



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



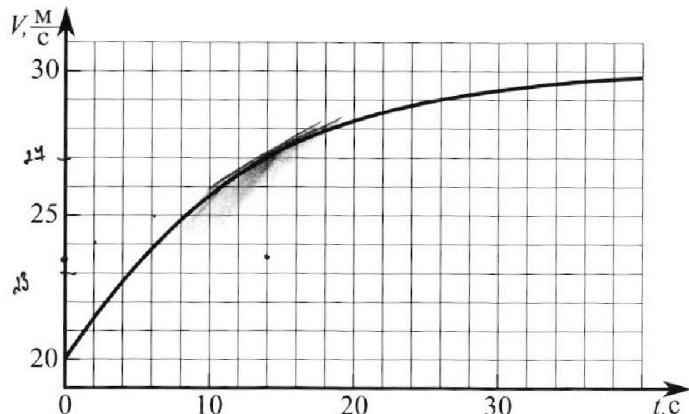
## Вариант 11-02

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  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  $F_k = 405$  Н.

- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

Треугольная точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.



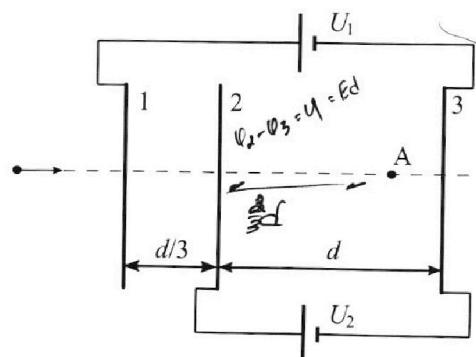
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагревали до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p v$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  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 конечное давление в сосуде  $P$ . 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  $U_1 = 2U$  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  $2d/3$  от сетки 2.



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 11-02**

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

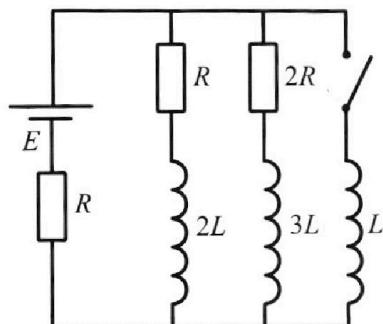
- 4) Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

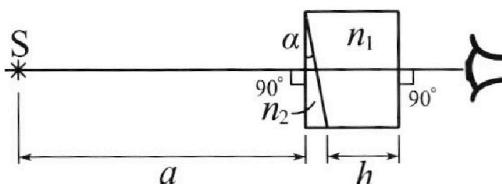
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

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  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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"/> |

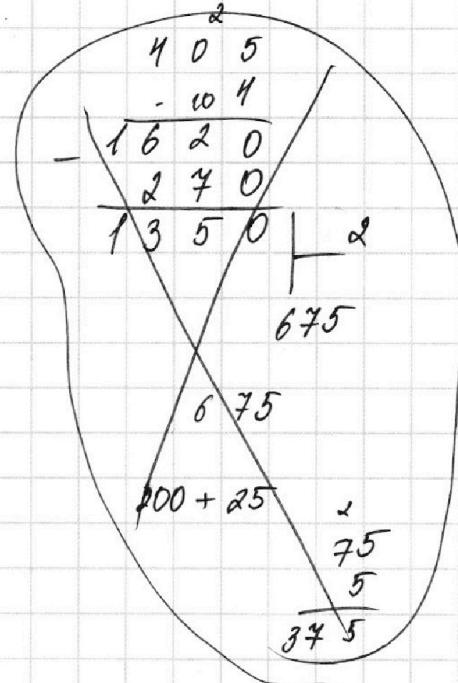
МФТИ

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

$$= \frac{15 \cdot 7 \cdot 1350}{27 \cdot 2 \cdot 7}$$

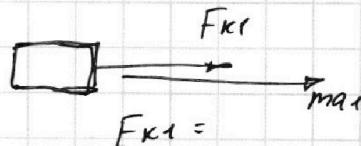
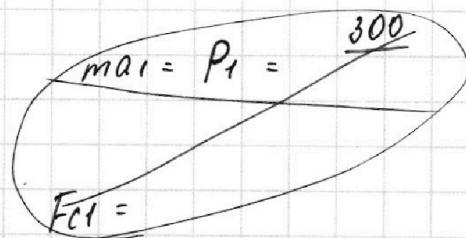
$$= \frac{15 \cdot 675}{27} = \frac{5 \cdot 675}{9} =$$

$$= \frac{5 \cdot 225}{3} = 75 \cdot 5 = 375 \text{ N}$$



школьности на разбор.

$$3) P = F \cdot v$$



$$\frac{P_1}{V_1} = m_{\text{air}}$$

$$P_1 = \frac{m_{\text{air}}}{V_1}$$

$$P = F_k \cdot V_k = 405 \cdot 30$$

$$\delta = \frac{P_1}{P} = \frac{375 \cdot 3 \cdot 9}{105 \cdot 30} = \frac{9}{10} \cdot \frac{375}{105} = \frac{15}{18}$$

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!

В конце района

(2)

$$F_c = F_{cnp}.$$

$$\frac{P}{V_k} = \text{коэф. } F_k.$$

$$P = \frac{F_k \cdot V_k \cdot 405}{V_k \cdot 30} \rightarrow F_k \cdot V_k$$

$$m \cdot a_1 = F_{k1} - F_{c1}$$

$$m \cdot a_1 = \frac{P}{V_1} - F_{c1}$$

$$\text{знач} \quad F_{c1} = \frac{P}{V_1} - m \cdot a_1 = \frac{F_k \cdot V_k}{V_k \cdot V_1} - m \cdot a_1$$

$$F_{c1} = \frac{405 \cdot 30}{27} - 300 \cdot 0,25 = \frac{405 \cdot 30}{27} - \frac{300}{4} \quad (27)$$

$$F_{c1} = \frac{405 \cdot 30 \cdot 4 - 30 \cdot 10 \cdot 27}{27 \cdot 4} = \frac{30(405 \cdot 4 - 270)}{27 \cdot 4}$$

$$F_{c1} = 345 \text{ Н}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

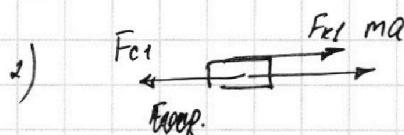
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

1)  $a = \tan \alpha$  у меня получилось :

$$\tan \alpha = \frac{27 - 23,5}{14} = \frac{3,5}{14} \approx 0,25 \text{ см/с}^2$$



$$ma = F_k - F_{\text{comp}}$$

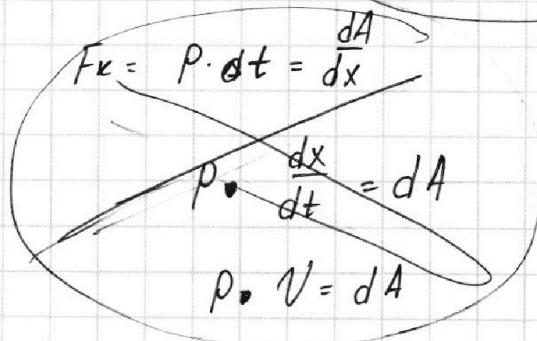
конце тумб. падения.

