



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

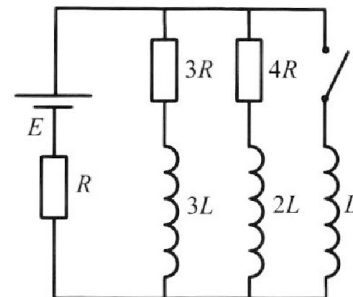
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



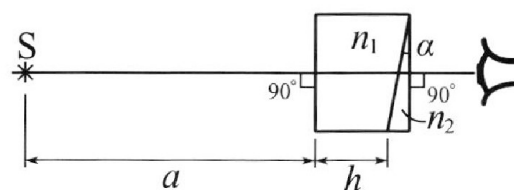
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) 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 $n_b = 1,0$. 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

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



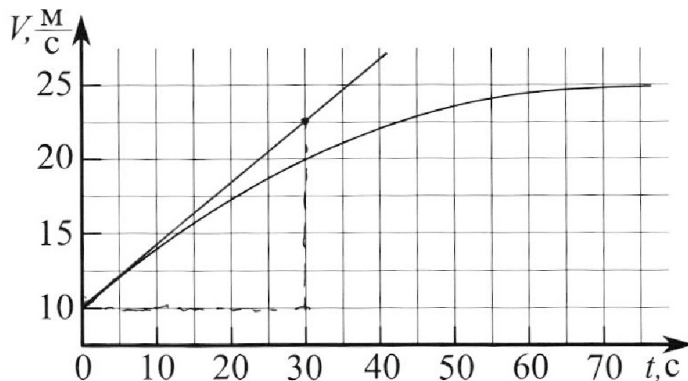
1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления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



$$a_0 = \frac{20 - 10}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделен 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 объем $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворенного газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объем 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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

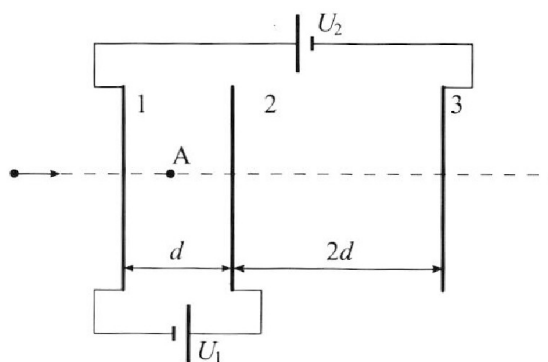
2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐



① $m = 1500 \text{ кг}$

$\vartheta = \text{const}$, а потом
разгоняется

$F_k = 600 \text{ Н}$

$F_{\text{тр}} \Rightarrow F_{\text{сопр}} = k\vartheta$

1) a_0 - ?

2) F_0 - ?

3) P_0 - ?

этим значением (наша приемная должна попасть в
погрешность $\sim 10\%$)

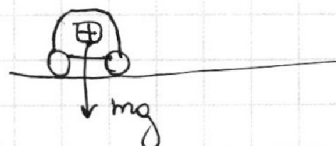
$$a_0 = \frac{\vartheta_k - \vartheta_n}{t} = \frac{20 - 10}{30} = \frac{1}{3} \text{ м/с}^2$$

1) Чтобы найти ускорение a_0
надо понять, что это ускорение
на в начальный момент време-
ни, то есть - это касательная
к графику в точке ($t=0$).

Если смотреть по графику,
то в начале разгона
примерно с $t=0$ с до $t=30$ с,
потому что у нас a_0 по
погрешности $\sim 10\%$

2) Поймём, какие силы действуют на автомо-
биль: по II 3-му Ньютона:

$F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = ma$



Мы знаем, что в конце разгона

$F_{\text{тяги}} = F_k = 600 \text{ Н}$, также известно, что в конце
разгона $a \rightarrow 0$, то есть $ma = 0$, то есть:

$F_{\text{тяги}} = F_{\text{сопр}}$ в конце разгона $\Rightarrow$

$F_k = k\vartheta_k \Rightarrow$ из графика узнаем $\vartheta_k = 25 \text{ м/с}$

и узнаем $k \Rightarrow k = \frac{F_k}{\vartheta_k} = \frac{600}{25} = 24 \text{ Н/с}$

В начале разгона ситуация
другая:

$$\begin{array}{r} -600 \mid 25 \\ -50 \mid 24 \\ \hline 100 \\ -100 \\ \hline 0 \end{array}$$

$F_0 - k\vartheta_0 = ma_0$, в этом выражении мы знаем
все, кроме F_0 , найдём его: (ϑ_0 из графика и $\vartheta_0 = 10 \text{ м/с}$)

$$F_0 = ma_0 + k\vartheta_0 = 1500 \cdot \frac{1}{3} + 24 \cdot 10 = 500 + 240 = 740 \text{ Н}$$



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) Найдем мощность:

$$P_0 = \frac{A}{t} = \frac{F_0 \cdot v_0 \cdot t}{t} = 740 \cdot 10 = 7400 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $g_0 = \frac{1}{3} \mu\text{с}^2$ 2) $F_0 = 740 \text{ Н}$ 3) $P_0 = 7400 \text{ Вт}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

2) V

В начале на 2 рав. част.

