



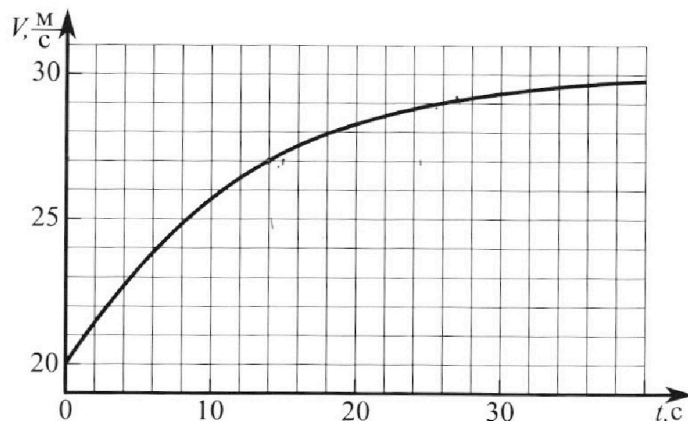
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $v_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

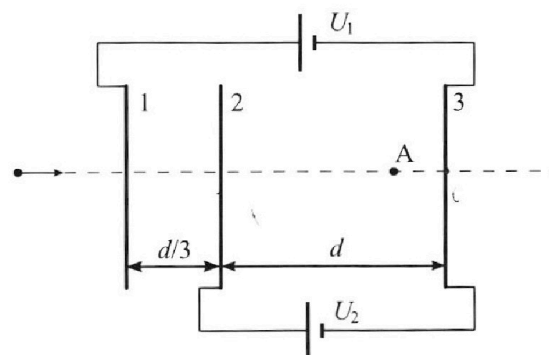
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta n$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta n = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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

2) Определите 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 A на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-02

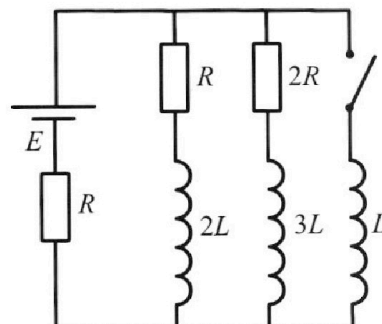
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. 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) Как ой 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  $n_v = 1,0$ . 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.

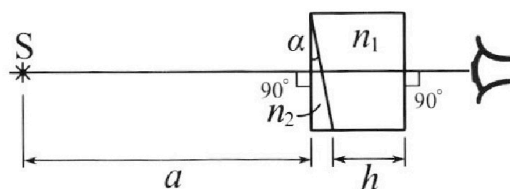


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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



1.) Ускорение — тангенс угла наклона касательной  
к графику  $v(t)$

На графике тангенс угла наклона в точке  $v_1 = 27 \text{ м/с}$

$$\tan \alpha \approx \frac{4}{7} \approx \frac{42}{70} \text{ или } \tan \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\frac{40}{70} \text{ или } \frac{42}{70} \text{ погрешность } \frac{1}{35} \approx \frac{1}{40} \Rightarrow$$

ред. выбор ~~в~~ вычислений чинится

$$\tan \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow a = 0,6 \text{ м/с}^2$$

2.) В конце резинке  $a_k = 0$  и видно коэффициент  
упр. не силу сопротивления

В графике видно, что кинематическая

$v_k \rightarrow 30 \text{ м/с}$ , тогда 234 Н/м

$F_{TK} = F_{суп} = F_k$ ,  $F_T$  — сила тяжести, компенсирующая  
возврат, зависящая от  
скорости

$$F_T = \frac{P}{v(t)} \Rightarrow F_{TK} = \frac{P}{v_k}, \text{ тогда}$$

$$\frac{P}{v_k} = F_k \quad P = F_k v_k \Rightarrow P = 405 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с} = 12150 \text{ Вт/с}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

Мощность на ускорении всего рывка  
постоянна.

В момент времени  $V_1(t_1 = 12 \text{ c})$

$$m a = F_T(t_1) - F_{\text{сопр}} \Rightarrow$$

$$F_{\text{сопр}} = F_T(t_1) - m a = \frac{P}{v_1} - m a = \frac{405 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с}}{27 \text{ м/с}} - 300 \text{ кг} \cdot \frac{3}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$= 450 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 270 \text{ Н}$$

3) Мощность на ускорение сил сопротивления

$$P_{\text{сопр}} = F_{\text{сопр}} \cdot v_1 \Rightarrow$$

$$\text{Дано } k = \frac{P_{\text{сопр}}}{P} = \frac{F_{\text{сопр}} \cdot v_1}{P} = \frac{270 \text{ Н} \cdot 27 \text{ м/с}}{405 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/с}} = \frac{30}{50} \left( \frac{60\%}{50} \right) = \frac{3}{5} \quad (60\%)$$

ответ: 1)  $10,6 \text{ м/с}^2$  2)  $270 \text{ Н}$  3)  $\frac{3}{5}$



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

**МФТИ**

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

Третья нет, поршень невесомый  $\Rightarrow p_{\text{вн}} = p_{\text{вн}}$

В начале  $p_{\text{вн}}$  — давление воздуха

преобразованного мало  $\Rightarrow$  кол-во газа в газопроводном

состоянии также преобразованного мало.

~~Рис~~ Рис отсюда: (В формуле  $V = V_0$ )

$$p_H \cdot \frac{V_0}{2} = \gamma_H \cdot R T_0, \quad p_H - \text{начальное давление.}$$

Для нижней точки

$$1) \quad p_H \cdot \frac{V_0}{4} = \gamma_{\text{ниж}} \cdot R T_0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\gamma_H}{\gamma_{\text{ниж}}} = 2$$

Можно считать, что  $\gamma_{\text{ниж}} = \gamma_{\text{CO}_2}$

2) В конце углекислый газ полностью вытеснит газ

$\Rightarrow$  его новое количество

$$\gamma'_{\text{CO}_2} = \gamma_{\text{CO}_2} + \Delta \gamma = \gamma_{\text{CO}_2} + k \cdot \frac{V_0}{4} \cdot p_H$$

Пусть газ в газопроводном состоянии

то с газом (иногда нагрев) нет  $\Rightarrow$

Рис  
верхней  
точки

$$p' \cdot \frac{V_0}{6} = \gamma_H \cdot R \frac{4}{3} T_0 \quad (1)$$

$$p_H \cdot \frac{V_0}{2} = \gamma_H \cdot R \cdot T_0 \quad \Rightarrow \quad \frac{p'}{p_H} = 4 \quad (2)$$