$a \approx 0$

$$V \propto 30 \frac{\text{с}}{\text{с}}$$

$$F = kV$$

$$k = \frac{F}{V} = \frac{405}{30}$$



$$F_k \cdot dx = dA$$

$$F_k \cdot dx = P \cdot dt$$

$$F \cdot V = P$$

$$F = \frac{P}{V}$$

$$P = \text{const}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

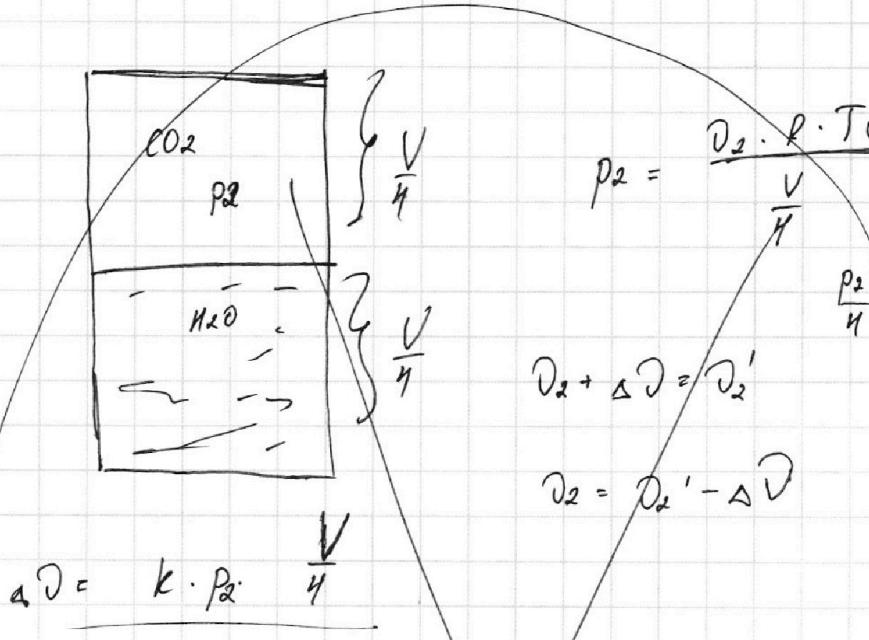
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$p_2 = \frac{\bar{D}_2 \cdot k \cdot T_0}{\frac{V}{4}}$$

$$\frac{p_2 V}{4} = \bar{D}_2 R T_0$$

$$\bar{D}_2 + \Delta \bar{D} = \bar{D}'_2$$

$$\bar{D}_2 = \bar{D}'_2 - \Delta \bar{D}$$

$$\Delta \bar{D} = k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4}$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = (\Delta \bar{D} + \bar{D}'_2) R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = k \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0 + p_2 + \bar{D}'_2 \cdot R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = (\bar{D}'_2 - \Delta \bar{D}) R T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = \bar{D}'_2 R T_0 - \Delta \bar{D} R T_0 = \bar{D}'_2 R T_0 - k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} + k \cdot p_2 \cdot \frac{V}{4} \cdot R \cdot T_0 = \bar{D}'_2 R T_0 / : R T_0$$

$$\frac{p_2 \cdot V}{4 R T_0} + \frac{k \cdot p_2 \cdot V}{4} = \left[ \bar{D}'_2 = \frac{p_2 V}{4} \left( \frac{1}{R T_0} + k \right) \right]$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

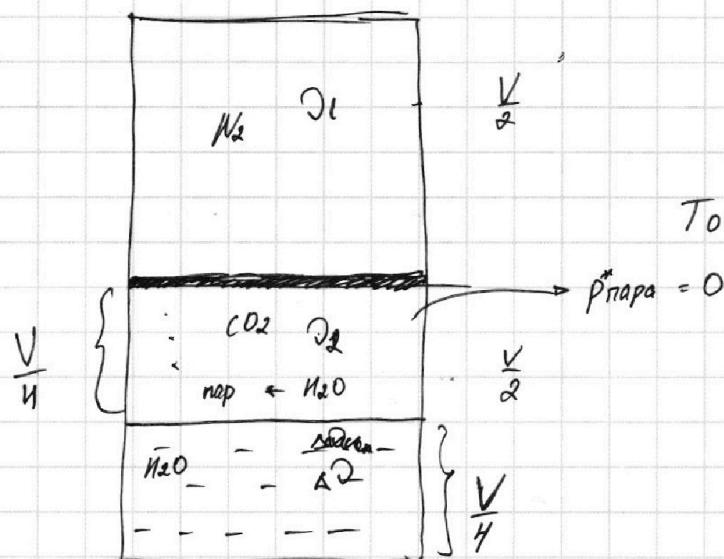
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

№2

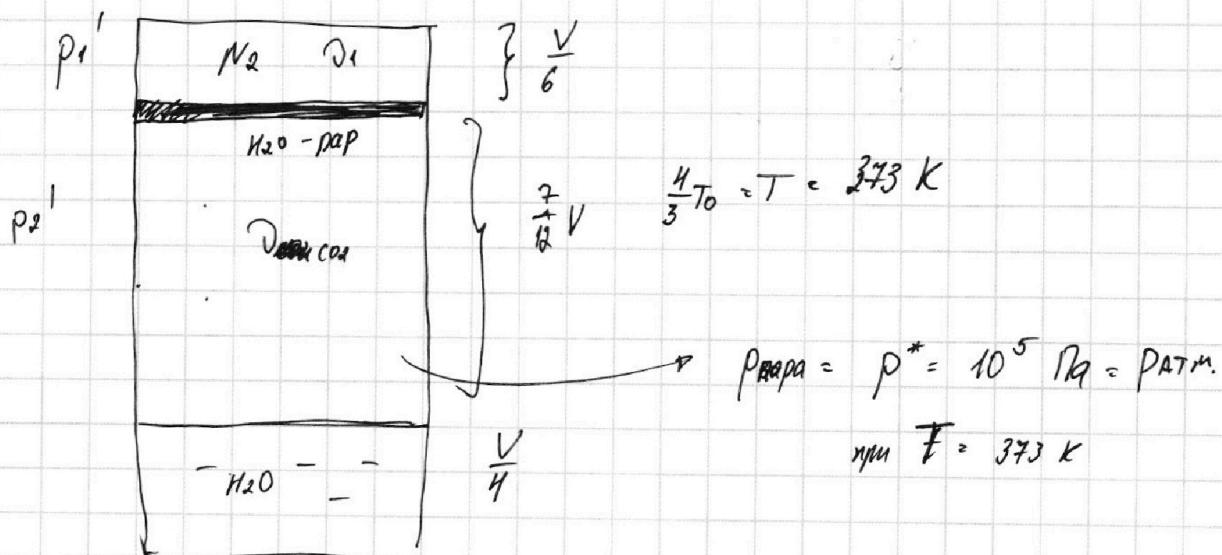
(1)



$$T_0 = \frac{3}{4} \cdot 373 \text{ K}$$

$$T_0 \approx \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot 100 \text{ K} =$$

$$\approx 100 \cdot 3 = 300 \text{ K} \approx T_{\text{комн.}} \\ \approx 27^\circ\text{C}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



