

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

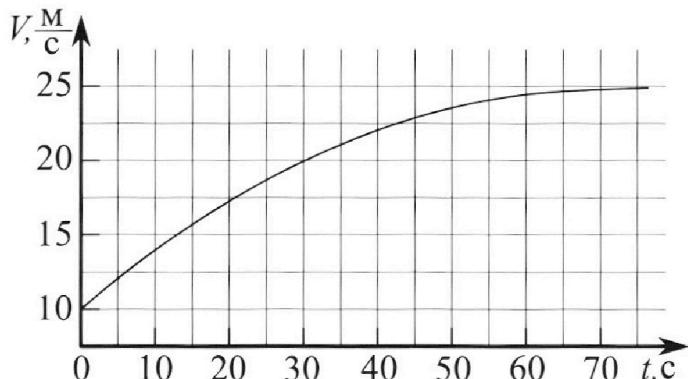


*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**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 точно сть численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



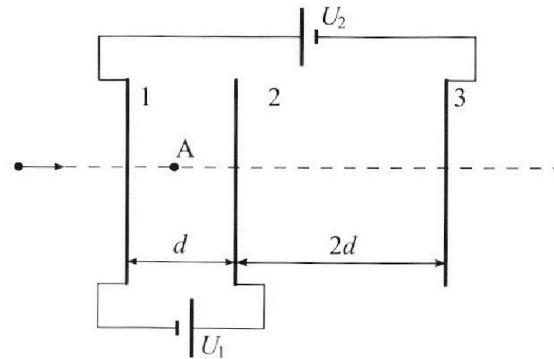
**2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kp$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 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

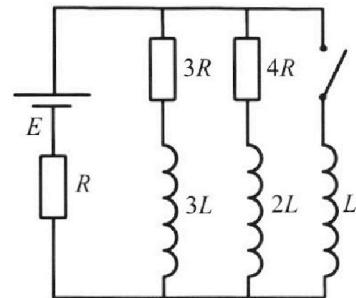
## Вариант 11-03

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

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

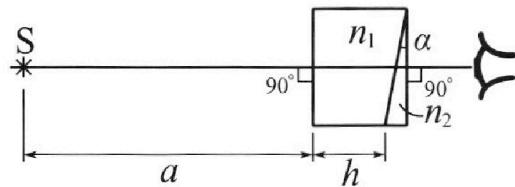
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

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.



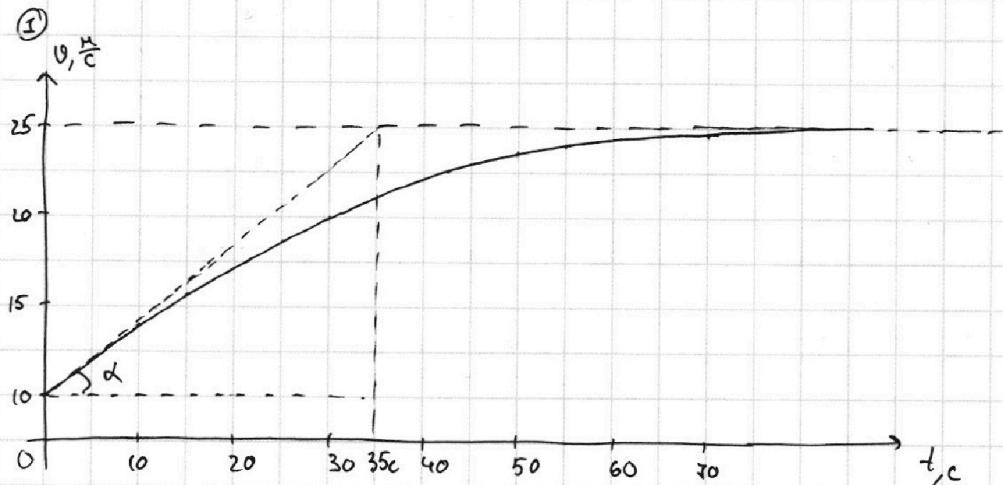
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

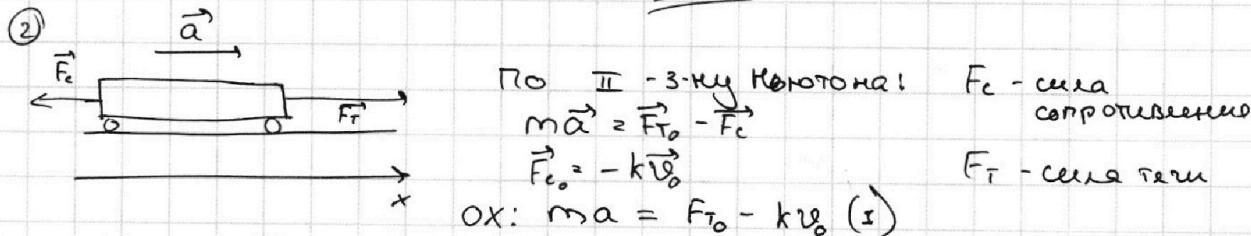
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$a = \frac{dV}{dt} = V' \Rightarrow \text{тангенс наклона угла касательной} = \text{графику}$$

$V(t)$  в начальный момент времени - ускорение в начальный момент времени

$$\tan \alpha = \frac{(25-10) \frac{\text{м}}{\text{с}}}{35 \text{ с}} = \frac{15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{35 \text{ с}} = \frac{3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{7 \text{ с}} = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = a_0 \approx 0,43 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