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

МФТИ

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

Реш ~~вот~~ задачи:

$$V_{\text{дож}} = V_5 - \frac{V_0}{6} - \frac{V_0}{4} = \frac{7V_0}{12} \Rightarrow P_{\text{H}_2\text{O}} = 0 \Rightarrow P' = P_{\text{CO}_2}$$

$$P' \cdot \frac{7V_0}{12} = y_{\text{CO}_2}' \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0$$

$$(1): P' \cdot \frac{V_0}{6} = y_{\text{H}_2\text{O}} \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0 \Rightarrow$$

$$\frac{y_{\text{CO}_2}'}{y_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{7}{2}; \quad y_{\text{H}_2\text{O}} = 2y_{\text{CO}_2} \Rightarrow$$

$$\frac{y_{\text{CO}_2} + \frac{V_0}{4} \cdot k \cdot P_{\text{H}_2}}{2y_{\text{CO}_2}} = \frac{7}{2} \Rightarrow y_{\text{CO}_2} = \frac{V_0}{24} k P_{\text{H}_2}$$

$$P_{\text{H}_2} \cdot \frac{V_0}{4} = \frac{V_0}{24} \cdot k P_{\text{H}_2} \cdot R \cdot \frac{3}{4} T_0$$

$$V_0 = k \cdot \frac{3}{4} R T, \quad k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{Па}}, \quad R T = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \Rightarrow$$

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

$$P = \frac{P}{4} - \text{равенство по Равновесию}$$

формула приближения  $\Rightarrow$

Предположим, что это равенство

верно (верно не в pure state) тогда

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Т.к. влажность осталась в сосудах,  $T = 400^\circ\text{C} = 373\text{K}$  -

равление насыщенного пара -

$$P_{\text{н.п}} = P_{\text{атм}}$$

Тогда  $P' = P_{\text{атм}} + P_{\text{пар}}, P_{\text{пар}}$  - парциальное давление

воздуха ( $\text{O}_2$ ) - закон Дальтона.

$$P_{\text{пар}} = \frac{7}{12} V_0 = \left( y_{\text{сое}} + k \frac{V_0}{4} \cdot P_{\text{н}} \right) RT$$

$$P' \cdot \frac{V_0}{6} = y_{\text{н}} RT, y_{\text{н}} = 2y_{\text{сое}} \text{ из граничных условий}$$

$$\begin{cases} \frac{7}{12} P_{\text{пар}} V_0 = y_{\text{сое}} RT + V_0 \frac{P_{\text{н}}}{4} k RT \cdot 2 \\ P' \cdot \frac{V_0}{6} = 2y_{\text{сое}} RT \end{cases} \quad \downarrow -$$

$$\frac{7}{6} P_{\text{пар}} V_0 - P' \cdot \frac{V_0}{6} = \frac{1}{2} P_{\text{н}} \cdot V_0 k RT$$

$$kRT = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{9}{5}$$

(безразмерная величина)

$$\text{из условия (2): } P_{\text{н}} = \frac{1}{4} P'$$

$$P_{\text{пар}} = \frac{1}{7} P' + \frac{6}{7} \cdot \frac{1}{8} P' \cdot \frac{9}{5}$$

$$P_{\text{пар}} = \frac{76}{280} P' ; P_{\text{пар}} = P' - P_{\text{атм}}$$





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!

$$p' - p_{\text{г.ч.}} = \frac{76}{280} p'$$

$$p_{\text{г.ч.}} = \frac{280 - 76}{280} p' = \frac{204}{280} p' = \frac{51}{70} p' \Rightarrow$$

котелное давление  $p' = \frac{70}{51} p_{\text{г.ч.}}$

Ответ: 1.) 2    2.)  $\frac{70}{51} p_{\text{г.ч.}}$

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"/> |

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

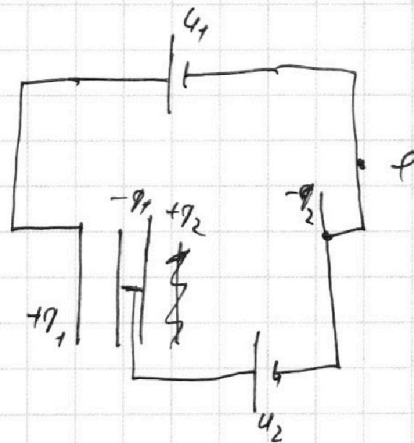
МФТИ



Размеры сети значительно больше  $d \Rightarrow$  сеть можно

считать однородно-вращающимися плоскостями.

Разрешим сеть у 2 на пределе пропускной линии  
 $d \times \approx 0$ , тогда в сети нет т.е. можно пропустить  $\Rightarrow$  равную  
 систему можно рассматривать как две конденсатора



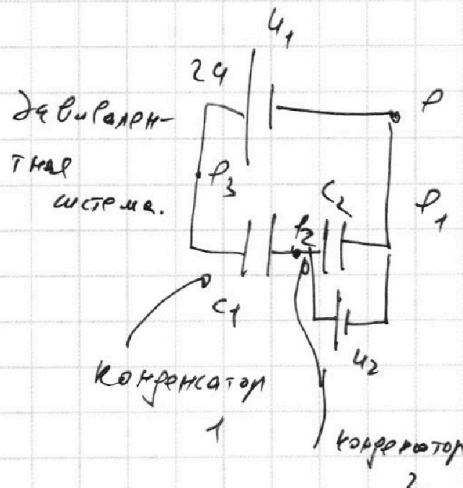
Пусть заряд конденсатора

$$\frac{d}{3} - q_1, d_2 - q_2$$

Напряжения на 2

конденсаторе  $U_2 = U$ ,

$$\text{на 1: } U_{c1} = U_1 - U_{c2} = U_1 - U_2 = U$$



Принимая на однородности

потенциал  $\varphi = 0$ , обозначим

потенциал левой обкладки  
 и правой  
 конденсатора  $\varphi_1$

Тогда между конденсаторами

$$\varphi_2 = \varphi + U, \text{ следовательно } \varphi_3 = \varphi + 2U.$$

При равном распределении зарядов выполняется  
 в закон сохранения заряда, а из условия Кирхгофа  $\Rightarrow$  равное

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!

Распределение энергии верно.

1. Область между сегментами 2 и 3 - конденсатор 2

$$q_2 = C_2 \cdot U = \frac{\epsilon_0 S}{d} \cdot U, \text{ Тогда } U =$$

$$E = \frac{q_2}{\epsilon_0 S} = \frac{q}{S} \Rightarrow U = q \cdot \frac{E}{\epsilon_0 S} \text{ - второй закон Ньютона}$$

$$q = \frac{qE}{U} = \frac{q \cdot U}{U \cdot d}$$

2. Потенциальная энергия при зарядке 2 и 3 (всё):

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left( \frac{r_1 + d}{r_1 - d} \right) \cdot q \quad k_3 - k_2 = \frac{m v_3^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = q \cdot U$$

$$\frac{m v_3^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left( \frac{r_1 - d}{r_1 + d} \right) \cdot q \quad (k_j = k_H + A_{\text{полн}})$$

Полн. энерг. конденсаторов нет  $\Rightarrow P = 0$   
(только распр. зарядов)

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + q E d$$

$$\frac{m v_3^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + 2 q U$$

$$\Rightarrow \frac{m v_3^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + q U + q \cdot \frac{2}{3} U$$

(Максимальная ускорения в  
от 3 и 2 сегментов) Т.е.