сверху - He
снизу - вода и газ, газ

В нач. момент:

$$P_0 = P_a/2$$

T_0

$$W = \Delta V = \frac{V}{4} = \text{const}$$

Потом:

$$T = 373 \text{ K}$$

$$V_0 = \frac{V}{5}$$

$$\Delta U = k p W$$

$$k = 0.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

При T:

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$P_{\text{He}}(T) \ll P_0/2$$

$$1) \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CO}_2}}? \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CO}_2} - \Delta V} - ?$$

$$2) \frac{T}{T_0} - ?$$

$$1) V_{\text{He}} = \frac{P_a V}{4 R T_0}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{P_a V}{8 R T_0} + \Delta V$$

ΔV - растворенный в воде газ

$$2) P_{\text{He}} = P - P_{\text{H}_2\text{O}}(T), \text{ где } P_{\text{H}_2\text{O}}(T) = P_a$$

$$\frac{P V}{5} = R T \cdot \frac{P_a V}{4 R T_0} \Rightarrow P = \frac{5}{4} R T \cdot \frac{P_a}{R T_0} = \frac{5}{4} \frac{T P_a}{T_0}$$

$$(P - P_a) = \frac{14 V}{20} = R T \cdot \left(\frac{P_a V}{8 R T_0} + \frac{k P_a V}{8} \right)$$

$$\left(\frac{5}{4} P_a \frac{T}{T_0} - P_a \right) \cdot \frac{14 V}{20} = R T \cdot \left(\frac{P_a V}{8 R T_0} + \frac{k P_a V}{8} \right) \quad | : V P_a$$

В начале:

$$\frac{P_a}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_{\text{He}} R T_0$$

$$\frac{P_a}{2} \cdot \frac{V}{4} = (V_{\text{CO}_2} - \Delta V) R T_0$$

$$\frac{P_a}{2} = P_{\text{H}_2\text{O}}(T_0) + P_{\text{He}} \Rightarrow \frac{P_a}{2} = P_{\text{He}}$$

После нагрева мы уже не можем пренебречь $P_{\text{H}_2\text{O}}(T)$, т.к. это довольно большая величина

$$\Delta U = \frac{k P_a V}{2} = k P_{\text{He}} V = \frac{k P_a V}{8}$$

Потом:

$$P \cdot \frac{V}{5} = V_{\text{He}} R T$$

$$P \cdot \frac{4 V}{20} = V_{\text{CO}_2} R T$$

$$P = P_{\text{H}_2\text{O}}(T) + P_{\text{He}}$$

$$\frac{4 V}{5} = V_{\text{He}} + V = \Rightarrow$$

$$V_{\text{He}} = \frac{4 V}{5} - \frac{1}{4} V =$$

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

$$\Rightarrow \frac{V_{\text{He}}}{V_{\text{CO}_2} - \Delta V} = 2, \text{ т.к.}$$

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!

$$\frac{14}{20} \cdot \left(\frac{5}{4} \frac{T}{T_0} - 1 \right) = kT \left(\frac{1}{8RT_0} + \frac{k}{8} \right)$$

$$\frac{T}{T_0} - \frac{4}{5} = \frac{T}{8T_0} + \frac{RTk}{8}$$

Обозначим $\frac{T}{T_0} = \lambda$

$$\lambda - \frac{\lambda}{8} = \frac{4}{5} + \frac{RTk}{8}$$

$$\frac{7\lambda}{8} = \frac{4}{5} + \frac{RTk}{8} \Rightarrow \lambda = \frac{8}{7} \left(\frac{4}{5} + \frac{RTk}{8} \right) =$$

$$= \frac{8}{7} \cdot \left(\frac{4}{5} + \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 2} \right) = \frac{8 \cdot 4}{7 \cdot 5} + \frac{8 \cdot 3}{7 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{32}{35} + \frac{3}{14}$$

$$\frac{11}{16} \frac{T}{T_0} - \frac{11}{20} = \frac{T}{8T_0} + \frac{RTk}{8}$$

$$\frac{11}{16} \lambda - \frac{11}{20} = \frac{\lambda}{8} + \frac{RTk}{8}$$

$$\lambda \left(\frac{11}{16} - \frac{2}{16} \right) = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8}$$