При  $V = V_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{const}$

$$a = 0 \Rightarrow \vec{F}_T - \vec{F}_{c1} = 0 \quad (2) \rightarrow (1): ma_0 = F_{T0} - \frac{F_{T0}}{V_0} \cdot V_0$$

$$\vec{F}_{T0} = \vec{F}_{c1}$$

$$ma_0 + \frac{F_{T0}}{V_0} \cdot V_0 = F_{T0}$$

$$\text{OX: } F_{T0} = kV_0 \Rightarrow k = \frac{F_{T0}}{V_0} \quad (2)$$

$$F_{T0} = 1500 \text{ кН} \cdot \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{600 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 885 \text{ Н}$$

$$(3) P_0 = |F_0|V_0 \cdot \cos \alpha = F_0 V_0$$

$$P_0 = 885 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8,85 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$F_{0T} \approx 885 \text{ Н}$$

Ответ: 1)  $a = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  2)  $P_0 = 8,85 \text{ кВт}$

$$2) F_0 = 885 \text{ Н}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

He
CO <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub>

$$\Rightarrow P_0 \cdot \frac{V}{2} = D_{He} R T_0$$

ур - ие Менделеева

$$2) P_0 \cdot \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = D_{CO_2(\text{раз})} R T_0$$

Карбонат в математике

$$(1) : (2) \Rightarrow \frac{P_0 V / 2}{P_0 V / 4} = \frac{D_{He}}{D_{CO_2(\text{раз})}} = 2 \Rightarrow \boxed{\frac{D_{He}}{D_{CO_2}} = 2}$$

② В конце нагрева где He над горшком

$$\begin{cases} P \frac{V}{5} = D_{He} R T, \text{ где } P - \text{ новое давление} \\ P_0 \frac{V}{2} = D_{He} R T_0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{P}{P_0} = \frac{5}{2} \frac{T}{T_0}}$$

Бога осталась жидким, весь CO<sub>2</sub> вышел из воды

Пусть в воде было  $D_{CO_2(\text{раз})} = \Delta D$

$$P_0 \text{ з-ки Гейри: } \Delta D = k \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k V P_0}{4} \quad \Rightarrow \quad D_{CO_2} = D_{CO_2(\text{раз})} + \Delta D$$

$$D_{CO_2(\text{раз})} = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$P \cancel{V_{CO_2}} \quad P V_{CO_2} = D_{CO_2} R T - \text{ в конце}$$

$$V_{CO_2} = \left( V - \frac{V}{5} \right) - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V; \quad D_{CO_2} = D_{CO_2(\text{раз})} + \Delta D = \frac{k V P_0}{4} + \frac{P_0 V}{4 R T_0} \quad \left\{ \text{з} \right.$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} V = \left( \frac{k V P_0}{4} + \frac{P_0 V}{4 R T_0} \right) R T \quad \Rightarrow \quad \frac{44}{20} \frac{P}{P_0} = k R T + \frac{T}{T_0} \quad \left\{ \text{з} \right.$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{5}{2} \frac{T}{T_0}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{44}{20} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{T_0}}{2} = k R T$$

$$D_{H_2O} = \frac{M_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{P_{H_2O} \cdot V}{M_{H_2O}}$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = k R T$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2 k R T}{9} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{ж} \cdot \text{с}}{\text{моль} \cdot \text{Ра}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{ж}}}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ: } \Rightarrow \frac{D_{He}}{D_{CO_2}} = 2$$



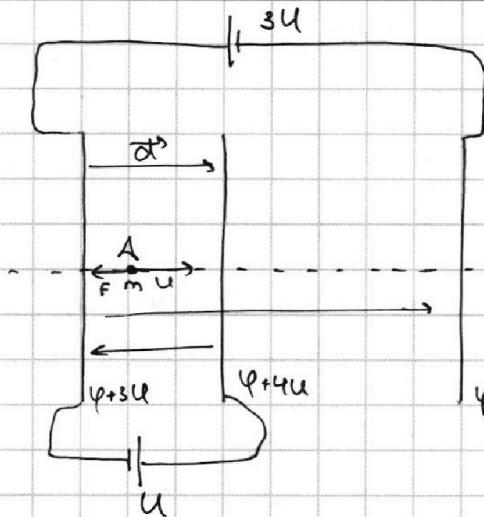
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



$$\vec{E}_A = \vec{E}_{21} + \vec{E}_{31} \Rightarrow E_A = E_{21} - E_{31}$$

$$|\vec{E}_{21}| = \frac{\Delta \varphi_{21}}{d} = \frac{U}{d} \quad E_A = E_{21} - E_{31}$$

$$|\vec{E}_{31}| = \frac{\Delta \varphi_{31}}{3d} = \frac{3U}{3d}$$

$$E_A = \frac{\Delta \varphi}{d} = \frac{U}{d}$$

$$q\vec{E}_A = m\vec{a} \rightarrow \text{II зи законона}$$

$$\vec{F}_3 = \vec{E}_A \cdot q$$

$$(2) \Delta K = A_{\text{kin}} = |\vec{F}_3| \cdot |\vec{a}| \cdot \cos \alpha$$

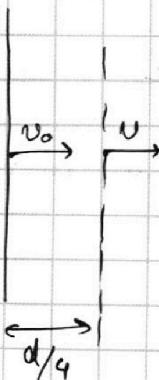
$$K_2 - K_1 = - \vec{E}_A \cdot q \cdot d$$

$$OX: -qE_A = -ma \Rightarrow a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{dm}$$

$$K_1 - K_2 = E_A \cdot q \cdot d = \frac{U}{d} \cdot q \cdot d = Uq$$

$$[K_1 - K_2 = Uq]$$

(3)



$$K_1 - K_2' = \frac{Uq}{d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{Uq}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{Uq}{4} \Rightarrow m(v_0^2 - v^2) = \frac{Uq}{2}$$