$$E = \text{const} \Rightarrow$$

Ответ: а)  $\frac{q U}{m}$

б)  $q U$

$$в) \sqrt{v_0^2 + \frac{2}{3} \frac{q U}{m}}$$

$$v_H = \sqrt{v_0^2 + \frac{2}{3} \frac{q U}{m}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

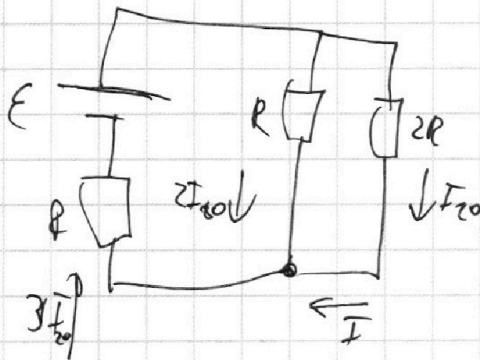
|                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------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



4. 1.) В уст. режиме  $U_{2L}, U_{3L} = 0$  (короткозамкнутые резисторы  $0 \Rightarrow$ )



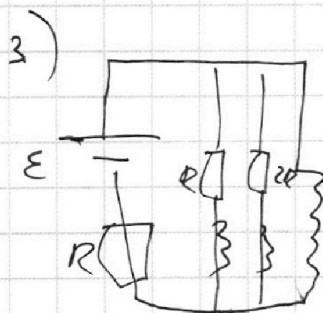
Вздох большого контура.  
(из уравнений токов на выходе)  
$$E = 2I_20R + 3I_20R \Rightarrow$$
$$I_20 = \frac{E}{5R}$$

2) Сразу после замыкания ток не может

$\Rightarrow U_{2L}, U_{3L} = 0$  (у короткозамкнутого)  $\Rightarrow$

$$U_L = I_{20} \cdot 2R = \frac{2E}{5}$$

$$L \dot{I} = \frac{2E}{5} \Rightarrow \dot{I} = \frac{2E}{5L}$$



В уст. режиме ток будет только  
по большому контуру  
(с катушкой L)  
 $\Rightarrow I_k = \frac{E}{R}$

Зависит значение напряжения  
для ветвей  $2R$  и  $L$  в момент  
замыкания  $\Rightarrow$  начальное состояние  
в контуре.



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!

$$I_1 \cdot 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow$$

$$\frac{dq_{1e}}{dt} \cdot 2R + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_2}{dt}$$

$$dq_{1e} \cdot 2R + 3L \cdot dI_1 = L dI_2 \quad - \text{интегрируем.}$$

$$q_{1e} \cdot 2R + 3L(0 - I_{20}) = L(I_k - 0)$$

$$q_{1e} \cdot 2R = L \cdot I_k + 3L \cdot I_{20} \approx L \cdot \frac{\varepsilon}{R} + 3L \cdot \frac{4}{5} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{8}{5} \frac{\varepsilon}{R} L$$

$$q_{1e} = \frac{4}{5} \frac{\varepsilon}{R^2} L$$

$$\text{Ответ: а) } \frac{\varepsilon}{5R} \quad \text{б) } \frac{2\varepsilon}{5L} \quad \text{в) } \frac{4}{5} \frac{\varepsilon}{R^2} L$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

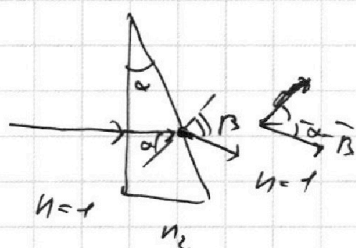
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

1. Т.к.  $n_1 = n_2 = 1,0$  отклонение будет происходить  
только в призме  $n_2$



Закон преломления

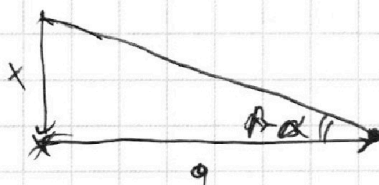
$$n_2 \cdot \alpha = \beta \quad (\text{угол падения} \quad \sin \alpha \approx \beta \alpha \approx \alpha)$$

Угол отклонения

из формулы  $\beta - \alpha = \alpha$  (или  $\beta = 2\alpha$ )

$$\alpha(n_2 - 1) \approx 0,05 \text{ рад} \cdot 0,6 = 0,03 \text{ рад}.$$

2. Т.к. толщина призмы очень мала  $\Rightarrow$  изображение  
не сместится из горизонтали отклонения.



$$(\text{из формулы } x = q \cdot \tan(\beta - \alpha) = q \cdot \tan \alpha)$$

$$= q \cdot \alpha(n_2 - 1) = 200 \text{ см} \cdot 0,03 \text{ рад} =$$

$$= 6 \text{ см}.$$

3. Рассмотрим данную систему как сферическую  
двулинзу из  $n_1$  и  $n_2$  с углом  $\alpha$  и преломлениями  
и параллельными плоскостями. (Между линзами  $n_1$   
и  $n_2$  расстояние равно нулю, т.е.  $n_1 = n_2$  толщина  $d \geq 0$ )



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

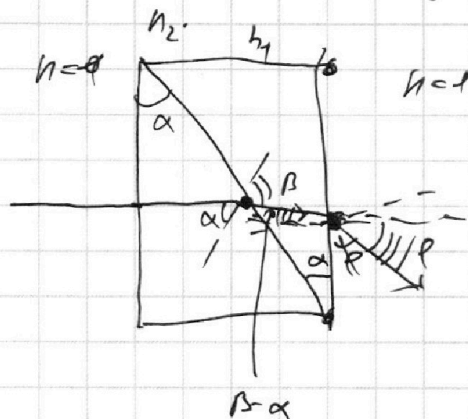
МФТИ

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



Рассмотрим смещение луча на вертикали поверхности

проходящего через призму.



Проломился!

$$n_2 \cdot \alpha = n_1 \cdot \beta$$

из геометрии второе  
приращение

$$h_1 (\beta - \alpha) = p \cdot n, n=1$$

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \cdot \alpha$$

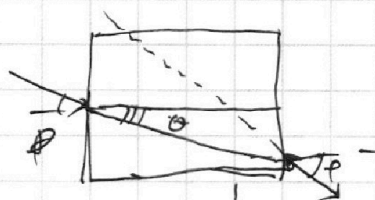
$$p = n_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \alpha - \alpha \right) = \alpha (n_2 - n_1)$$

Тогда смещение на вертикали из 2 лучей

$$x' = a + p = a \cdot p = \theta \cdot \alpha (n_2 - n_1) = 200 \text{ см} \cdot 0,2 \cdot 0,05 = 2 \text{ см}.$$

далее расчет луча поворот в плоскости горизонтальной  
плоскости  $n_1$ , которая смещает луча на вертикали,  
и вертикали  
но учтем их разность

$$p = \theta \cdot n_1$$



смещение  
луча  
на  
вертикали

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!

