-лии. Новое расстояние = расстояние, находимое в н.р.) +

+ ~~($n_1 - 1$)~~ ~~расстояние, находимое в н.р.),~~ ~~то есть это новое~~

$$\text{расстояние} = 30 + 0.4 \cdot 30 = [42 \text{ см}]$$



$$\sin \varphi = \frac{P}{m}$$

$$\tan(\alpha, \varphi) \approx n_1 \varphi = \frac{P}{m} \Rightarrow n_1 = \frac{m}{P}$$

$$\text{Тогда } m - n = f + h - \frac{f + h}{n_1} = (f + h) \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = 84 \cdot \frac{2}{7} \quad (f \text{ дано})$$

находимо в н.р. (путь) = 24 см. Тогда искомое расстояние =
расстояние, наим. в 2) + 24 см = 30 + 24 = [54 см]

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

Отметьте крестиком номер задачи,

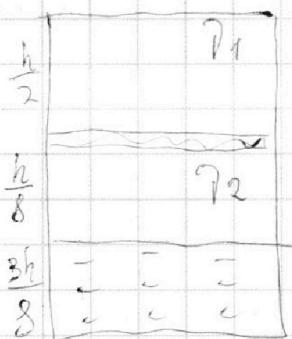
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



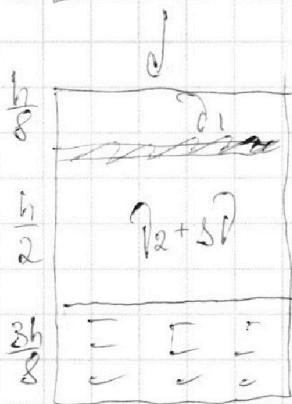
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\text{To } p_1 = p_2 \quad \frac{\partial_1 R T_0}{S \frac{h}{2}} = \frac{\partial_2 R T_0}{S \frac{h}{8}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{\partial_1}{8} = \frac{\partial_2}{2} \Rightarrow 4\partial_2 = \partial_1.$$

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

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



$$\frac{\partial_1 R T}{S \frac{h}{3}} = p_0 + \frac{(\partial_2 + \partial) R T}{S \frac{h}{2}}$$

$$4p_{go} = p_0 + p_{go} + 2\partial$$

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

$$\frac{16}{3} p_{go} = p_0 + \frac{p_{go}}{3} + \frac{8k p_{go} \frac{3Sh}{8} T_0 R}{3Sh}$$

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



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!



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"/> |

МФТИ

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

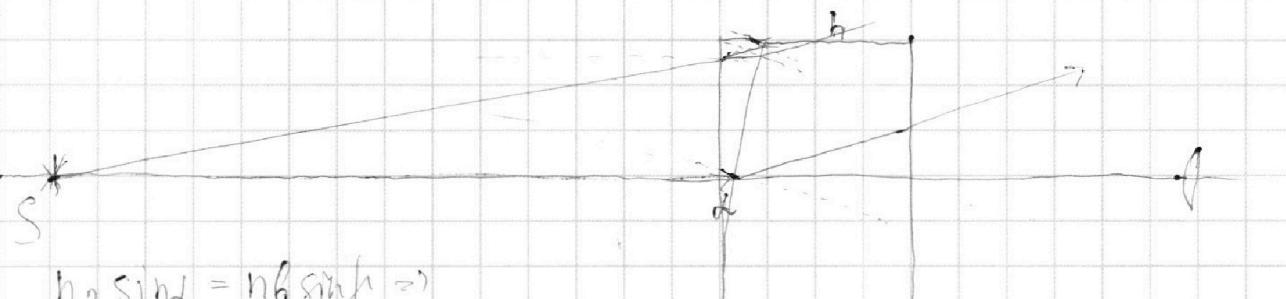
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

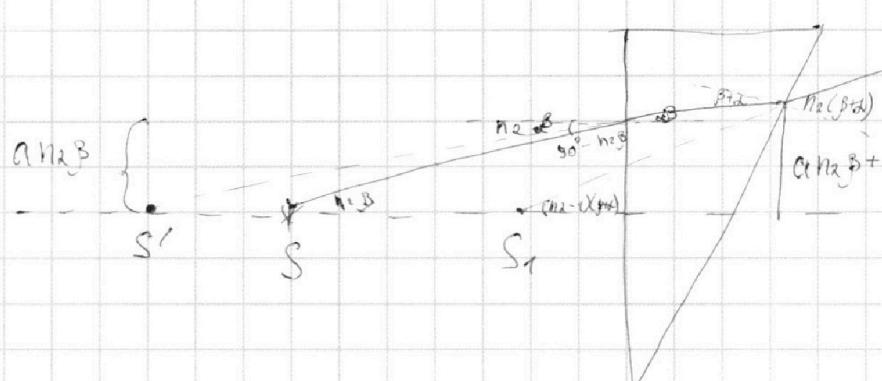
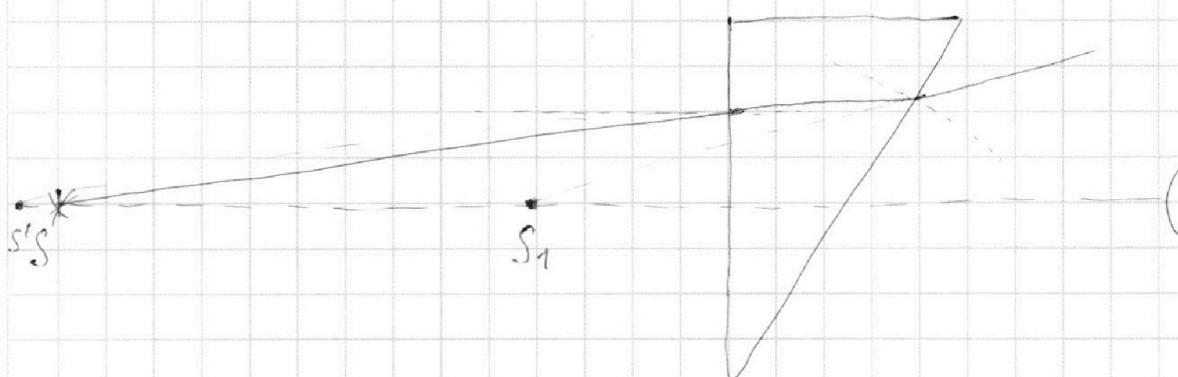
МФТИ