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

$$\text{ОБСЛ}: 3) a = \frac{qU}{dm}$$

$$3) v = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

$$2) K_1 - K_2' = Uq$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

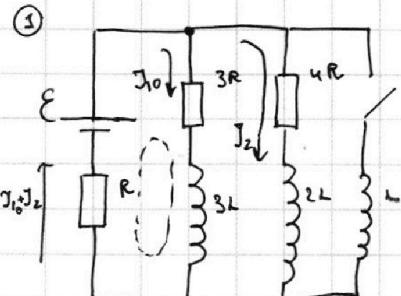
решение которой представлено на странице:



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



$$\text{В установившемся режиме } J_{3L} = \text{const} \quad \left\{ \begin{array}{l} J_{3L} = \text{const} \\ J_{2L} = \text{const} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\Rightarrow L \frac{dJ_{3L}}{dt} = 0 \quad \left| \begin{array}{l} \\ \Rightarrow E_{3L} = 0 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$L \frac{dJ_{2L}}{dt} = 0 \quad \left| \begin{array}{l} \\ \Rightarrow E_{2L} = 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

Пусть через резистор  $3R$  течёт ток  $J_{10}$ ,  
а через резистор  $4R$  ток  $J_2$ , тогда

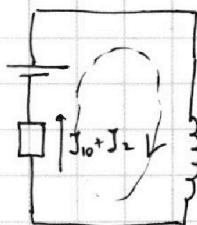
$$\text{По пр-му Кирхгоффа: } E = (J_{10} + J_2)R + 3R \cdot J_{10} \quad (1)$$

$$\text{При параллельном соединении: } 3R \cdot J_{10} = J_2 \cdot 4R \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1): E = \left( \frac{3}{4} J_{10} + J_{10} \right) R + 3R \cdot J_{10} = \frac{7}{4} J_{10} \cdot R + 3R \cdot J_{10}$$

$$J_{10} = \frac{E}{\left( \frac{7}{4} + 3 \right) R} = \frac{4E}{19R} \Rightarrow \boxed{J_{10} = \frac{4E}{19R}}$$

② Сразу после замыкания ключа:  $J_L = 0$

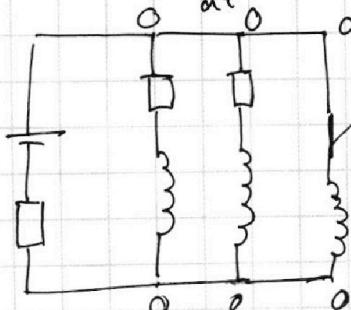


$$\text{По пр-му Кирхгоффа: } E - L \frac{dJ_L}{dt} = (J_{10} + J_2)R$$

$$E - L \frac{dJ_L}{dt} = \frac{3}{19} \frac{E}{R} \cdot R$$

③ Когда режим установится:

$$E_{i_L} = 0 \Rightarrow \frac{dJ_L}{dt} = 0 \Rightarrow J_L = \text{const} \Rightarrow J_L = 0 - \text{тока в цепи нет.}$$



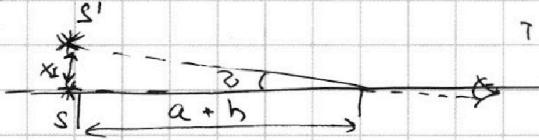
$$j_L = \frac{dJ_L}{dt} = \boxed{\frac{16}{19} \frac{E}{L} = \frac{dJ_L}{dt}}$$

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

При введении призмы изображение будет смещаться на угол  $\beta$ .

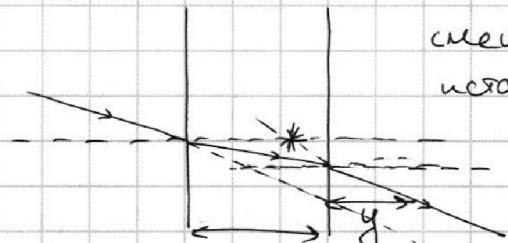


т.к.  $\beta$  очень мал

$$\tan \beta \approx \sin \beta = \beta$$

$$\text{Тогда } x_1 = (a+h)\beta = (90+14) \text{ см} \cdot 0,07 = \underline{\underline{7,28 \text{ см}}}$$

При введении призмы тончайшей  $h$  изображение

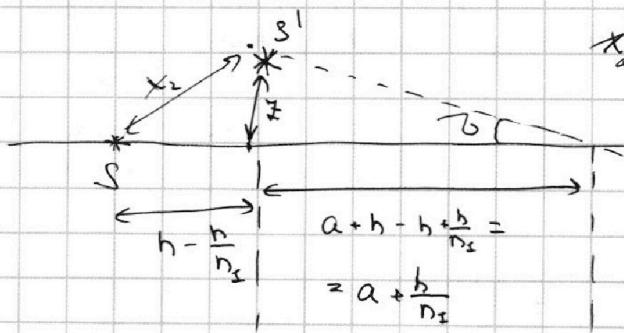


смещается на  $y$  вправо относительно источника

$$y = h - \frac{h}{n}$$

Тогда при призме из пластика изображение "предвигнется" на величину  $y = h - \frac{h}{n}$  и

$$\text{поворнётся на угол } \beta: z = \left(a + \frac{h}{n}\right) \sin \beta \approx \left(a + \frac{h}{n}\right) \beta \approx (90+10) \cdot 0,07 =$$



$$z^2 = (x_1^2 + (h - \frac{h}{n})^2)^{1/2} = \underline{\underline{7 \text{ см}}}$$