Смотрим по горизонтали

$$x_2 = h \cdot \left(1 - \frac{1}{1.8}\right) = \text{по геометрии}$$

$$= 9 \text{ см} \cdot \left(1 - \frac{1}{1.8}\right) =$$

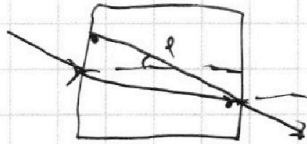
$$= 4 \text{ см}$$

$$h \cdot \varphi = (h - x_2) \cdot \rho$$

$$h \cdot \frac{\rho}{n} = h - x_2 - \rho \Rightarrow x_2 = h - \frac{h}{n}$$

Смотрим по вертикали:

$$x_3 = x_2 + \rho \cdot \rho = x_2 \cdot \rho = 4 \text{ см} \cdot 0.01 = 0.04 \text{ см}$$



$x_3$  — искомое значение

Тогда расстояние от источника до наблюдателя

найдём по Т. Пифагора.

$$x_{\text{общ}} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} = \sqrt{16 \text{ см}^2 + 4 \text{ см}^2} = 2\sqrt{5} \text{ см}.$$

Ответ: а.) 0.03 рад.

б.) 6 см

в.)  $2\sqrt{5}$  см.



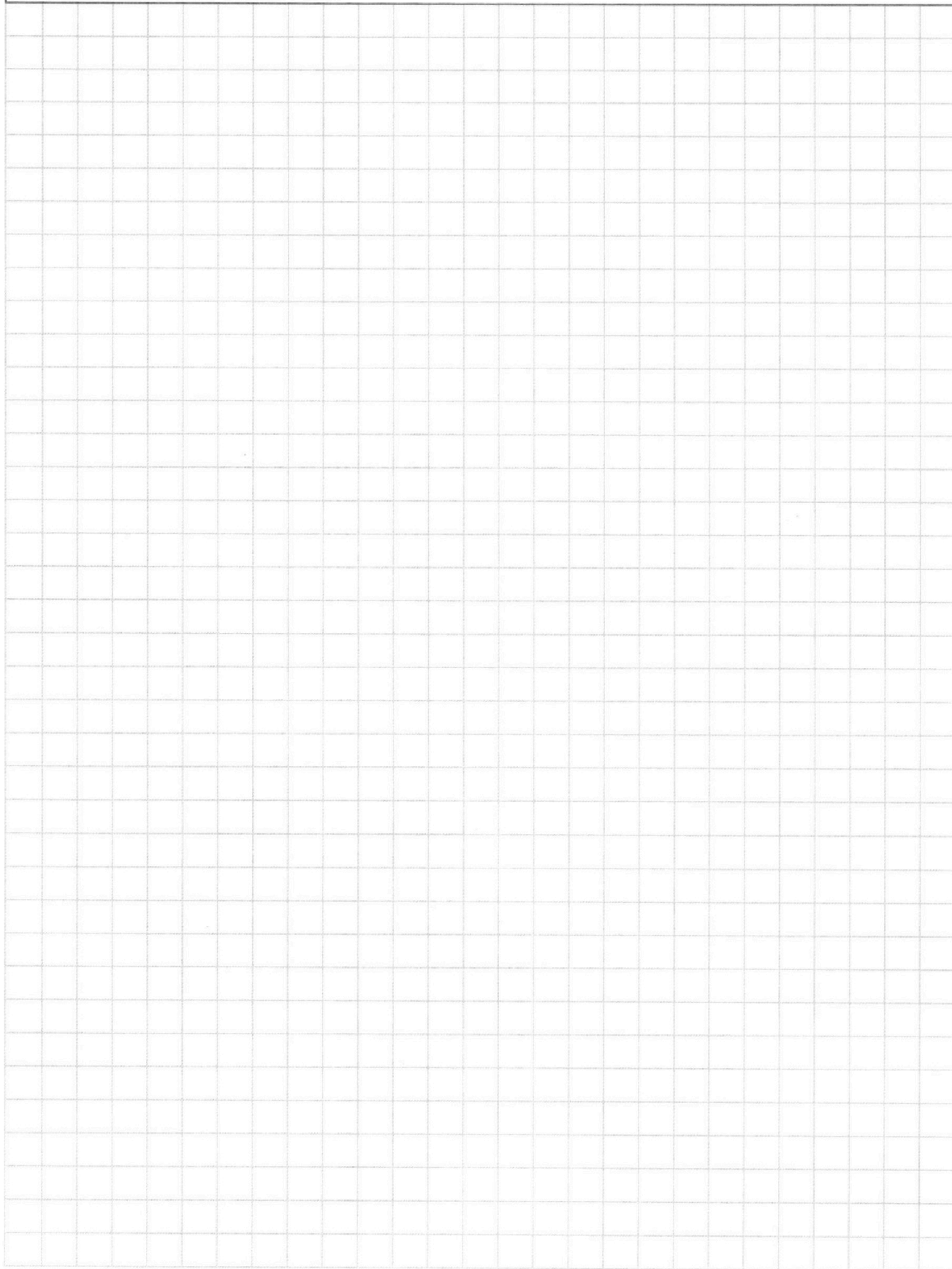
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

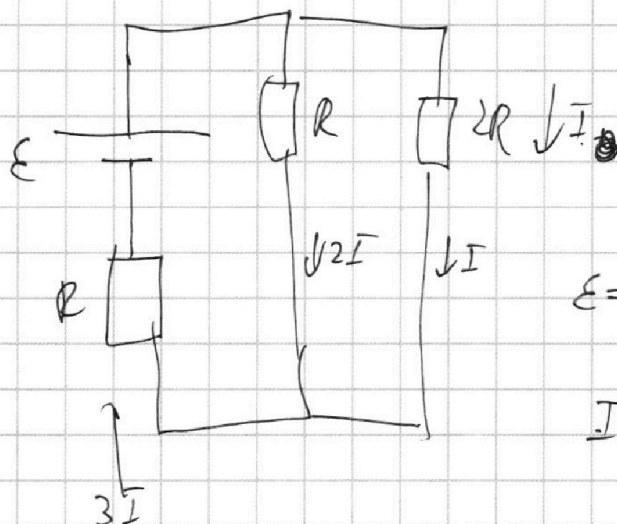
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------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

**МФТИ**

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



4.



$$\mathcal{E} = I \cdot 2R + 3I \cdot R = 5IR$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

$$\mathcal{E} - 3IR = \frac{2}{5}\mathcal{E}$$

$$\frac{2\mathcal{E}}{5} = L \cdot \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

~~$$L \frac{dI}{dt} = 2R \frac{dI}{dt}$$~~

~~$$\frac{dQ}{dt} \cdot 2R + 3L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$~~

$$0 = \frac{\mathcal{E}}{5R}$$

~~$$\frac{dQ}{dt} \cdot 2R + 3L \left( \frac{\mathcal{E}}{5R} - 0 \right) = L \cdot \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right)$$~~

$$\frac{dQ}{dt} \cdot 2R = \frac{L\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{5R} \Rightarrow \frac{4\mathcal{E}L}{5R}$$