$$\lambda \cdot \frac{9}{16} = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8} \Rightarrow \lambda \cdot \frac{9}{4} = \frac{11}{5} + \frac{RTk}{2}$$

$$\lambda = \frac{4}{9} \left(\frac{11}{5} + \frac{RTk}{8} \right) = \frac{4}{9} \cdot \frac{11}{5} + \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{44}{45} +$$

$$+ \frac{2}{3} = \frac{44 + 30}{45} = \frac{74}{30} = \frac{T}{T_0}$$

Ответ: 1) $\frac{V_{He}}{V_{O_2-DV}} = 2$
2) $\frac{T}{T_0} = \frac{74}{30}$

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!

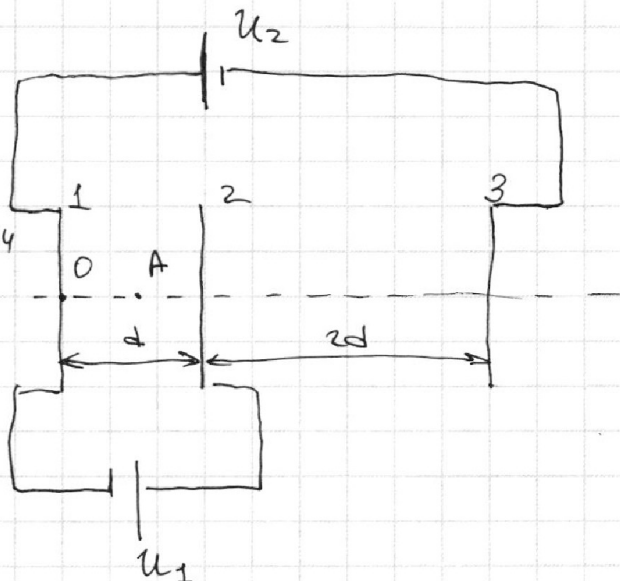
③ $d, 2d, U_1 = U, U_2 = 3U$

$m, q > 0, v_0$

ЗСЗ: $2q_2 = q_1 + q_3$, где $|q_2| = |q_1|$, $|q_2| = |q_3|$

$$C_1 = \frac{\epsilon S_1}{d_1} = \frac{\epsilon S}{d}$$

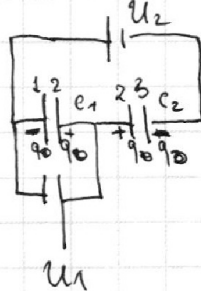
$$C_2 = \frac{\epsilon S_2}{d_2} = \frac{\epsilon S}{2d}$$



1) $|q_2|$ - ?

2) $k_1 - k_2$?, где k_1 и k_2 - Давайте перерисуем в схему:
кин. энергия пластины (пластинки - это 2 конденсатора)

3) v_A ?, если $OA = \frac{d}{4}$



1) Запишем 2 закон Ньютона;
вдоль пластины между тар.

$$a_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d}$$

Запишем ЗСЗ:

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = q(\varphi_2 - \varphi_1), \text{ где } \varphi_2 - \varphi_1 = U_1 \Rightarrow$$

$$(v_2^2 - v_1^2) = \frac{2qU_1}{m} \Rightarrow$$

$$a_{12} = \frac{2qU_1}{m \cdot 2d} = \frac{qU_1}{md}$$

2) $k_1 - k_2 = [qU_1]$, т.к. из схемы видно, что

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!



Таким образом, общее количество $U_1 = \frac{q}{C_1}$

$$3) \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q (\varphi_A - \varphi_1)$$

$$\varphi_A = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{kq}{2d + \frac{3d}{4}} = \frac{131}{33} \frac{kq}{d}$$

$$\varphi_1 = \frac{k(q_1 + q_2)}{d} \Rightarrow \frac{kq}{3d} = \frac{5kq}{3d}$$

Занедем $q_1 \times \text{коэф.}$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1}$$

$$U_2 = \frac{q_1}{2C_1} - \frac{q_2}{C_1}$$

$$q_1 = \frac{U_1 \cdot \epsilon S}{d}$$

$$q_2 = U_2 \left(\frac{\epsilon S}{C_1 - C_2} \right) = \frac{U_2 \cdot \epsilon S^2}{\frac{\epsilon S}{d} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{2} \right) \cdot d \cdot 2d} =$$

$$= \frac{q_2 \cdot \epsilon S}{d}$$

$$q_2 = (2U_1 - U_2) C$$

$$U_2 + U_1 = \frac{q_2}{C_2}$$

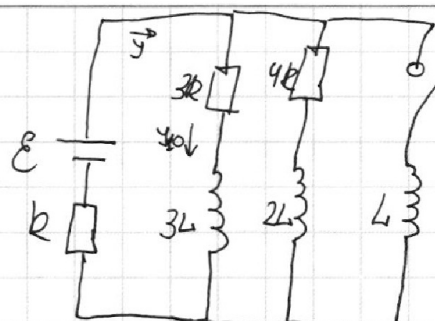
$$\Rightarrow q_2 = (U_1 + U_2) \cdot \frac{\epsilon S}{2d}$$

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!