по т. Гипатора:

$$\begin{aligned} x_2 &= \sqrt{z^2 + (h - \frac{h}{n})^2} = \\ &= \sqrt{(7 \text{ см})^2 + ((94 - \frac{14}{1,4}) \text{ см})^2} = \\ &= \sqrt{7^2 + 4^2} \text{ см} = \sqrt{65} \text{ см} \approx 8,1 \text{ см} \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $\beta = 0,07 \text{ rad}$

$$2) x_1 = 7,28 \text{ см}$$

$$3) x_2 = \sqrt{65} \text{ см} \approx 8,1 \text{ см}$$



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

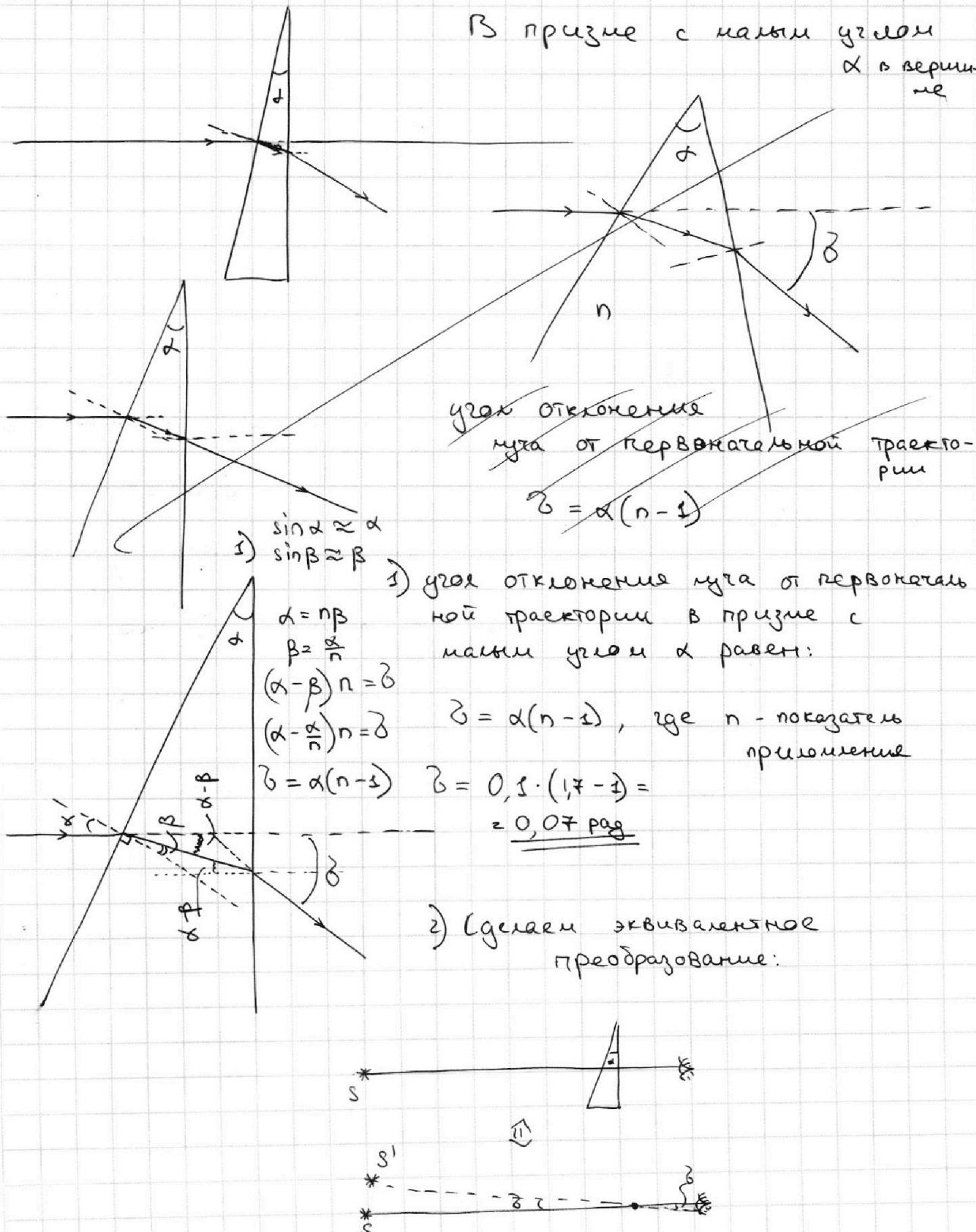
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

① При  $n_s = 3$  можно считать, что призма I нет



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!

$$\left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4}\right)P = (0 + 2)RT$$

$$\frac{9}{20}PV = \left(\frac{P_0 \cdot V}{R T_0} + k \cdot \frac{V}{4} \cdot P_0\right) \cdot RT$$

$$\frac{9}{20}PV = \frac{P_0 V}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k V P_0}{4} \cdot RT$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{P_0}{P_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k}{4} \cdot RT$$

$$\frac{44}{20} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT$$

$$\frac{44}{50} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT$$

$$\frac{4}{5}V \cdot P = \left(\frac{P_0 V}{4RT_0} + \frac{k V P_0}{4} + \frac{P_0 V}{P_0 \cdot 4M}\right) RT$$

$$\frac{4}{5} \frac{P}{P_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k}{4} RT + \frac{P \cdot RT}{4M \cdot P_0}$$