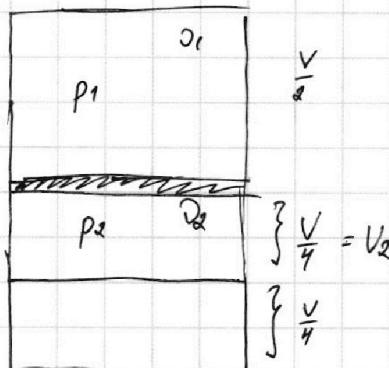
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

$$P_1 \cdot \frac{V}{2} = P_1 R T_1$$

(2)



$$\rho_1 = \rho_2$$

$$\frac{2 \rho_1 R T_0}{V} = \frac{\rho_2 R T_0}{V}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V}{2} = V_2 \\ \frac{V}{4} \end{array} \right.$$

$$\rho_1 = \rho_2$$

$$\left[ \frac{\rho_1}{\rho_2} = 2 \right]$$

$$\rho_2 = \frac{P_2 V_2}{R T_0}$$

$$\rho_2' = \rho_2 + \rho_2$$

$$\lambda \cdot \rho = k \cdot P_2 \cdot V_2$$

paralell

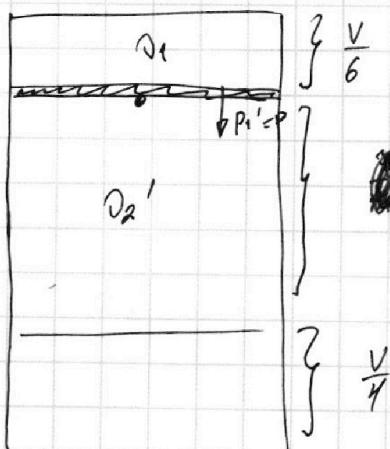
$$\rho_2' = k p_2 V_2 + \frac{P_2 V_2}{R T_0} = P_2 V_2 \left( k + \frac{1}{R T_0} \right)$$

$$\rho_2' = P_2 \cdot \frac{V}{4} \left( k + \frac{1}{R T_0} \right)$$

$$\rho_2' = \left( \frac{P_2 V}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \left( k + \frac{1}{R T_0} \right)$$

$$\rho_1 \cdot R \cdot T_0 \cdot \frac{1}{2} \left( k + \frac{1}{R T_0} \right)$$

$$\rho_2' = \frac{\rho_2}{2} \cdot \left( k R T_0 + 1 \right)$$



$$\frac{7}{12} V = V_2'$$

$$P_2' = \frac{\rho_2' \cdot R \cdot T}{V_2'}$$

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_1' \cdot \frac{V}{6}}{\frac{2}{3} T_0}$$

$$V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = \frac{1}{24} V$$

$$\sim \frac{7}{12} V$$

$$\frac{P_1}{2} = P_1 \frac{3}{24} = P_1' \cdot \frac{1}{8}$$

$$P_1' = 4 P_1$$

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!

*Q1*

$$D_1 \cdot \frac{V}{2} = D_1 R T_0$$
$$D_1 = \frac{P_1 V}{2 R T_0} = \frac{P_2 V}{2 \cdot R T_0}$$

$$D_2' = D_2 R T_0 \cdot \left( \frac{1}{R T_0} + k \right) = D_2 (1 + k R T_0)$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2 \rightarrow D_2 = \frac{D_1}{2}$$

$$D_2' = \frac{D_1}{2} \cdot (1 + k R T_0)$$

80

$$\frac{8}{10} \cdot \frac{375}{105} = \frac{75}{81} \cdot \frac{9}{10} =$$

$$\frac{105}{5} = 81$$

$$\frac{375}{5} =$$

$$15 + 60$$

$$45$$

$$350$$

$$15$$

$$2$$

$$15$$

$$\frac{45 \cdot 9}{81 \cdot 10} = \frac{15 \cdot 9 \cdot 5 \cdot 15}{81 \cdot 2} = \frac{15}{9 \cdot 2} = \frac{15}{18}$$

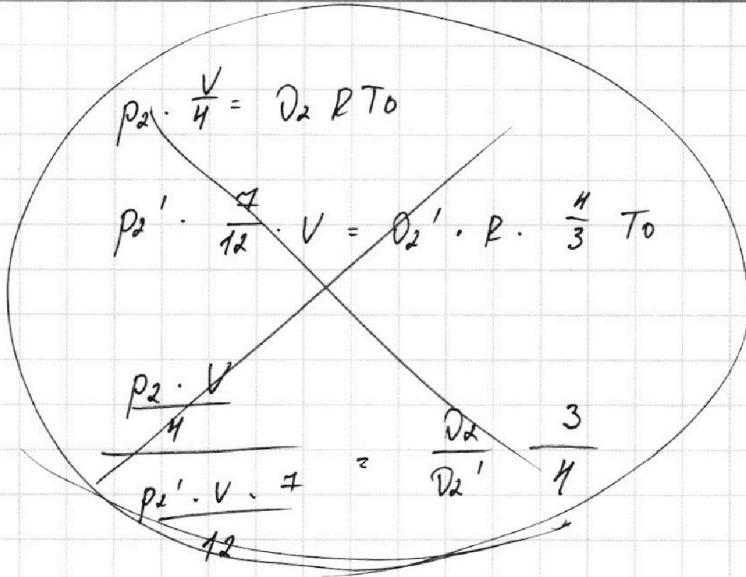
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



(3)

$$p_2 \cdot \frac{V}{4} = D_2 R T_0$$

$$p_2' \cdot \frac{V'}{12} \cdot V = D_2' \cdot R \cdot \frac{V}{3} T_0$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{D_2}{D_2'} \cdot \frac{3}{4}$$

$$p_2' \cdot V \cdot \frac{7}{12}$$

$$p_1$$

$$D_1 R \cdot T_0 \cdot \frac{V}{8} \cdot \left( k R T_0 + 1 \right)$$

$$\frac{7}{8} \cdot \frac{V}{8}$$

$$p_2' = \frac{D_1 (k R T_0 + 1) \cdot R \cdot T}{2 \cdot \frac{7}{12} \cdot V} =$$

$$p_2' = \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) p_1$$

$$\frac{p_1' V_1'}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_0} \Rightarrow p_1' = 4 p_1 = 4 \cdot \frac{D_1 R T_0}{V_1} = 4 p_1$$

$$p_1' = p = p_2' + p^*$$

$$4 p_1 = \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) p_1 + p^* -$$

$$p_1 \left( 4 - \frac{4}{7} (k R T_0 + 1) \right) = p^*$$

$$4 p_1 \left( 1 - \frac{1}{7} (k R T_0 + 1) \right) = p^*$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

$$P = 4P_1 = \frac{P^*}{1 - \frac{1}{3}(kRT_0 + 1)} =$$

(\*)

$$\frac{4}{3}RT_0 = RT = 3 \cdot 10^3$$

$$P = \frac{P^*}{1 - \frac{1}{3}\left(\frac{67}{20} + 1\right)}$$

$$RT_0 \approx \frac{9}{4} \cdot 10^3$$

$$kRT_0 = \frac{6}{10} \cdot \frac{9}{4} = \frac{3 \cdot 9}{10 \cdot 2} =$$

$$P = \frac{140}{93} \cdot 10^5 \text{ Па} = \frac{140}{93} \cdot P_{\text{атм.}}$$

$$= \frac{14}{20}$$

$$1 - \frac{1}{3} \left( \frac{44}{20} \right) =$$

$$= 1 - \frac{\frac{140}{93}}{140} = \frac{140 - 44}{140} \cdot \frac{93}{140}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