- ④ 1) I_{10} -? через $3R$
 2) $\mathcal{V}$ -? вкл сразу после
 3) q_{3R} -?



1) Найти ток I_{10} через $3R$ в уст. режиме.

Запишем 2 уравнения для правила Кирхгофа:

$$(1) \quad \mathcal{E} = 3R \cdot I_0 + I \cdot R$$

$$(2) \quad \mathcal{E} = 4R(I - I_{10}) + I \cdot R$$

Вчитаем, что в установившемся режиме катушки - это проводники, тогда:

$$из (1): \quad I = \frac{\mathcal{E} - 3R \cdot I_0}{R} = \frac{\mathcal{E}}{R} - 3I_0$$

$$во (2): \quad \mathcal{E} = 4R(I - I_{10}) + I \cdot R = 5RI - 4RI_{10} \Rightarrow$$

$$I_{10} = \frac{5I}{4} - \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{5\mathcal{E}}{4R} - \frac{15I_{10}}{4} - \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

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

$$2) \quad \mathcal{V} = \frac{dI}{dt}$$

Запишем Кирхгофа для 3 контура сразу после

$$\text{возмущения:} \quad L \frac{dI}{dt} = 3R \cdot I_{10} \Rightarrow$$

$$\mathcal{V} = \frac{3R I_{10}}{L} = \frac{3 \cdot 4R \cdot \mathcal{E}}{19 \cdot L \cdot R} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$$

3) q_{3R} -? Перенесем Кирхгофа и найдем

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!

Токи в новом установившемся режиме.
После подключения катушки L у нас в уст. реж.
весь ток будет течь через нее, тогда $y = \frac{\varepsilon}{R}$

Запишем кинхграв:

$$3R \cdot dy - 3L \frac{dy}{dt} = L \frac{dy}{dt} = 0$$

$$3R \cdot dq = 3L dy \neq L dy$$

$$3R \int_0^{q_{3R}} dq = 3L \int_{y_0}^y dy - L \int_0^y dy \quad \text{принтегрируем:}$$

$$3R \cdot q_{3R} = -3L \cdot \frac{4\varepsilon}{19R} - L \cdot \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\times \frac{2 \cdot 19}{3} \\ \frac{57}{57}$$

$$q_{3R} = -\frac{4L\varepsilon}{19R^2} - \frac{L\varepsilon}{3R^2} = -\frac{(12+19)L\varepsilon}{57R^2} = -\frac{31L\varepsilon}{57R^2}$$

Ответ:

$$1) y_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

$$2) U = \frac{12\varepsilon}{19L}$$

$$3) |q_{3R}| = \frac{31L\varepsilon}{57R^2}$$

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

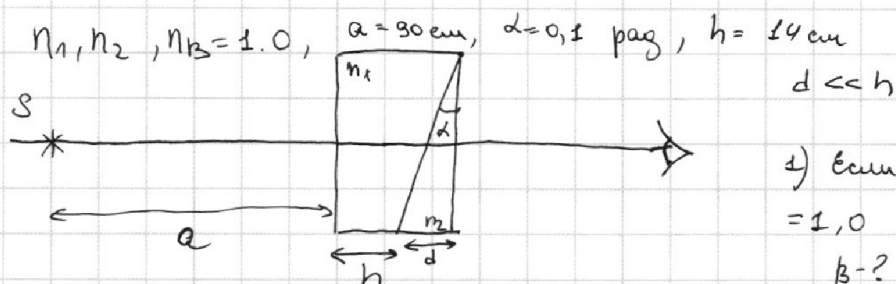
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

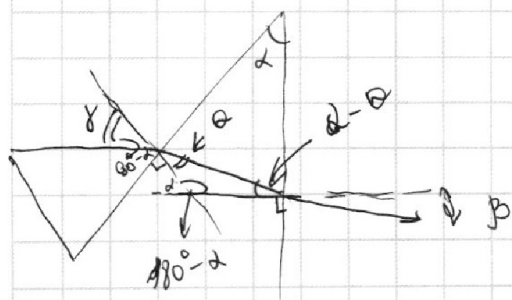
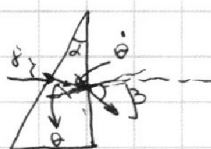
5