~~$$\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{16}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT + \frac{P \cdot RT}{4P_0}$$~~

$$q_1 = \left( \frac{32}{25} - \frac{25}{25} \right) \frac{T}{T_0} = \left( k + \frac{P}{M \cdot P_0} \right) RT \quad \frac{1000}{18 \cdot \frac{2}{5} \cdot 10^5 \text{Pa}} \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\dot{E} = 3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_{11} + \dot{q} \quad \frac{7}{25} \cdot \frac{T}{T_0} = \left( 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{ж/кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{Pa}} + \frac{10 \cdot 2}{18} \frac{\text{ж/кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{Pa}} \right) \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\dot{E} = 3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_{11} + (\dot{q}_1 + \ddot{q}_2) R$$

$$3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_{11} = L\ddot{q} \quad \frac{7}{25} \frac{T}{T_0} = 1,5 +$$

$$1500 \cdot \frac{3}{7} = \frac{21}{49} = \frac{42}{98} \approx \frac{42}{100} = \frac{22}{50}$$

$$L \frac{dI_L}{dt} = \dot{E} - JR$$

$$\dot{E} = \dot{E} = J_1 \cdot 3R + 3L \frac{dI_L}{dt} + JR(J_1 + J_2)P$$

$$\dot{E} = L \frac{dI_L}{dt} - JR$$

$$\frac{\dot{E} - JR}{L}$$

$$\begin{aligned} & \frac{dI_L}{dt} + \frac{3R}{L} I_L = \frac{15}{43} \\ & \frac{dI_L}{dt} + \frac{3R}{L} I_L = \frac{60}{645} \\ & \frac{dI_L}{dt} + \frac{3R}{L} I_L = \frac{240}{885} \end{aligned}$$

0

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

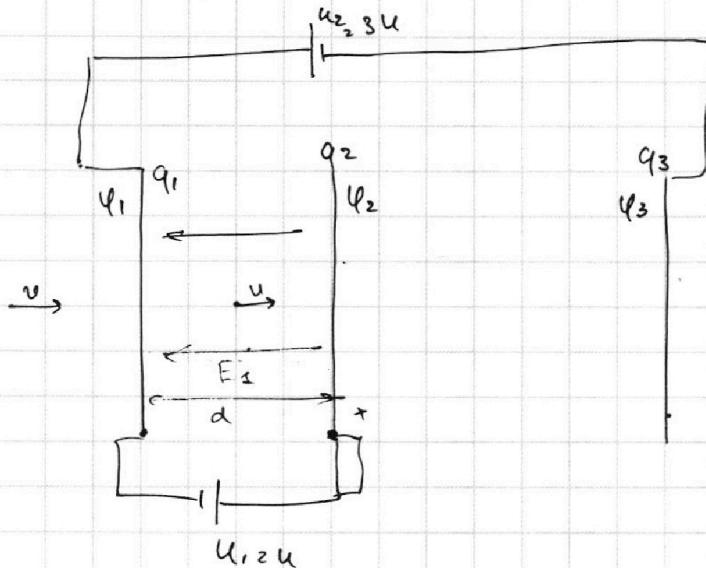
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 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!



$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 3U$$

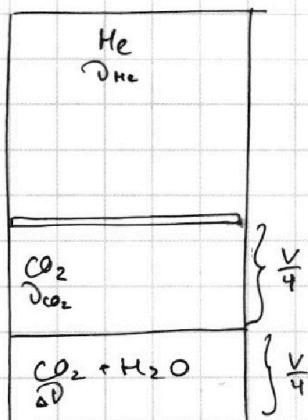
$$E = \frac{U}{d}$$

$$E_1 q = m a$$

$$a = \frac{E_1 q}{m} \quad \boxed{a = \frac{U q}{d}}$$

$$U = E_1 d \quad U q = \Delta K$$

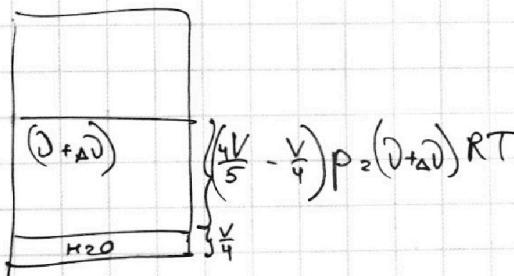
$$A = \Delta E_K \quad U q = \Delta E_K$$



$$1) \quad p_0 \frac{V}{2} = \rho_{He} R T_0 \\ p_0 \cdot \frac{V}{4} = \rho_{CO_2} R T_0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho_{He} / \rho_{CO_2} = 2 \\ 0 \end{array} \right.$$

$$2) \quad \left. \begin{array}{l} \frac{V}{5}, \rho_{He}, P \\ \frac{4V}{5} (\rho_{CO_2}) \\ \rho_{H_2O} \end{array} \right| \quad \left. \begin{array}{l} p_0 \frac{V}{2} = \rho_{He} R T_0 \\ p_0 \frac{V}{5} = \rho_{He} R T \\ \frac{4}{5} V \cdot P = (\rho_{CO_2} + \Delta \rho + \rho_{H_2O}) \cdot RT \\ \rho_{H_2O} = \frac{\rho_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{\rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O}}{M_{H_2O}} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} p_0 = \frac{5}{2} \frac{T_0}{T} \\ P = \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} \\ \frac{4}{5} V \cdot P = \left( \frac{p_0 V}{4 R T_0} + k p_0 \cdot \frac{V}{4} + \frac{\rho_{H_2O} \cdot V}{4 M_{H_2O}} \right) R T \end{array} \right.$$

$$\frac{\mu_{He}}{\mu_{H_2O}} \cdot \left( \frac{\mu_{H_2O}}{\mu^3 \cdot P_0} + \frac{\mu_{He}}{\mu^3} \right)$$



$$\frac{4}{5} \cancel{P_0} = \frac{4}{5} P = \frac{p_0}{4} \frac{T}{T_0} + k p_0 \cdot \frac{V}{4} + \frac{\rho_{H_2O} \cdot R T}{4 M_{H_2O}}$$

$$\frac{4}{5} \frac{P}{P_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k}{4} R T + \frac{\rho_{H_2O}}{4 M_{H_2O}} \cdot R T$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \left( \frac{k M_{H_2O} + \rho_{H_2O}}{4 M_{H_2O}} \right) R T$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} = \frac{373}{298} \cdot \frac{2}{5}$$

$$1 \frac{7}{30} \cdot \frac{373}{298} \cdot \frac{2}{5} = \frac{37}{35} = \frac{P}{P_0}$$

$$P = \frac{37}{75} P_0$$

$$(0,32 - 0,25) \frac{T}{T_0} = 3 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{4} + \right)$$