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



$$h_2 \sin \alpha = h_1 \sin \beta \Rightarrow$$

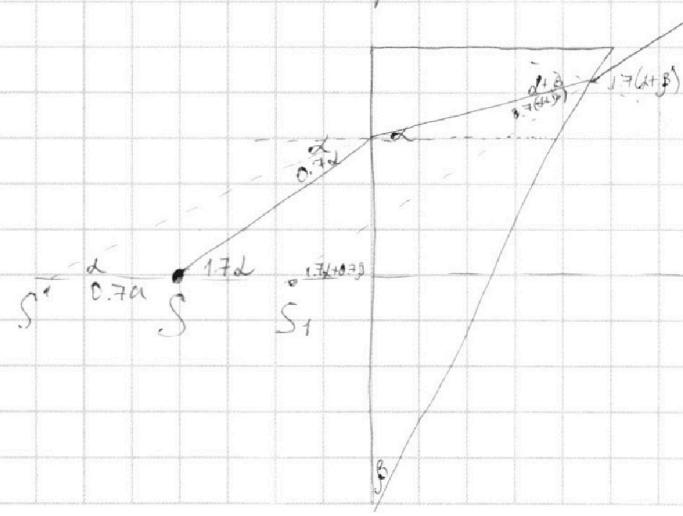
$$\Rightarrow f = 1.7d \Rightarrow \text{угл. отклонение} = f - d = 0.7d.$$



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

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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

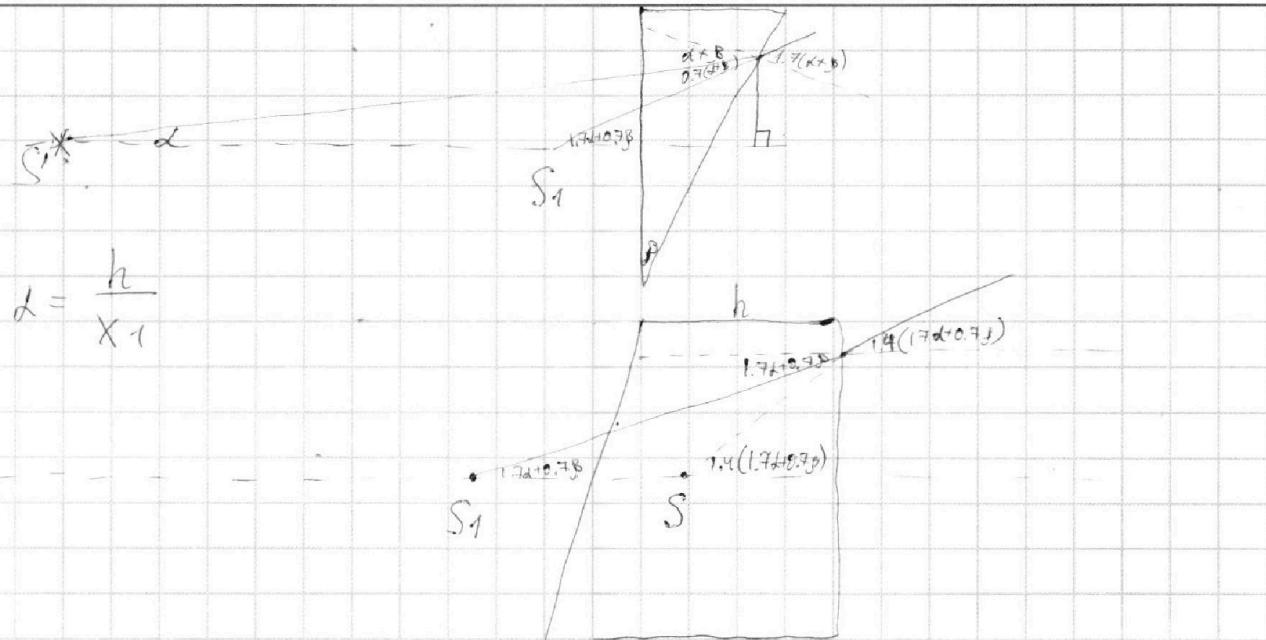
5

6

7

МФТИ

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



$$d = \frac{h}{X_1}$$