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

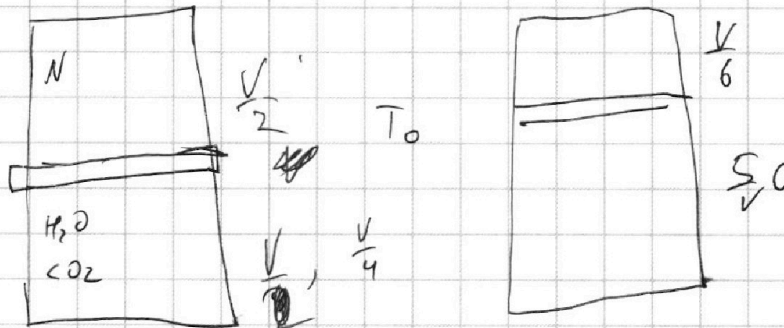
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

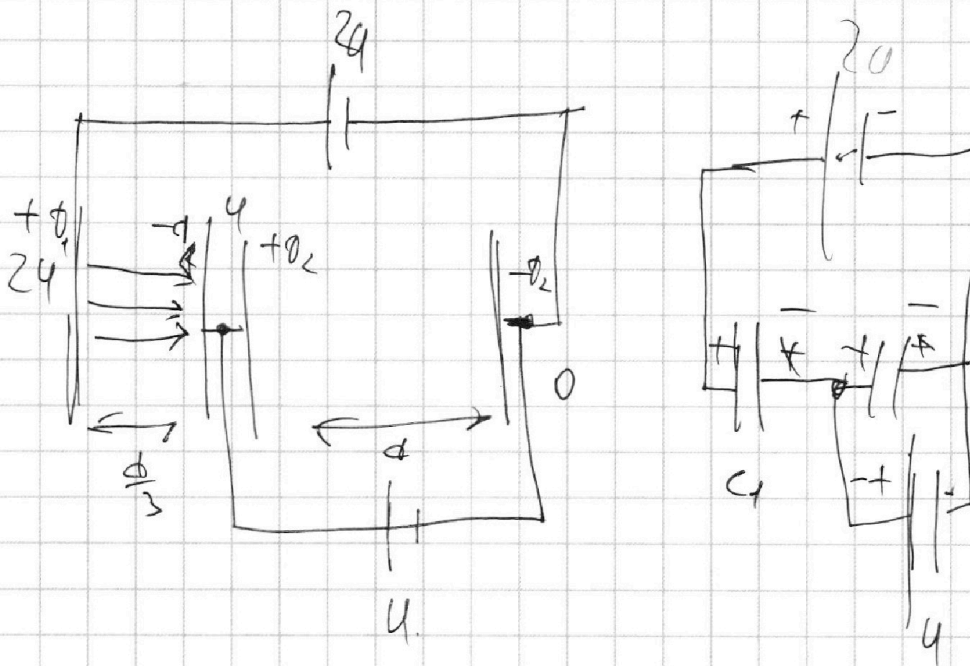
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2.



$$\Delta y = \epsilon p w$$

3.



$$U = \frac{q_2}{C} = \frac{q_2}{\epsilon_0 S} \cdot d$$

$$q_2 = \frac{U \cdot \epsilon_0 S}{d}$$

$$2U = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} \cdot d + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3}$$

$$U = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} \Rightarrow q_1 = \frac{3U \epsilon_0 S}{d}$$



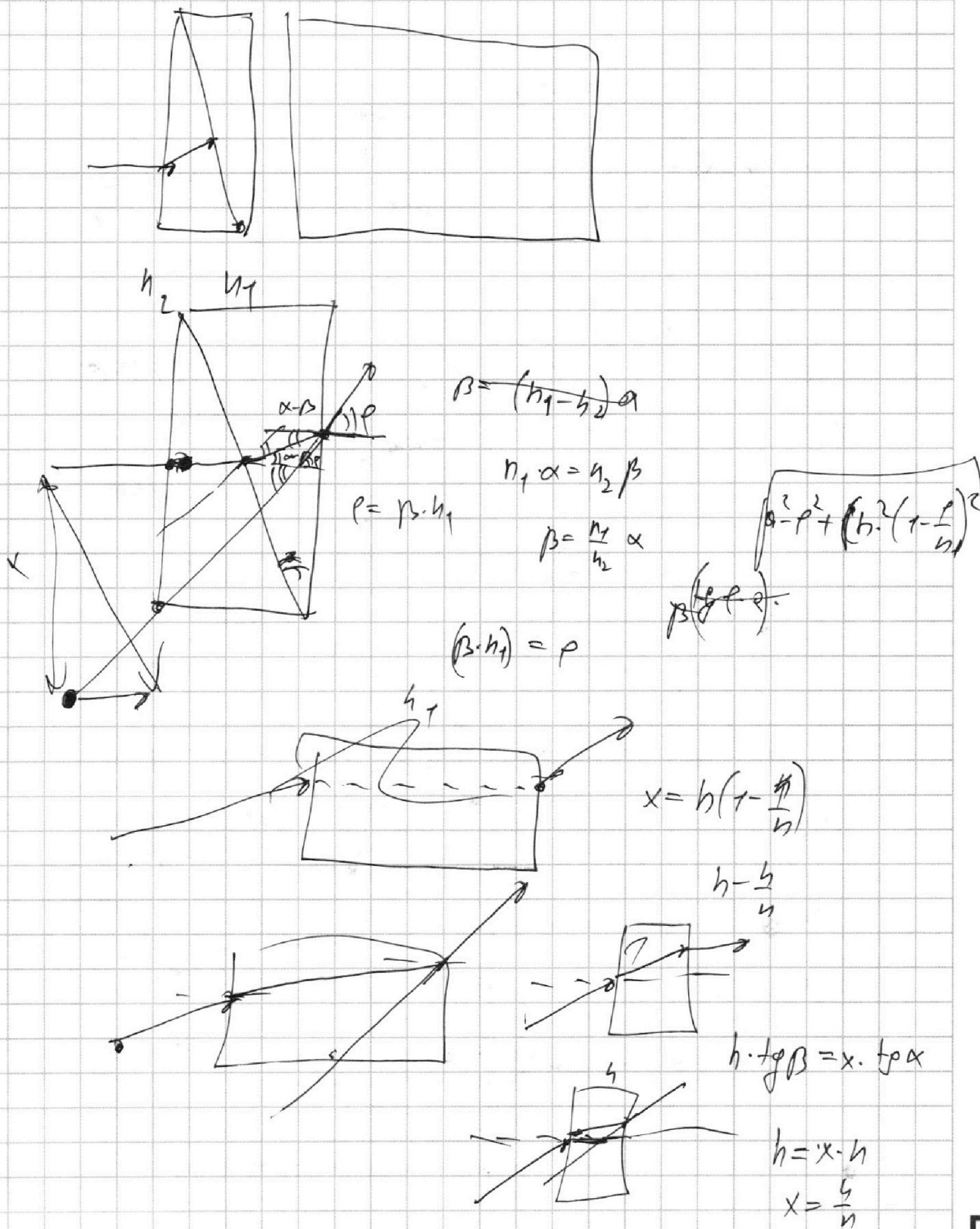
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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