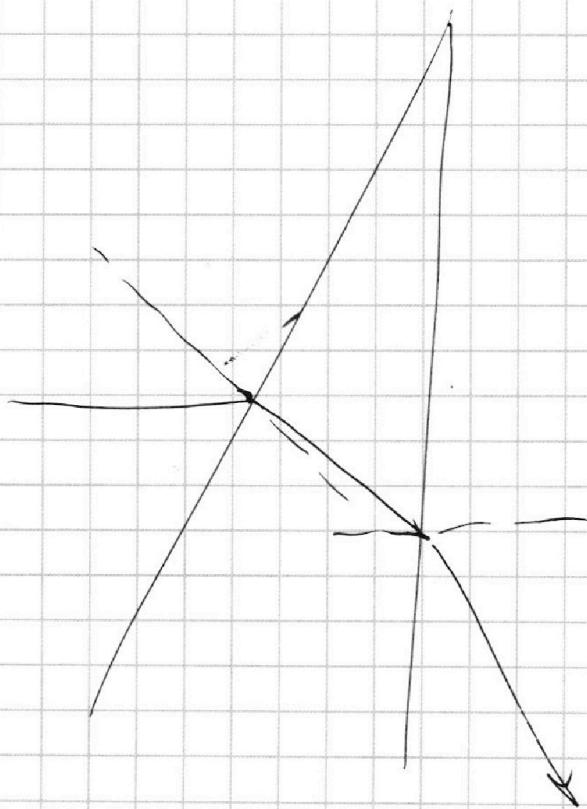
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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"/> |

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

**МФТИ**





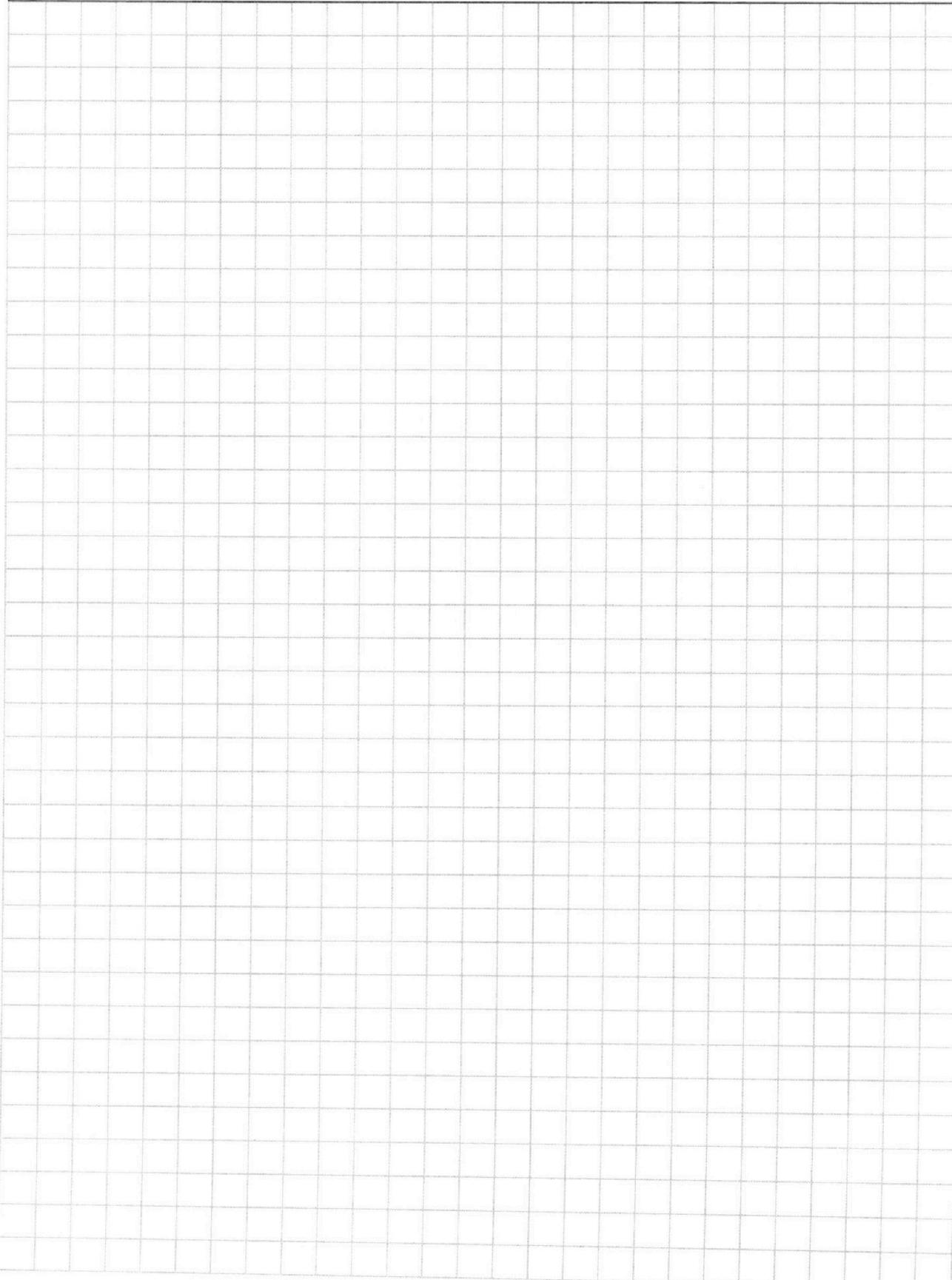
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