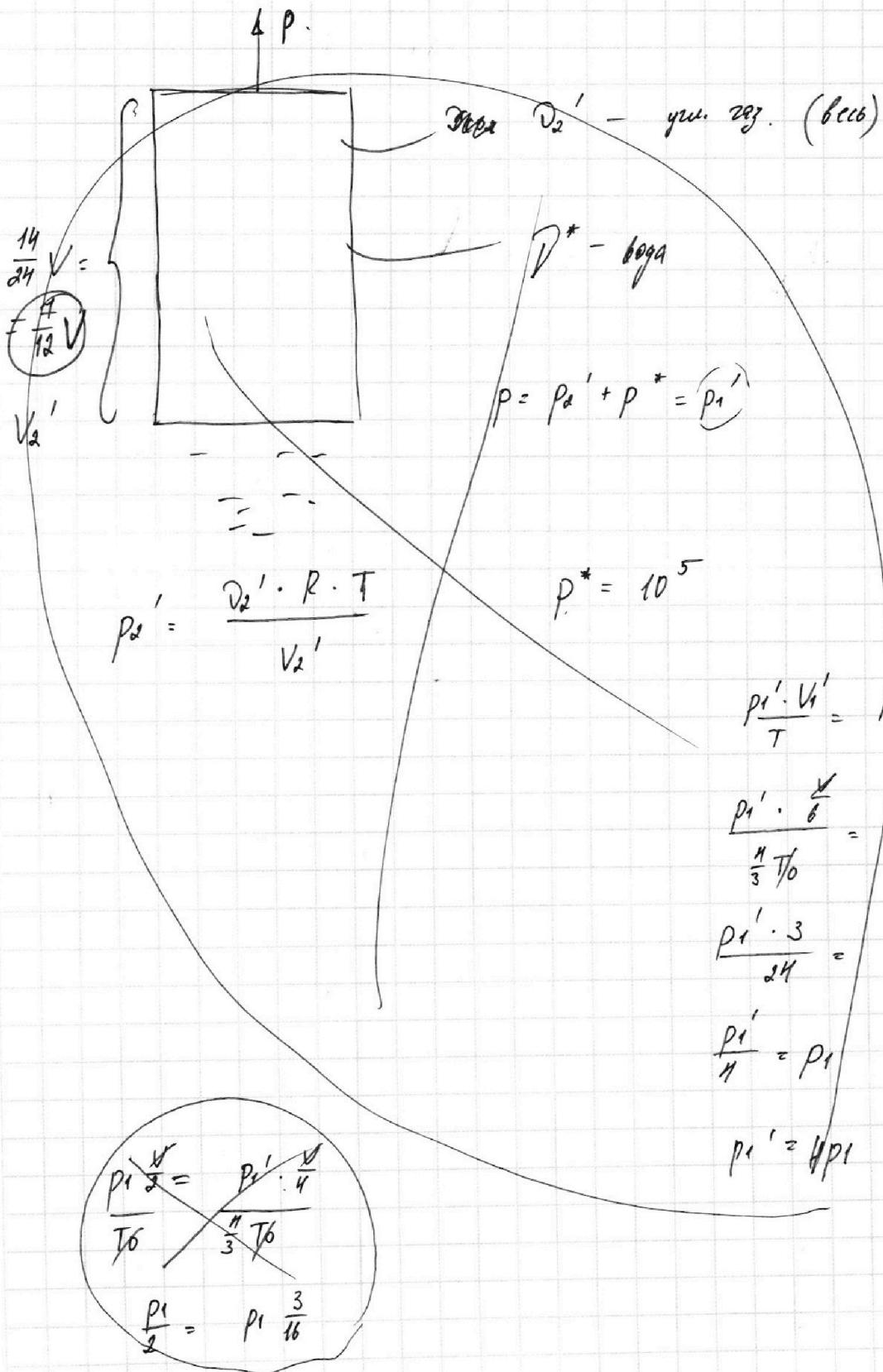
5

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:

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

$$1) \quad p_{N_2} \cdot \frac{V}{2} = D_{N_2} \cdot R \cdot T_0$$

$$p_{CO_2} \cdot \frac{V}{4} = D_{CO_2} \cdot R \cdot T_0$$

~~$$p_{N_2} = D_{N_2} \cdot \frac{R \cdot T_0}{V}$$~~

~~$$p_{CO_2} = 4 \cdot D_{CO_2} \cdot \frac{R \cdot T_0}{V}$$~~

$$p_{CO_2} = p_{N_2}$$

$$D_{CO_2} \cdot \frac{R \cdot T_0}{V} = 2 \cdot D_{N_2} \cdot \frac{R \cdot T_0}{V}$$

$$2 D_1 = 4 D_2$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 2$$

~~$$2) \quad p_1' \cdot \frac{V}{6} = D_{N_2} \cdot R \cdot T$$~~

~~$$p_1' = \frac{6 \cdot D_{N_2} \cdot R \cdot T}{V} =$$~~

$$p_1' - ?$$

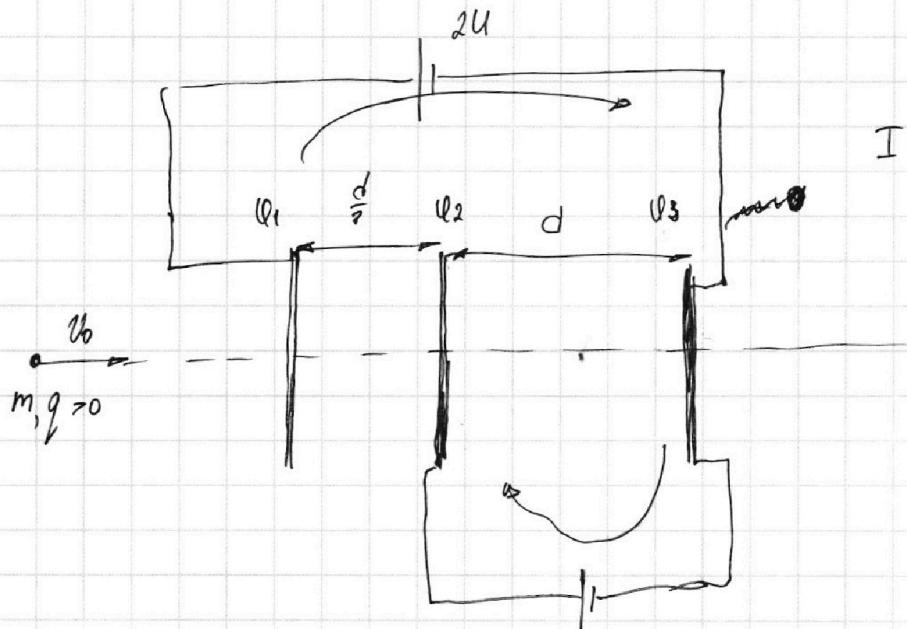
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



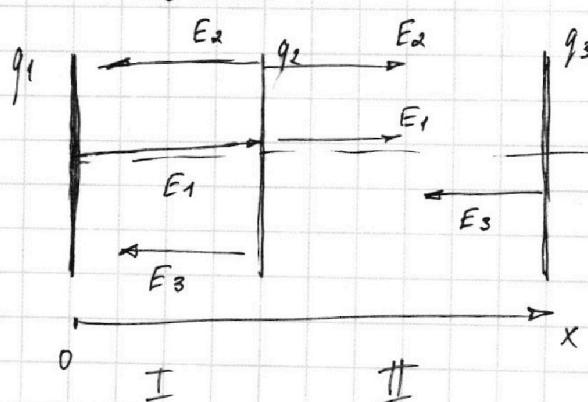
Закон Ома для участка дает:

$$U_1 - U_3 - 2U = 0 \Rightarrow U_3 = U_1 + 2U$$

$$U_3 - U_2 + U = 0 \Rightarrow U_2 - U_3 = U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

Методика



Вдоль оси имеем однородно.