1) Если $n_1 = n_B = 1.0$ и $n_2 = 1.7$
 $\beta = ?$

2) Если $n_1 = n_B = 1.0$
и $n_2 = 1.7$
 $\beta = ?$

1) Найдем угол отклонения через n_1 ,
луч пройдет безразлично и какой
преломится только, когда достигнет
призму:



Распишем угол на рисунке,
найдем, что $\beta = \alpha$
Запишем 3-й закон:

$$(1) \sin \beta \cdot n_1 = n_2 \cdot \sin \alpha$$

$$\alpha + 180^\circ - \alpha + \alpha = 180^\circ \Rightarrow$$

$$\alpha = \alpha - \alpha$$

$$(2) \sin \alpha \cdot n_2 = n_1 \cdot \sin \beta$$

Подставим все известные данные и найдем β :

$$\sin \beta \approx \tan \beta \approx \alpha$$

$$\alpha = 1.7 \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha < \alpha \Rightarrow$$

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

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!



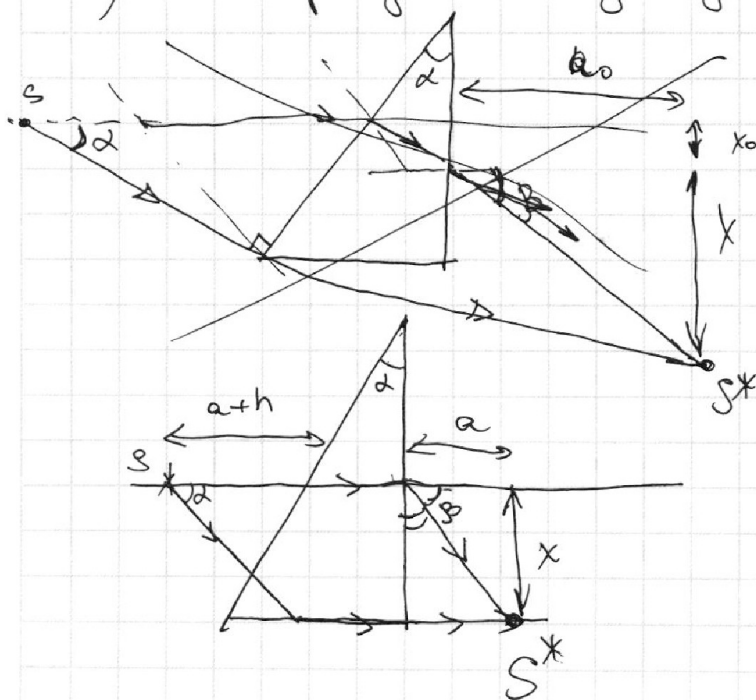
$$\sin(\alpha - \theta) \cdot 1,7 = \sin \beta$$

$$\alpha - \theta \ll \alpha \Rightarrow$$

$$\alpha \left(1 - \frac{1}{1,7}\right) \cdot 1,7 = \sin \beta$$

$$0,7 \alpha = \sin \beta = \beta \approx 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$$

2) Нарисуем ход лучей:



$$\begin{aligned} \cancel{x_0} &\ll x \Rightarrow \\ \cancel{\tan \beta} &= \frac{x}{a_0} \\ \tan \alpha &= \end{aligned}$$

$$\tan \beta = \frac{x}{a_0}$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{a+h}$$

$$\alpha(a+h) = \beta a_0$$

$$b = a+h+a_0$$

$$b = a+h + \frac{\alpha(a+h)}{\beta} = (a+h) \left(1 + \frac{\alpha}{\beta}\right) = (a+h) \left(1 + \frac{10}{17}\right) =$$

$$= (a+h) \cdot \frac{27}{17} = 104 \cdot \frac{27}{17} = \frac{2808}{17} \approx 165,18 \text{ см}$$

3) Нарисуем ход лучей:

$$\begin{array}{r} 104 \times \frac{27}{17} \\ 728 \\ + 104 \\ \hline 2808 \end{array}$$