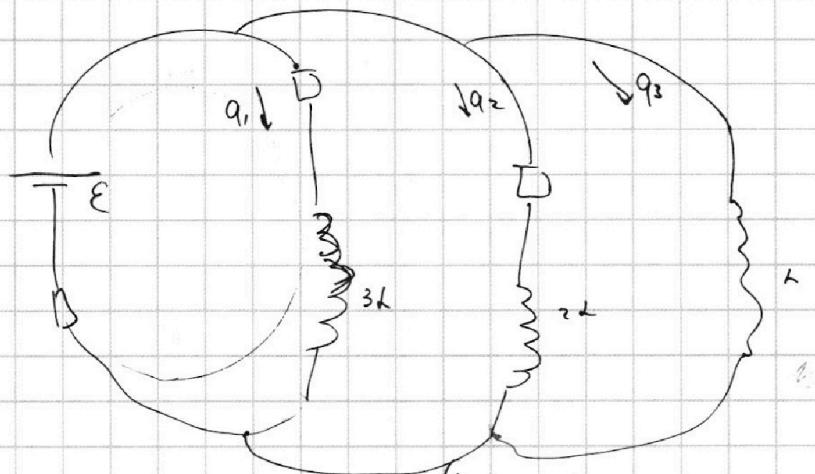
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\dot{q}_1 \sim \dot{q}_3$$

$$\mathcal{E} = \frac{(dq_1 + dq_2 + dq_3)}{dt} (\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3) \cdot R + q_1 \cdot 3R + 3L \cdot \dot{j}_1$$

$$\mathcal{E} = 4R \dot{q}_1 + j_1 \cdot 3L + (\dot{q}_2 + \dot{q}_3) R$$

$$\mathcal{E} = 5R \dot{q}_2 + R(\dot{q}_2 + \dot{q}_3) + j_2 \cdot 2L$$

$$\mathcal{E} = (\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3) R + j_3 \cdot L$$

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

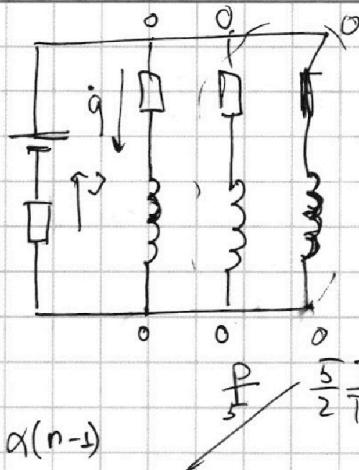
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 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!



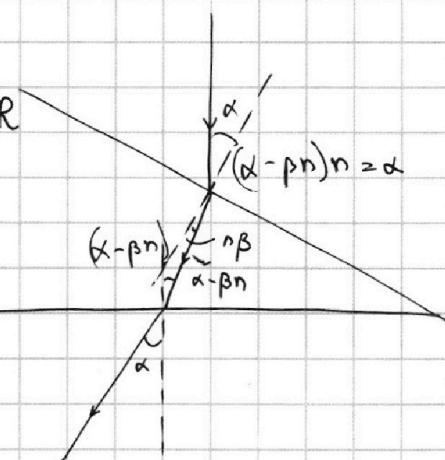
$$J_A = 0$$

$$\mathcal{E} = L \frac{dJ}{dt} + JR$$

$$\frac{\mathcal{E} - JR}{L} = \frac{dJ}{dt}$$

$$3R \frac{dq}{dt} = L \frac{dJ}{dt}$$

$$3Rq = LJ$$



Ke
$\frac{V}{4}, \text{CO}_2, P_0$
$\uparrow \text{CO}_2$
$\cancel{\text{H}_2\text{O}} + \text{CO}_2$

$\frac{V}{5} \text{ Ke}$
$\uparrow \text{P}$

$$q = 0$$

$$\begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = \text{DRT}_0 \\ P_0 \frac{V}{5} = \text{DRT} \end{cases}$$

$$\Delta D = k \cdot P_{\text{CO}_2} \cdot \omega = k \cdot P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4}$$

$$\textcircled{1} \quad P_0 \frac{V}{2} = \text{DRT}_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \text{D}_{\text{CO}_2(n)} \cdot \text{RT}_0$$

$$\textcircled{2} \quad \text{D}_{\text{CO}_2} = \frac{\text{D}_{\text{ke}}}{2}$$

$$\textcircled{2} \quad \begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = \text{DRT}_0 \\ P_0 \frac{V}{5} = \text{DRT} \end{cases} \quad \text{give Ke}$$

$$\text{give CO}_2: \quad P_{\text{CO}_2} \frac{4V}{5} = (0_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \text{RT}$$

$$P \cdot \frac{4V}{5} = (0 + \Delta D) \cdot \text{RT} \quad \text{?}^2 + 4^2$$

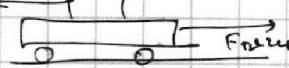
$$P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{4V}{5} = (0_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \text{RT}$$

$$14 - \frac{14}{14} = 4$$

$$\frac{P_0 \frac{V}{2}}{P_0 \frac{V}{5}} = \frac{T}{T_0}$$

$$kV$$

$$P \cdot \frac{4V}{5} = \cancel{2} \cancel{k} \cancel{\text{RT}} + \cancel{k} P_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot \text{RT}$$



$$ma = F_{\text{extern}} - \cancel{k} \cancel{V}$$

?