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!

$$U_2 - U_3 = U = E \cdot d$$
$$\frac{U}{d} = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} \Rightarrow \frac{2\epsilon_0 S U}{d} = q_1 + q_2 - q_3$$
$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$
$$q_1 + q_2 = -q_3$$
$$\frac{2\epsilon_0 S U}{d} = -2q_3$$
$$q_3 = -\frac{4\epsilon_0 S U}{d}$$
$$q_1 + q_2 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d} + q_3 =$$
$$= \frac{2\epsilon_0 S U}{d} - \frac{4\epsilon_0 S U}{d} = -\frac{2\epsilon_0 S U}{d} = q_1 + q_2$$
$$q_1 = -q_2 - \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$
$$1 \left( -2q_2 - \frac{2\epsilon_0 S U}{d} \right) + 2q_2 + 4 \cdot \frac{4\epsilon_0 S U}{d} = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$
$$-8q_2 - \frac{8\epsilon_0 S U}{d} + 2q_2 + \frac{16\epsilon_0 S U}{d} = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$
$$-6q_2 = \frac{12\epsilon_0 S U}{d}$$
$$q_2 = -\frac{2}{3} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$$
$$D_2 = \frac{\pi}{8} (a)$$
$$= \frac{D_1 T_0 R}{V} \cdot \frac{\pi}{2}$$
$$= \frac{\pi}{82} V$$



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

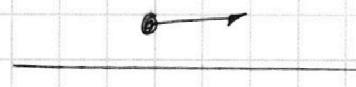
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

(\*)

1)

$$U_2 - U_3 = U \cdot U_{23} = E_{23} \cdot d$$

$$E_{23} = \frac{U}{d}$$



$$m a_{23} = E_{23} \cdot q$$

$$a_{23} = \frac{E_{23} \cdot q}{m} = \frac{U q}{d m}$$

2)

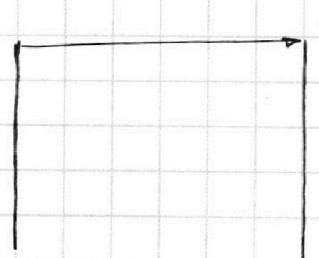
$$U_1 - U_2 - 2U + U = 0$$

$$U_1 - U_2 = U$$

$$E_{12} \cdot \frac{d}{3} = U$$

$$E_{12} = \frac{3U}{d}$$

3



$$\Delta K = \alpha \cdot A_{\text{rel}}$$

$$K_3 - K_2 = q \cdot E_{23} \cdot d = Uq$$



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!

$$U_1 - U_3 = U_{13} = E_I \frac{d}{3} + E_{II} \cdot d = 2U$$

I

$$E_I = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1}{260S} - \frac{q_2}{260S} - \frac{q_3}{260S} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{260S}$$

II.

$$E_{II} = E_2 + E_1 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{260S}$$

$$E_I \cdot \frac{d}{3} + E_{II} \cdot d = 2U$$

$$\frac{d}{260S} \left( \frac{1}{3}(q_1 - q_2 - q_3) + q_1 + q_2 - q_3 \right) = 2U$$

$$\frac{1}{3}q_1 - \frac{1}{3}q_2 - \frac{1}{3}q_3 + q_1 + q_2 - q_3 = q_3 \cdot \frac{460SU}{d}$$

$$\frac{4}{3}q_1 + \frac{2}{3}q_2 - \frac{4}{3}q_3 = \frac{460SU}{d}$$

$$4q_1 + 2q_2 - 4q_3 = \frac{1260SU}{d}$$



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

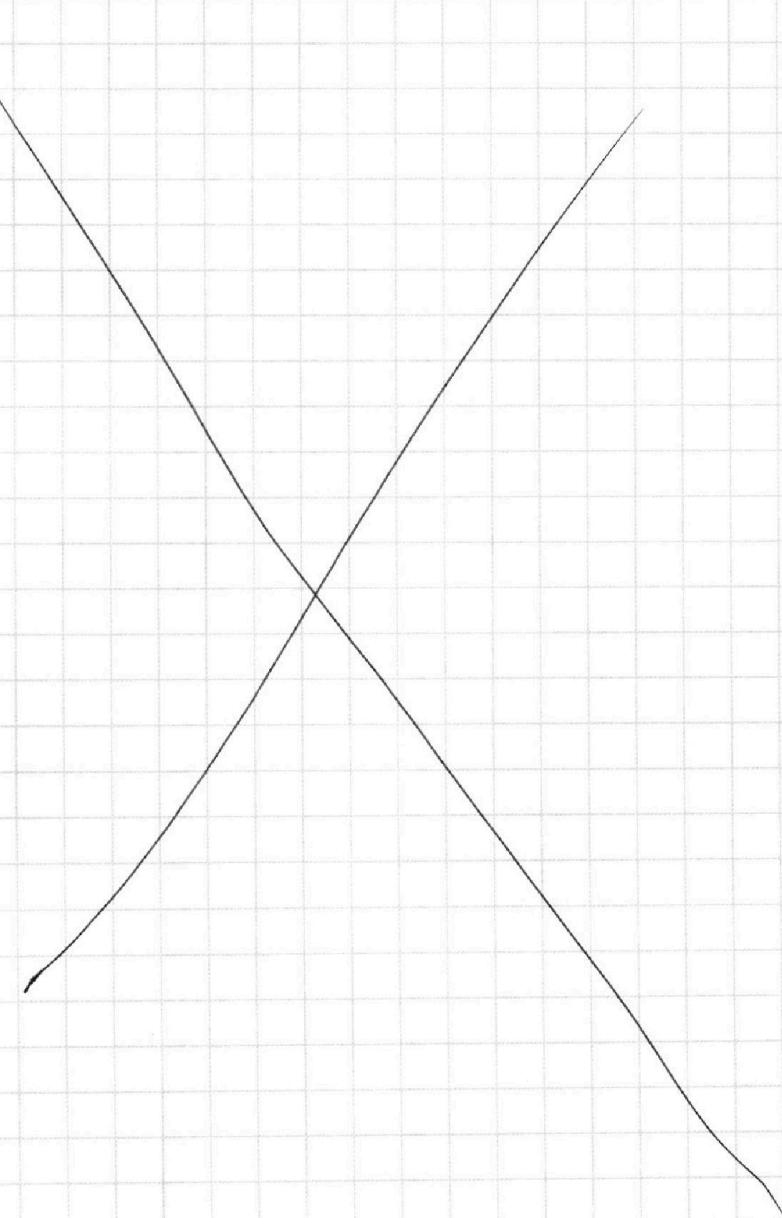
7

МФТИ

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

2)