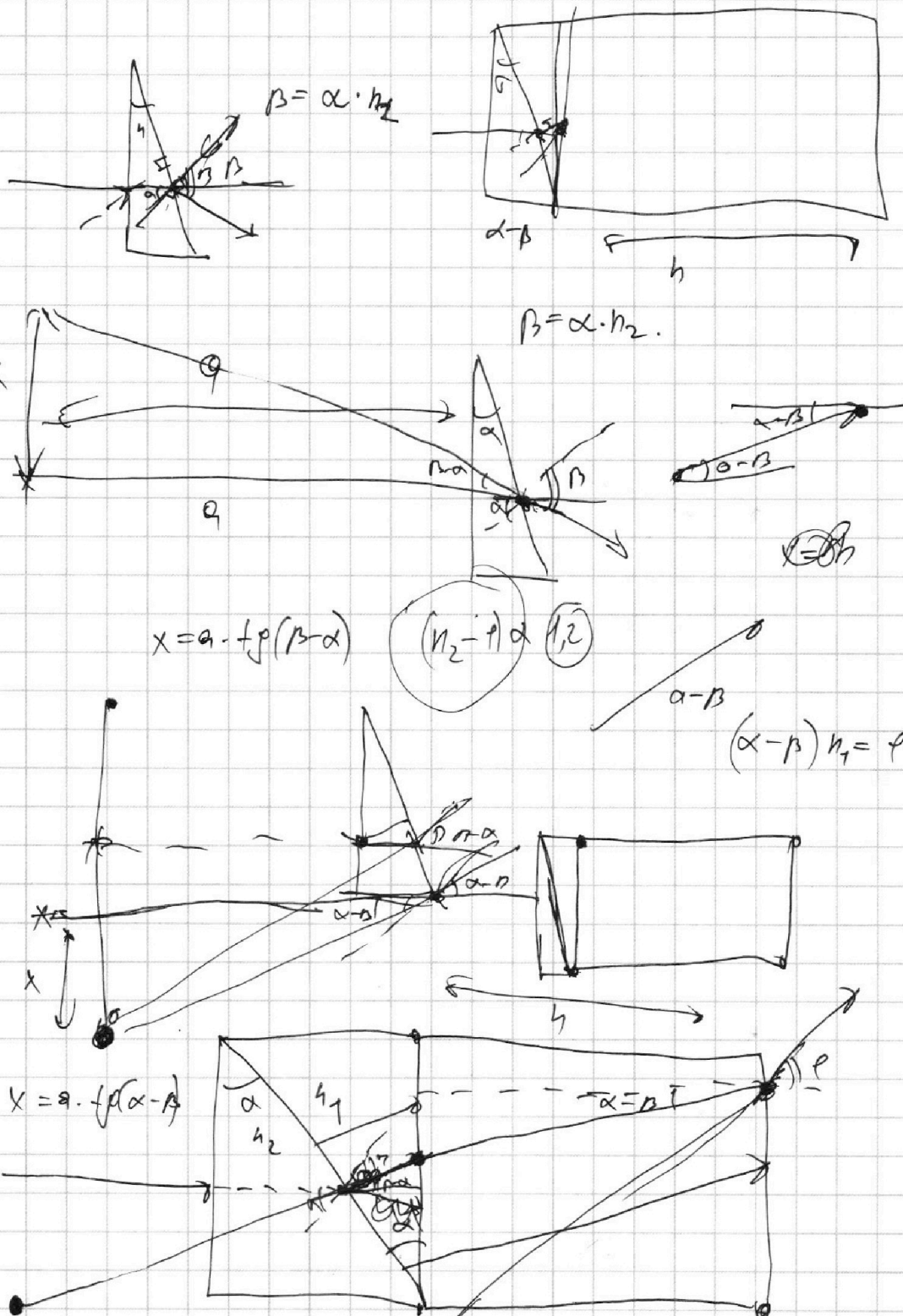
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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



Handwritten solution on grid paper:

Top left:  $2 \times 10^6$ ,  $13.100$

Top right:  $\frac{2}{3} \alpha$ ,  $\alpha$

Left side:  $U_0^2 +$ ,  $g - \frac{80}{18}$ ,  $\frac{10}{18}$ ,  $\frac{8}{18}$ ,  $U_3^2 = U_4^2$

Center:  $U_3^2 - U_4^2 = \frac{24}{15} = 30$ ,  $P_0$ ,  $P_0 + 4$ ,  $\frac{24 \cdot 4}{m}$ ,  $(P_0 + 4, P_0 + 24)$

Right side:  $d$ ,  $\alpha$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{3}$

Equations:

$$(P_0 + P_{\text{пор}}) \cdot \frac{V}{8} = 2y_0 R \cdot \frac{2}{3}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2y_0 R T$$

$$P_{\text{пор}} = \frac{7}{12} y_0 = \left( y_0 + k P_0 \cdot \frac{V}{4} \right) R T$$

$$(P_0 + P_{\text{пор}}) \cdot \frac{V}{8} =$$

$$(P_0 + P_{\text{пор}}) \cdot \frac{V}{6} = 2y_0 R T$$

$$P_0 = \frac{P_{\text{атм}} + P_{\text{пор}}}{4}$$

$$P_{\text{атм}} \cdot \frac{V}{6} + \frac{12}{7} \left( y_0 + k P_0 \cdot \frac{V}{4} \right) \cdot R T = 2y_0 R T$$

$$P_{\text{атм}} \cdot \frac{V}{6} = R T \left( 2y_0 - \frac{12}{7} y_0 - 2 P_0 \cdot \frac{V}{4} \right)$$

Diagrams: A vector diagram with angle  $\alpha$  and a geometric diagram with a square and a diagonal.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



$$P_0 \cdot \frac{V_0}{2} = y R T_0$$

$$P_0 = \frac{2 y R T_0}{V_0}$$

$$P \cdot \frac{V}{6} = y R \frac{4}{3} T_0$$

$$P = y R \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{2}{V_0} T_0$$

$$\frac{P}{P_0} = 4$$

Есть ли чор?