$$V = \text{const} \Rightarrow a = 0$$

$$F_{\text{extern}} = V \cdot k \Rightarrow k = \frac{F_{\text{extern}}}{V}$$

$$ma = F_{\text{extern}} - \frac{F_0}{V} \cdot V$$

$$ma = F_{\text{extern}} \left( 1 - \frac{V_0}{V} \right)$$

$$F_0 \cdot V_0 = P_0$$



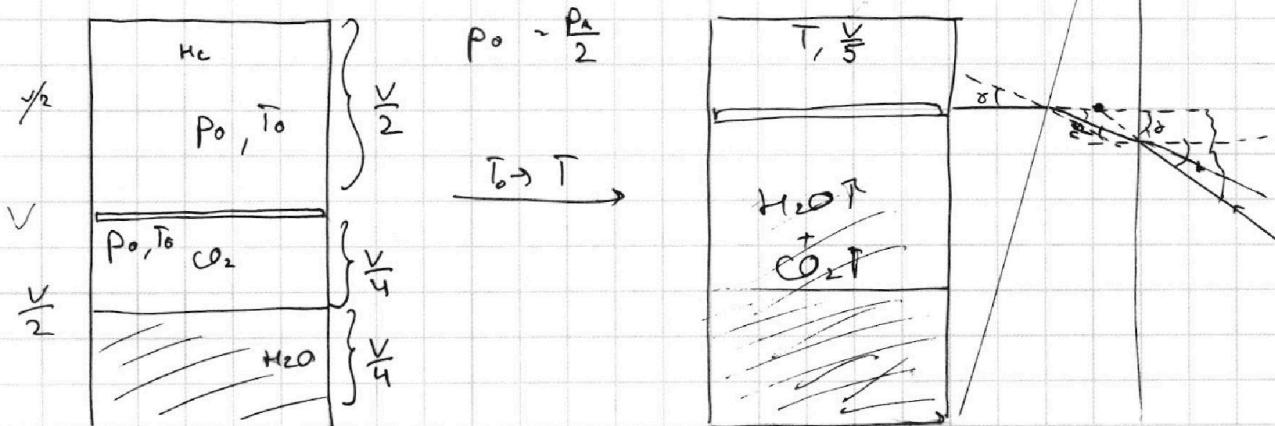
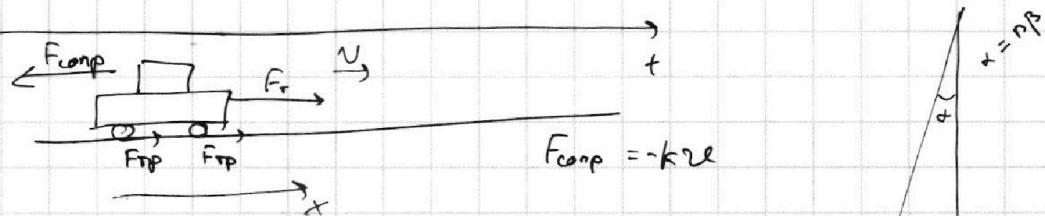
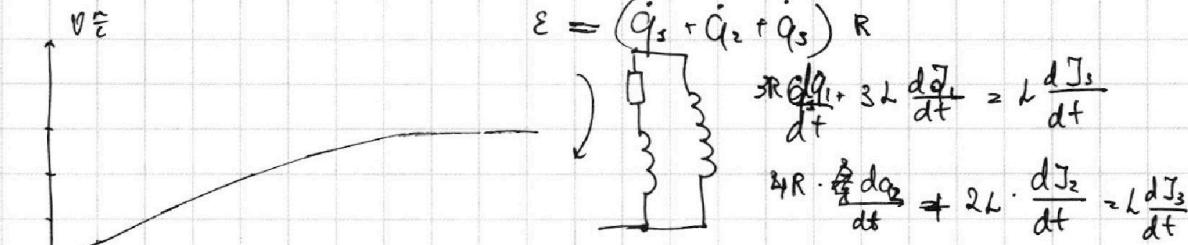
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

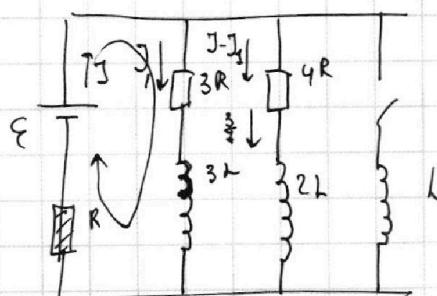


$$\Delta V = k P w$$

$$P_0 \frac{V}{2} = \gamma_{H_2} R T_0$$

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\mu^3 \cdot \text{Па}}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \gamma_{CO_2} \cdot R T_0$$



$$\begin{aligned} E &= 3R(J_1) + RJ \\ E &\equiv (J_1 - J_2) 3R \\ J_1 3R &= 4R(J_1 - J_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= 3R \cdot \frac{1}{3} J_1 + J_1 - 3R = 4RJ_1 - 4RJ_1 \\ &+ R \cdot \frac{3}{4} J_2 = 7RJ_1 = 4RJ_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= \frac{19}{4} R J_1 \\ J_1 &= \frac{E \cdot 4}{19 R} \end{aligned}$$

$$J_1 = \frac{4}{7} J \Rightarrow J = \frac{7}{4} J_1$$