МФТИ



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

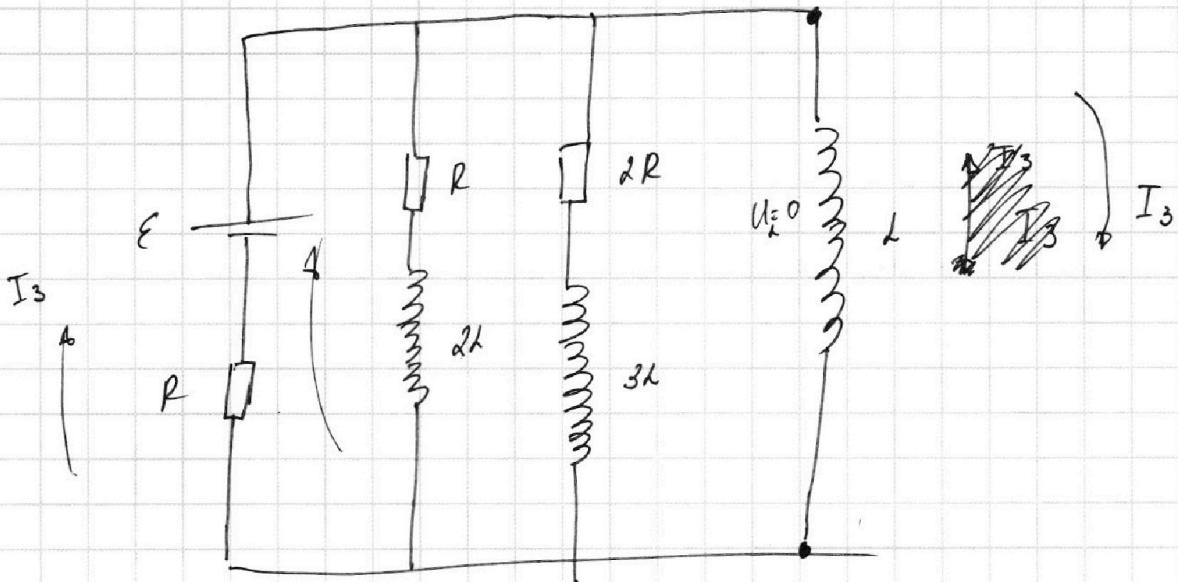
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

3) Когда режим установившийся  $I_3 = 0$ ,  $I_3 = \text{const}$



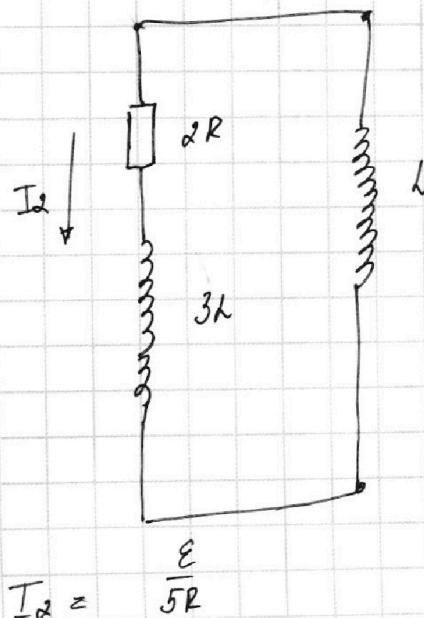
Найдем  $I_3$ .

$$E = I_3 R$$

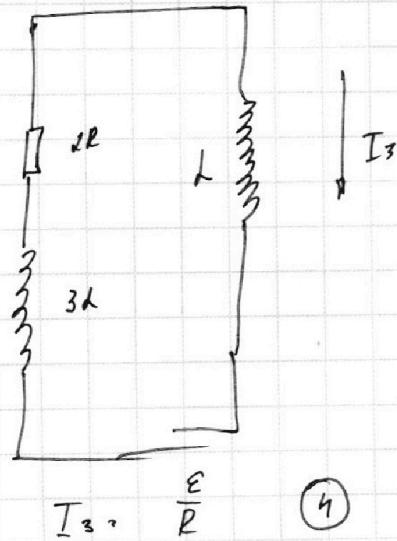
$$I_3 = \frac{E}{R}$$

№2:

После



$$I_2 = \frac{E}{5R}$$



$$I_3 = \frac{E}{R}$$

④

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

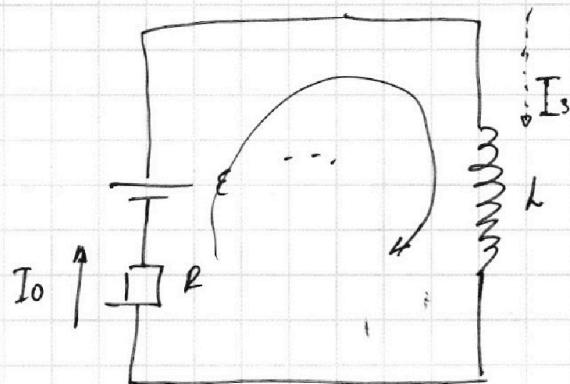
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) Почему не усилет из шиниста в шинист дешонаке.

$$\mathcal{E} = I_0 R + I_2 \cdot 2R$$

$$\mathcal{E} - 2\mathcal{E} \cdot \frac{\epsilon}{5\mathcal{E}} = I_0 R$$

$$\frac{3}{5} \frac{\mathcal{E}}{R} = I_0$$



$$\mathcal{E} = I_0 R + L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\mathcal{E} - \frac{3}{5} \mathcal{E} = L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\boxed{\frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{dI_3}{dt} \quad \text{- не силь дешонак.}}$$

(3)

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!

$$I_1 = \frac{\epsilon}{R} - I_0$$

(2)

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$\epsilon - I_2 \cdot 2R = I_0 R$$

$$\cancel{I_1 + I_2 + \frac{\epsilon}{R} - I_0}$$

$$I_0 = \frac{\epsilon}{R} - 2I_2$$

$$I_0 = \frac{\epsilon}{R} - I_0 + I_2$$

$$\Rightarrow 2I_0 = \frac{\epsilon}{R} + I_2$$

$$2 \left( \frac{\epsilon}{R} - 2I_2 \right) = \frac{\epsilon}{R} + I_2$$

$$2 \cdot \frac{\epsilon}{R} - 4I_2 = \frac{\epsilon}{R} + I_2$$

$$\frac{\epsilon}{R} = 5I_2$$

$$\boxed{I_2 = \frac{\epsilon}{5R}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