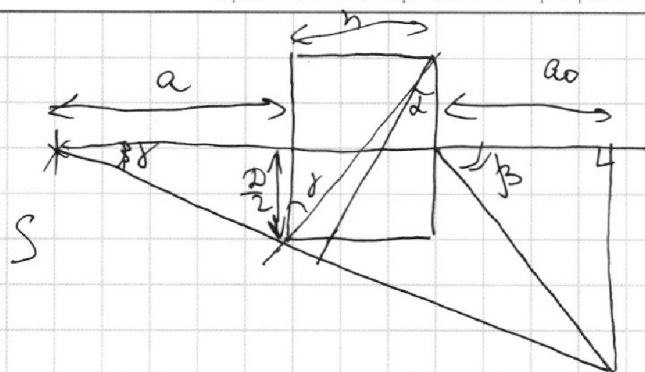
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$f^2 = \frac{h}{2a} \quad \text{из}$$

$$\tan f = \frac{h}{2a}$$

$$\tan f = \frac{h}{2a}$$

$$f = \sqrt{\frac{h}{2a}} = \sqrt{\frac{14}{2 \cdot 90}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7 \cdot 2}{2 \cdot 10}} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}} \quad b = a + h + a_0$$

$$\tan f = \frac{x}{a_0}$$

$$f = \frac{x}{a + h + a_0}$$

$$\tan f = \frac{f(a + h)}{\beta - f} \Rightarrow a_0 = \frac{f(a + h)}{\beta - f}$$

$$b = a + h \left(1 + \frac{f}{\beta - f} \right) = 104 \cdot \left(1 + \frac{\frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}}{\frac{7}{100} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}} \right) =$$

$$= 104 \cdot \frac{\frac{7}{100}}{\frac{7}{100} - \frac{1}{3} \sqrt{\frac{7}{10}}} = \frac{104 \cdot 7}{7 - \frac{1}{3} \sqrt{7 \cdot 10^3}}$$

Ответ: 1) $\beta = 0.07 \text{ рад}$

2) $b = \frac{1768}{1}$

3) $c = \frac{104 \cdot 7}{7 - \frac{1}{3} \sqrt{7000}}$



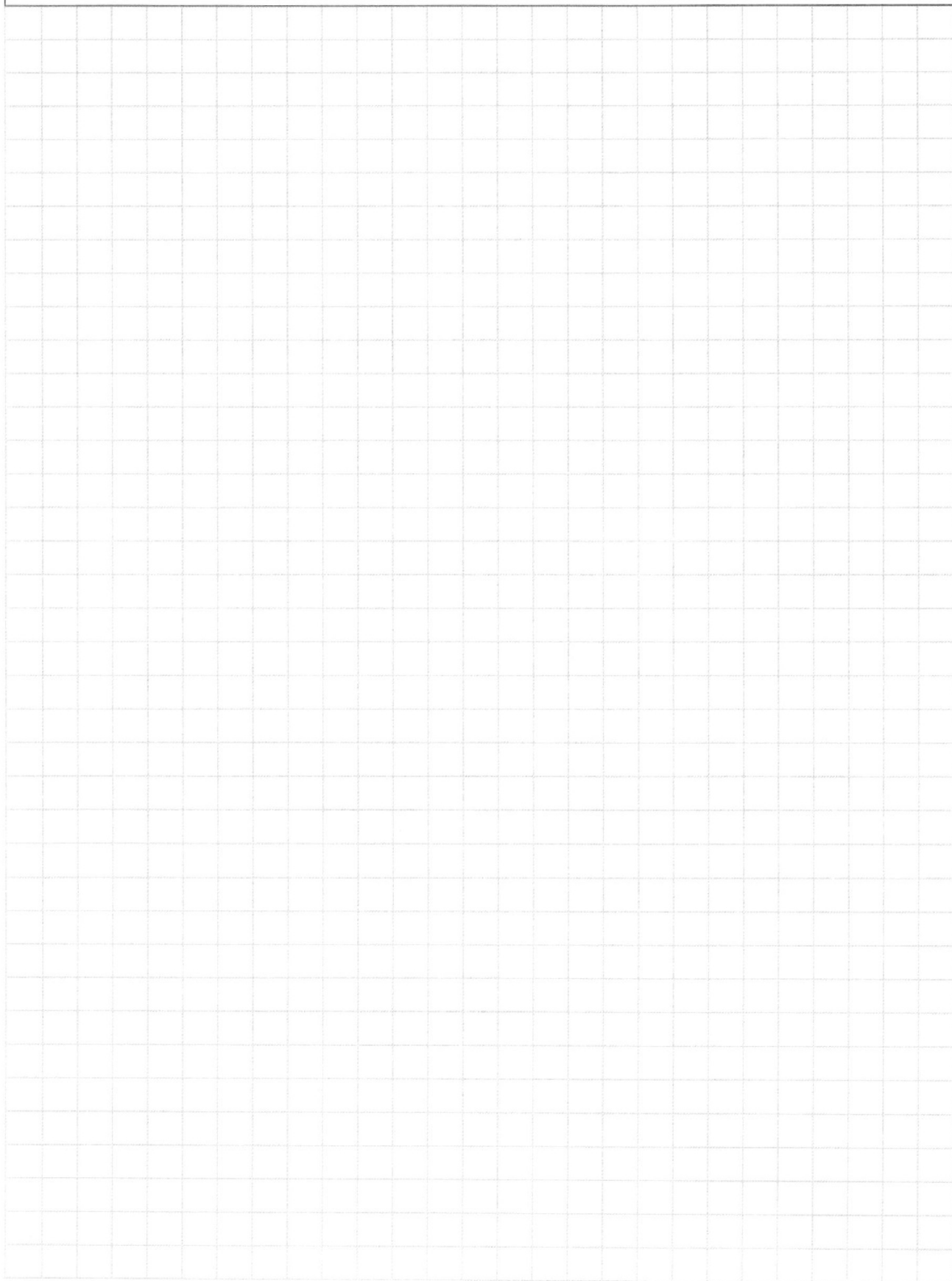
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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	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!