$P_0, P, y_0,$

$$y_{\text{ср}} = 2 y_0$$

$$P_{\text{чор}} = 0$$

$$P = 4 P_0$$

$$y_0 = 2 y$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = y_0 R T_0$$

$$P \cdot \frac{7}{12} V = (y_0 + \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0}) R \frac{4}{3} T_0$$

$$P =$$

$$\frac{P}{P_0} = 4$$

$$P_0 = \frac{P}{4}$$

$$\frac{7}{12} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{y_0 + \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0}}{2 y_0}$$

$$P \cdot \frac{7}{12} V = (y_0 + \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0}) R \frac{4}{3} T_0$$

$$7 y_0 = y_0 + \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0}$$

$$P \cdot \frac{V}{6} = 2 y_0 R \frac{4}{3} T_0$$

$$y_0 + \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0} = 2 y_0$$

$$y_0 = \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0}$$

$$y_0 = \frac{V}{24} \cdot \frac{P}{P_0}$$

$$y_0 = \frac{V}{4}$$

$$P_{\text{чор}} + \frac{V}{4} = \frac{V}{4} \cdot \frac{P}{P_0} \cdot R T$$

$$P \cdot \frac{V_0}{6} = y_0 R T_0$$

$$P = \frac{V}{6} = 2 y_0 \cdot R T$$

$$P = 6 y_0$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

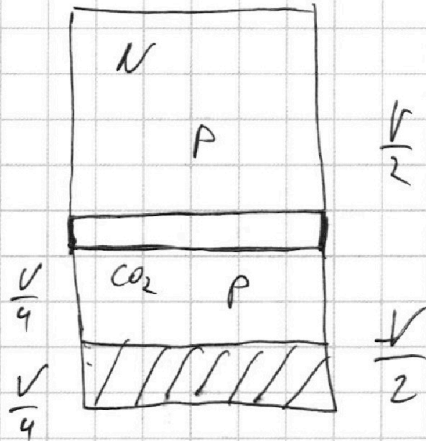
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------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

**МФТИ**

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



Н.М.В



$$P = \gamma R T_0$$

$T_0$

$$\Delta y = k p w$$

$$\Delta y_{\text{раср.}} = k w \cdot P_{\text{раср.}} = k \frac{V}{4} \cdot P_{\text{раср.}}$$

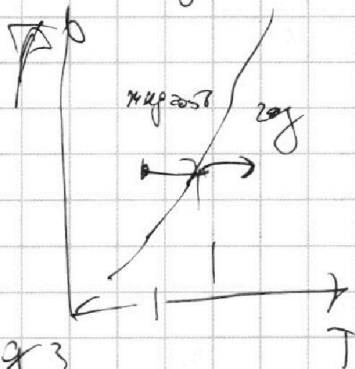
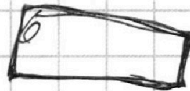
$$A = P \cdot \frac{dA}{dt} = F \cdot \frac{dL}{dt} = F \cdot w$$

$$P \cdot \frac{V}{2} = \gamma R T_0$$

$$P \cdot \frac{V}{4} = \gamma_{\text{CO}_2} R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{\gamma_{\text{CO}_2}}{\gamma} = 2$$

$$A_{\text{CO}_2} = A_{\text{CO}_2}$$



$$P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V_0}{6} = \gamma \cdot k \cdot \frac{V}{3} T_0$$

$$P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V_0}{2} = \gamma R T_0$$

$$\frac{P_{\text{CO}_2}}{P_0} = \frac{\gamma \cdot \frac{V}{3} T_0}{\frac{V}{2} T_0}$$

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{1}{2} P_0$$

$$\frac{10^5 \cdot 27}{15} = \frac{10^5 \cdot 27}{15}$$

$$\frac{270}{150} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{3}{4} \cdot 100 = 75^\circ \text{C}$$

$$405 \cdot \frac{27}{30}$$

$$405 \cdot \frac{27}{15}$$

$$15 \cdot 30 = \frac{450}{270}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

**МФТИ**

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



1.  $P = \text{const}$

$U(t), u_1 = 300 \text{ м}$

$F_k = 405 \text{ кН}$

$$\begin{array}{r} 405 \\ \times 3 \\ \hline 12150 \end{array}$$

$P = F \cdot v$

$A = F \cdot L$

$F = \frac{P}{v} \quad P = F_k \cdot v_k$

$$\begin{array}{r} 31 \\ 4 + \frac{3}{5} \\ \hline 2 \end{array}$$

$mq(u_1) = \frac{F_k \cdot v_k}{v_1} - F$

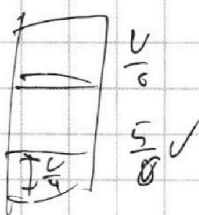
$F = \frac{k_k \cdot v_k}{v_1} - mq$

$$\begin{array}{r} 405 \quad 19 \\ \times 3 \\ \hline 1215 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \cdot 30 \\ \hline 12150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 405 \quad 27 \\ \times 3 \\ \hline 10935 \end{array}$$

$$15 \cdot 30 = 450 \cdot \frac{3}{5} = 270$$



$$\frac{3}{5} \quad \frac{4}{7} \quad \frac{40}{70} \quad \frac{41}{70}$$

$\frac{70}{70}$

$P_{\text{лог}} = y = \frac{P_{\text{ин}} \cdot v_1}{P_{\text{лог}} \cdot v_1} = \frac{270}{405} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$

$ay = k \cdot \frac{V}{q} \cdot P_0$

$y_0 + ay = \cos 2 \quad \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{20}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Handwritten solution on grid paper:

Top left:  $\frac{\sqrt{I}}{d} \quad E$

Top middle:  $+\frac{34ES}{d} \quad -\frac{366.5}{d} \quad +\frac{4ES}{d} \quad -\frac{4ES}{d}$  (The last two terms are circled together)

Left side (boxed):  
 $2IR + u_{3L} = u_L$   
 $u_{2L} - IR = u_L$   
 ~~$2IR$~~

Middle:  $\frac{q_2}{ES} = E = \frac{4}{d}$

Below middle:  $Eg = uq \Rightarrow q = \frac{4}{d} \cdot \frac{1}{u} \cdot 2q$  (The fraction  $\frac{4}{d}$  is circled)

Right side: Diagram of two parallel plates with arrows indicating electric field  $E$  pointing right.

Below middle:  $\frac{uV_2^2}{2} = \left( \frac{uV_2^2}{2} + q \cdot 4 \right)$  (The term  $\frac{uV_2^2}{2}$  is circled)

Below middle:  $\frac{uV_3^2}{2} = \frac{uV_2^2}{2} + q4$  (The term  $q4$  is circled)

Below middle:  $q4 \quad \frac{uV_2^2}{2} = \frac{uV_2^2}{2} + q4$  (The term  $q4$  is circled)

Below middle:  $\frac{uV_1^2}{2} = \frac{uV_2^2}{2} + q4$

Bottom middle:  $E = \frac{4}{d} \quad E = \frac{4}{d} \cdot \frac{2}{3}d$

Bottom right:  $\frac{uV_2^2}{2} + q \cdot 2q = \frac{uV_4^2}{2} + q \cdot \frac{4}{3}$

Bottom left: Diagram of two parallel plates with arrows indicating electric field  $E$  pointing right. Labels include  $\frac{4}{d}$ ,  $\frac{2}{3}$ , and  $0$ .