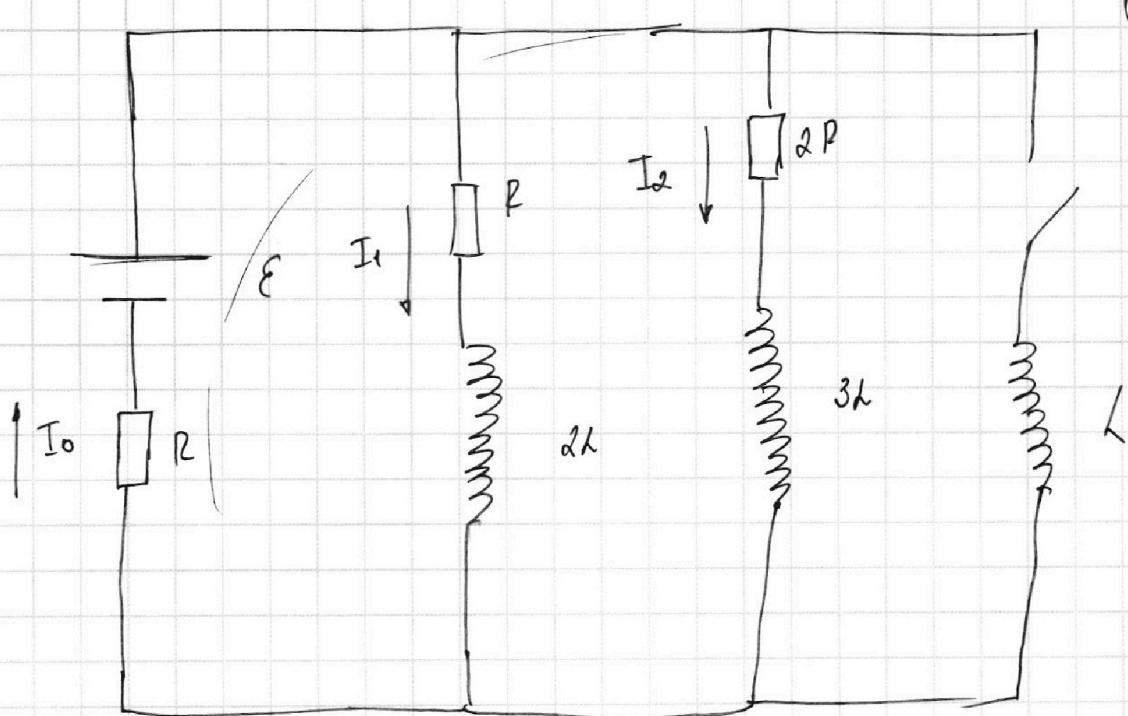
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

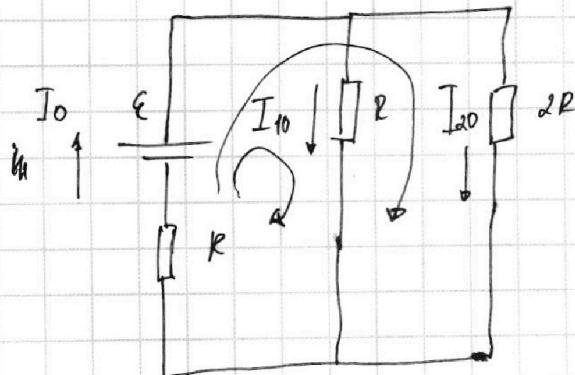


$$\text{предп: } I_{10} = I_1 ; \quad I_{20} = I_2$$

1) Решим уравнениями  $U_L = 0$

$$I_0 = I_{10} + I_{20} = I_1 + I_2$$

~~Установка в равновесии~~



$$1) \quad E = I_1 R + I_{10} R$$

$$2) \quad E = I_0 R + I_2 \cdot 2R$$

$$uz \quad 1) \quad \frac{E - I_0 R}{R} = I_1 \cdot \frac{E}{R} - I_0 = \underline{\underline{E}}$$

~~установка в равновесии~~



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!

$$\left(1 + \frac{3}{5}\right) \frac{\lambda E}{R} = 2R \cdot g_2$$

(6)

$$2 \cdot \frac{8}{5} \frac{\lambda E}{R^2} = g^2$$

$$g_2 = \frac{4}{5} \frac{\lambda E}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

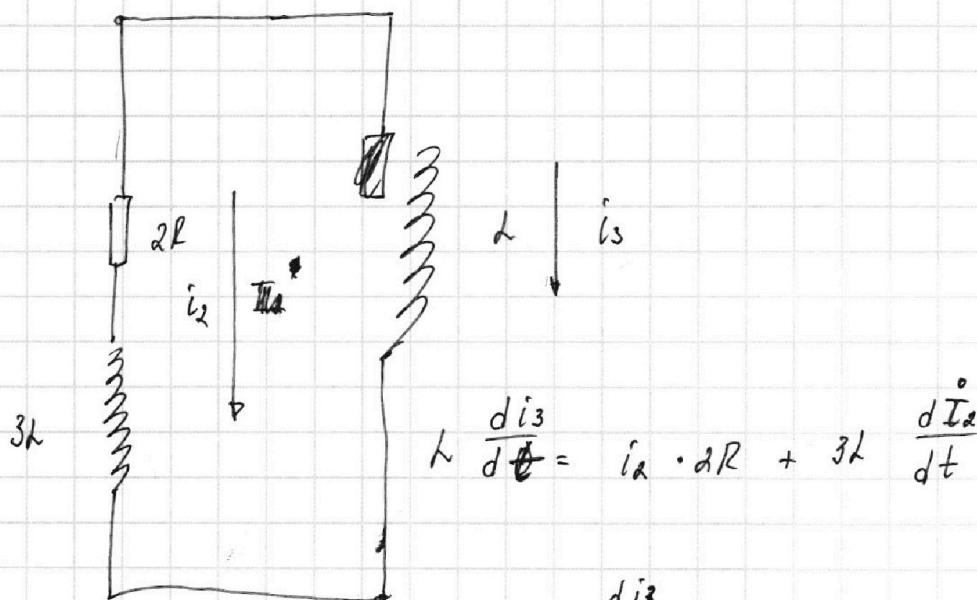
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

Принятое. шошемт.

Новая обложка.



$$L \frac{di_3}{dt} = i_2 \cdot 2R + 3L \frac{di_2}{dt}$$

$$L \frac{di_3}{dt} = i_2 \cdot 2R + 3L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$\dot{i}_2 = i_2 \quad L \frac{di_3}{dt} = \frac{dq_2}{dt} \cdot 2R + 3L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$L di_3 = dq_2 \cdot 2R + 3L \cdot di_2 \text{ просуммируем}$$

$$L \Delta i_3 = 2q_2 \cdot 2R + 3L \cdot \Delta i_2$$

$$L \left( \frac{E}{R} - 0 \right) = q_2 \cdot 2R + 3L \cdot \left( 0 - \frac{E}{R} \right)$$

$$\frac{LE}{R} + \frac{3LE}{5R} = 2R \cdot q_2 \quad (5)$$

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

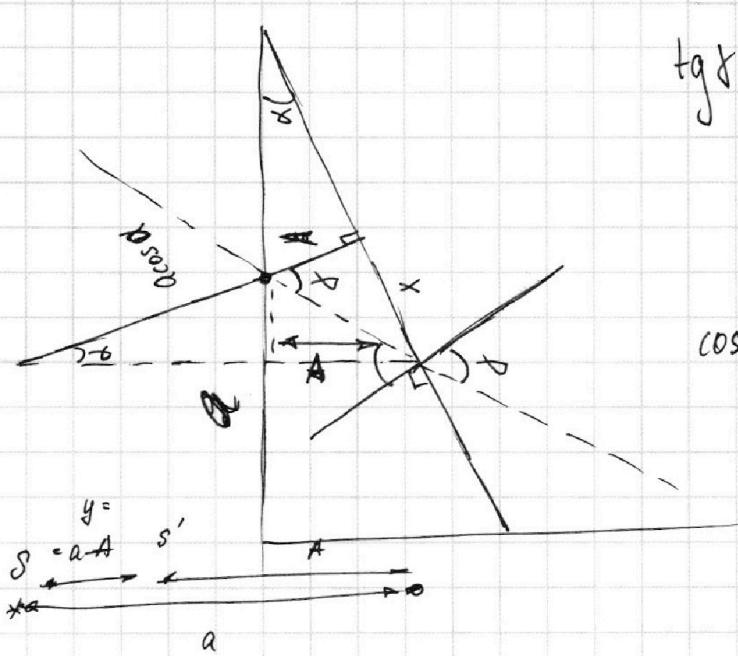
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