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

1, 2, 3, 4, 5

$$U = Ed$$

$$qU = A$$

$$ma_{12} =$$

$$a_{12} = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a_{12}}$$

$$d = v_1 t - \frac{a_{12} t^2}{2}$$

$$d = \frac{v_1 v_2 - v_1^2}{a} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a_{12}}$$

$$\Rightarrow a_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} = \frac{2qU_1}{m \cdot 2d} = \frac{qU_1}{md}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = q(\varphi_2 - \varphi_1) = q_0 U_1$$

$$2) \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2) = qU_1$$

$$\varphi_1 = \frac{kq}{r}$$

$$F_{k \rightarrow r} = \frac{kqQ}{r^2}$$

$$\varphi_1 \cdot Q = \frac{kqQ}{r}$$

$$3) \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = q_0(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$EA \cdot r$$

$$\varphi_A = \frac{kq}{r}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 33 \\ \hline 132 \end{array}$$

$$EA = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{kq}{2d + \frac{3d}{4}} = \frac{4kq}{d} + \frac{8kq}{3d} - \frac{4kq}{11d} =$$

$$= \frac{132 + 11 - 12}{33} \frac{kq}{d} = \frac{131}{33} \frac{kq}{d}$$

$$\frac{mv_3^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2} = q(\varphi_2 - \varphi_A)$$

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!



1)

$1.7 = 1.7$

$X_1 + X_2 =$
 $= x = \frac{d}{\tan \theta} + \frac{b}{\tan \beta} = 1.7 \cdot \sin \alpha$

$\sin \theta \cdot 1.7 = 1.7 \cdot \sin \alpha \quad \frac{2}{1.7} = \sin \alpha$

$\alpha + \theta + 180^\circ - \alpha = 180^\circ$
 $\theta = \alpha + \alpha$
 $\sin \theta \cdot 1.7 = 1.7 \cdot \sin \beta$

$(\alpha = \theta)$

$\frac{1}{9+h}$

$d > \theta$

2) $\tan \alpha = \frac{x}{a+h}$
 $\tan \alpha = \frac{y}{b}$

$a+h-$

$\theta = d \left(1 - \frac{1}{1.7}\right) = \frac{0.7}{1.7} \alpha = \frac{7d}{17}$

$\frac{7d}{17} \cdot 1.7 = \sin \beta$

$\frac{7d \cdot 17 \cdot 10^{-8}}{17} = \sin \beta$

$\frac{7}{10} \alpha = \beta$

$\alpha \cdot (a+h) = b \cdot \beta$
 $b = \frac{\alpha}{\beta} (a+h) = \frac{7}{10} (a+h)$

$(b=?)$

$\tan \alpha = \frac{x}{a+h}$
 $\tan \alpha = \frac{d \cdot 10^{-8} + \frac{b}{\tan \beta}}{a+h}$

$1.7 - 1$

$\tan \alpha (a+h) = \frac{b}{\tan \beta}$
 $\left(\alpha \cdot \frac{7}{10} \alpha \cdot (a+h) = b \right)$