Bottom right:  $\frac{uV_1^2}{2} = \frac{uV_2^2}{2} + q4$  (The term  $q4$  is circled)





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

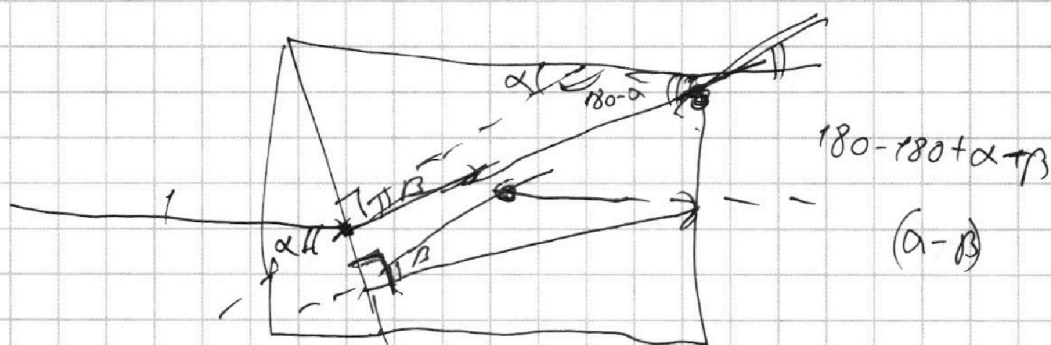
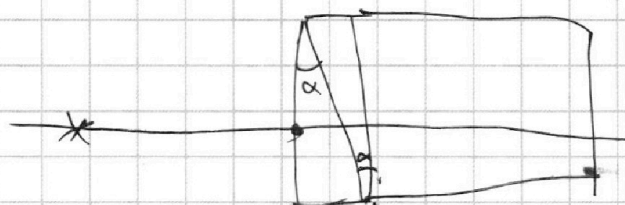
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

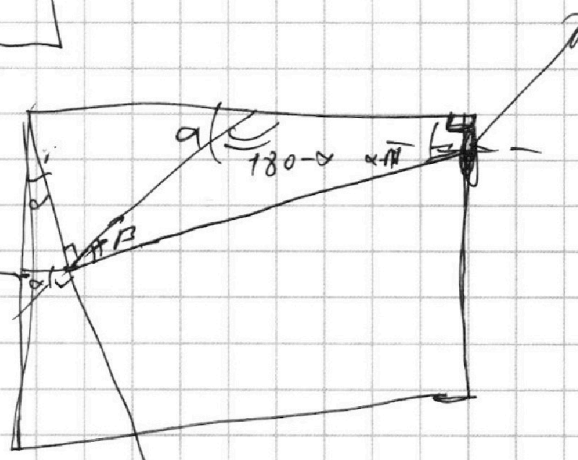
МФТИ

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

5.



$$h_2 \cdot \sin \alpha = h_1 \cdot \sin \beta$$
$$\beta = \frac{h_2}{h_1} \cdot \alpha$$



$$(\alpha - \beta) \cdot n_1 = p.$$

$$\left( \alpha - \frac{h_2}{h_1} \cdot \alpha \right) \cdot h_1^2 p$$

$$(n_1 - h_2) \alpha$$

$$360 - 180 - \alpha - \beta - 90$$

$$90 - (\alpha - \beta)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

МФТИ

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



1. ~~Ускорение к графику~~ -  $\frac{200}{280} \neq \frac{51}{70}$

1. Ускорение - касательная к графику  $v(t)$   $\frac{27}{20}$

В точке  $v_1$   $u_1$  графика  $3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^3$

$P_H \cdot \frac{V_0}{2} = y_H \cdot R T_0$   $P_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{\Delta y}{6} \cdot R T_0$   $\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3$

$P_H \cdot \frac{V_0}{4} = y_{CO_2} R T_0 \Rightarrow \frac{y_{CO_2}}{y_H} = 2 \quad \frac{y_H}{y_{CO_2}} = 2 \quad \delta = \epsilon \cdot R T_0 = R T = 3 \cdot 10^3$

$\Delta y = k P_0 \cdot \frac{V}{4}$   $y_H$   $P_{y_{CO_2}}$  иorra нет

$P' \cdot \frac{V}{6} = y R \frac{4}{3} T$   $\frac{P'}{P} = 4$   $P' \cdot \frac{7}{12} V = (y_0 + \Delta y) R T$

$P_H \cdot \frac{V_0}{2} = y R T$   $P' \cdot \frac{V}{6} = 2 y_0 R T \Rightarrow$

$\frac{7}{2} = \frac{y_0 + \Delta y}{2 y_0}$   $\frac{V}{6} = \frac{V}{6}$   $\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{V}{6}$

$\frac{7}{2} = \frac{y_0 + \Delta y}{2 y_0}$   $\delta y = \Delta y$   $y_H = \frac{\Delta y}{6}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

$$3 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^3$$

$$3 \cdot \frac{3}{5}$$

$$\frac{5}{7} + \frac{3}{7} \cdot \frac{9}{5} = \frac{47}{35}$$

$P_0$

$$P_{\text{max}} = \frac{4}{7} P_0 + \frac{3}{7} P_0 (RT)$$

$$\frac{9}{5} \cdot \frac{3}{7} P_0 (P_{\text{атм}} + P_{\text{порг}}) = P_{\text{exp}} = 4 P_{\text{атм}}$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{2 \gamma_0 R T_0}{V_0}$$

$P_{\text{атм}}$

$$P_{\text{порг}} = \frac{47}{35} P_0$$

$$P_{\text{max}} = \frac{47}{35} \left( \frac{P_{\text{атм}} + P_{\text{порг}}}{4} \right)$$

$$\Delta y = k \frac{2 \gamma_0 R T_0}{V_0} \cdot \frac{V_0}{4} = \frac{\gamma_0 k R T_0}{2}$$

$$\frac{7}{6} P_{\text{exp}} = \frac{4 P_0}{6} + \frac{1}{2} k P_0 R T$$

$$(P_0 + P_{\text{порг}}) \frac{3V}{T_2} = \dots$$

$$P_{\text{max}} \cdot \frac{7}{12} V_0 = \gamma_0' R T$$

$$P_{\text{exp}} \cdot \frac{V_0}{6} = \gamma_0 R T$$

$$k P_0 R T$$

$$P_{\text{max}} \cdot \frac{7V}{12} = \gamma_0 (1 + k T_0) R T$$

$$4 P_{\text{max}} - \frac{47}{35} P_{\text{max}} = \frac{47}{35} P_{\text{атм}}$$

$$P_0 = \frac{P}{4} = P_{\text{атм}}$$

$$P_{\text{атм}} \cdot \frac{V}{4} = \gamma_0 k T_0$$

$$\gamma_0' R T$$

$$(\gamma_0 + k \cdot w \cdot P_0) R T$$

$$\frac{7}{6} V_0 P_{\text{max}} = 2 \gamma_0 P_0 R T \frac{35}{140}$$

$$\gamma_0 R T + k w P_0 R T$$

$$\frac{7}{6} V_0 P_{\text{max}} - P_{\text{exp}} \cdot \frac{V_0}{6} = 2 \gamma_0 P_0 R T \cdot \frac{V_0}{4} \quad P_{\text{exp}} \cdot \frac{V_0}{6} = 2 \gamma_0 R T$$