$$\tan \delta = \frac{x}{A} \Rightarrow \delta \approx \frac{x}{A}$$
$$\tan \alpha = \frac{x}{a \cos \delta} \Rightarrow \alpha \approx \frac{x}{a \cos \delta}$$

$$\cos \delta = 1 - \frac{0.05^2}{x^2} \approx 1$$

$$a \cos \delta \approx a$$

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

$$\alpha \cdot n_2 = \delta$$

$$\frac{x}{a} \cdot n_2 = \frac{x}{A}$$

$$\frac{a}{n_2} = A$$

$$y = a - A = a - \frac{a}{n_2} = a \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) = a \frac{n_2 - 1}{n_2} = a \frac{0.6}{1.6} =$$

$$y = a \cdot \frac{6}{16} = 200 \cdot \frac{3}{8} = \frac{50 \cdot 3}{2} = 25 \cdot 3 = 75 \text{ см.}$$

(2)



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

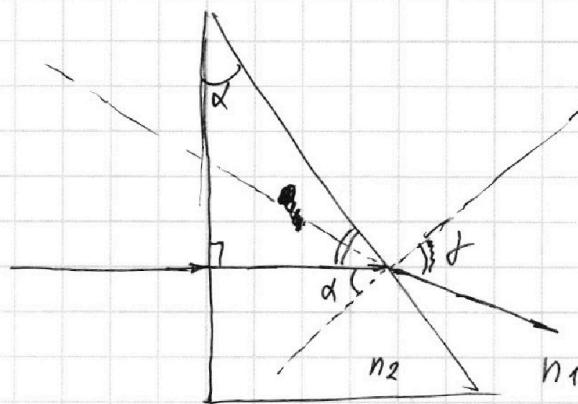
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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)



1)

$$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \delta \cdot n_1$$

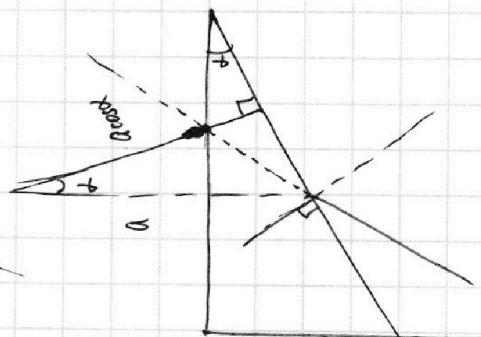
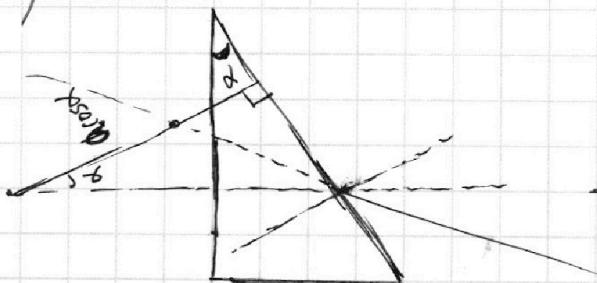
$$\alpha \approx \sin \alpha$$

$$0,05 \cdot 1,6 = 1 \cdot \delta$$

известно

$$\delta = \frac{5}{100} \cdot \frac{16}{10} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ rad}$$

2)



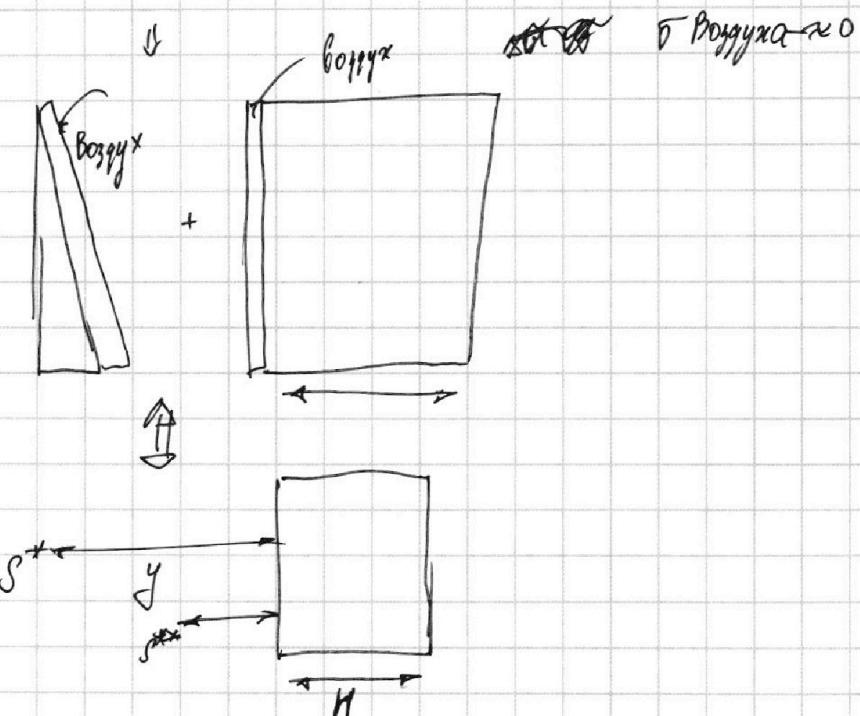
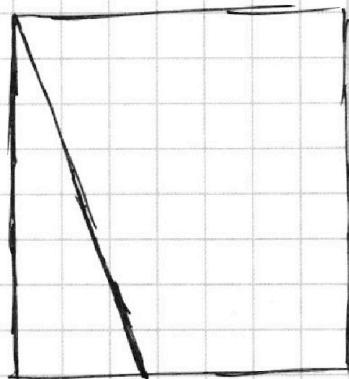
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



известно, что симметрические, бесконечные модели параллельны линзопараллелепипедам.

модели можно приводить в формулу  $\Delta x = -\frac{n-1}{n}$ ,

где  $n$  — показатель преломления

$n$  — показатель преломления.



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!

Погода  $s^{**}$  расположена на расстоянии.

(3)

$$H^{**} = y - h \cdot \frac{n_1 - 1}{n_1}$$

$$H^{**} = H = 75 - 9 \cdot \frac{1,8 - 1}{1,8}$$

$$= 75 - 9 \cdot \frac{8}{18} =$$

$$= 75 - 9 = 66 \text{ см.}$$



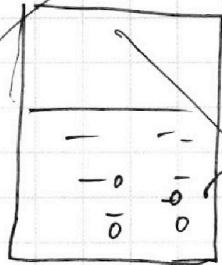
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



?  $\Delta D$  - раза

$$\Delta D = k p w$$

$$RT = 3 \cdot 10^3$$

$$k = 0,6 \cdot 10^{-3}$$

$$V - \frac{V^{(4)}}{6} - \frac{V^{(6)}}{4} = \frac{24 - 4 - 6}{24} = \frac{8}{24} \cdot V$$

$$\frac{7}{12}$$

$$\frac{\pi}{2} r^2 h = \frac{\pi}{402}$$

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"/> |

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 ОДИНУ** 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 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!