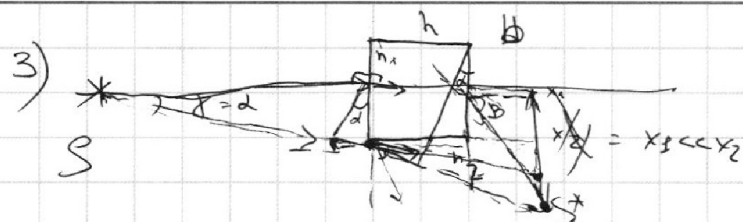
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\tan \beta = \frac{X_2}{b}$$

$$\beta \cdot b = f \cdot (h + a)$$

$$\tan \alpha = \frac{X_1}{a + h + b}$$

$$\begin{cases} f \cdot h = X_2 \\ f \cdot a = X_1 \end{cases}$$

$$b = \frac{2(a+h)}{\beta - \alpha}$$

$$\tan \beta \cdot b = \tan \alpha \cdot (a + h + b)$$

$$S = a + h + b =$$

$$= a + h + \frac{2(a+h)}{\beta - \alpha} =$$

$$\beta b = \alpha(a + h + b)$$

$$\tan \alpha = \frac{X_1}{a}$$

$$\beta b = \alpha(a + h + b)$$

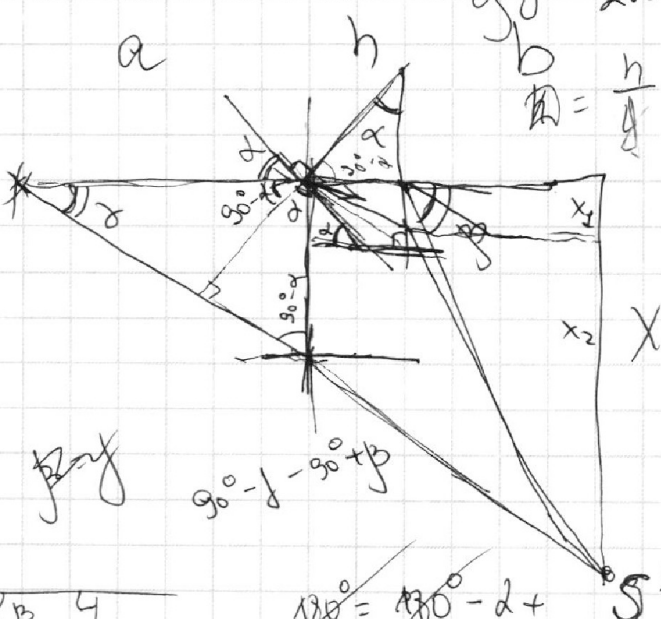
$$f^2 = \frac{h}{2a} = \frac{X_2}{2a}$$

$$\frac{f}{a+h} + \frac{f}{b} = \frac{f}{F}$$

$$\tan f = \frac{h}{2a}$$

$$\tan f = \frac{h}{2a}$$

$$\frac{h}{2a} = \frac{h}{f}$$



$$\tan \beta = \frac{X_2}{b}$$

$$\tan \alpha = \frac{X_1}{a}$$

$$\alpha = \frac{b \cdot \beta + d \cdot \alpha}{a + h + b + d}$$

$$\tan f = \frac{X_2}{h}$$

$$\tan g = \frac{X_1 + X_2}{a + h}$$

$$\tan \beta = \frac{X_1 + X_2}{a + h + b}$$

$$\alpha = 180^\circ - 90^\circ + \alpha - \beta = 90^\circ + \alpha - \beta$$

$$\begin{aligned} 180^\circ &= 180^\circ - \alpha + \\ &+ 90^\circ - \beta + \alpha \\ \alpha + \beta - 90^\circ &= \alpha \\ b &= \frac{f(a+h)}{\beta - \alpha} \end{aligned}$$

$$\beta \cdot b = f(a + h + b)$$



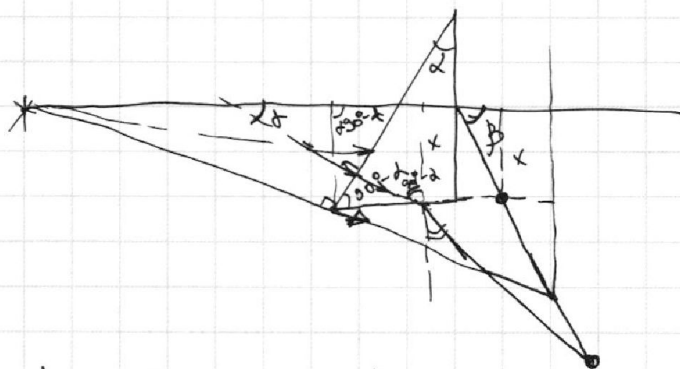
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$1,7 \cdot 8 = 1 \cdot \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} y &= \sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha \\ &= 1,7 \cdot \sin \alpha_{кр} \end{aligned}$$

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{8}{1,7} = \frac{80}{17}$$

$$1 \cdot 1 = 1,7$$

$$1,7 \sin \alpha_{кр} = \frac{1}{1,7} \cdot 1$$

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{10}{17}$$

$$1764 \overline{) 7}$$