



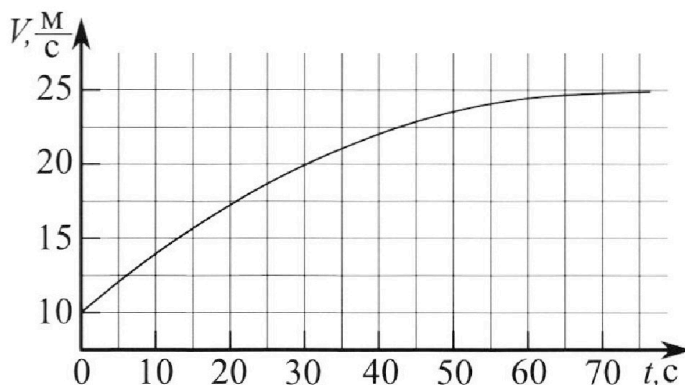
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $V_1 = 20$  м/с.
- Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $V_1$ .
- Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $V_1$ ?

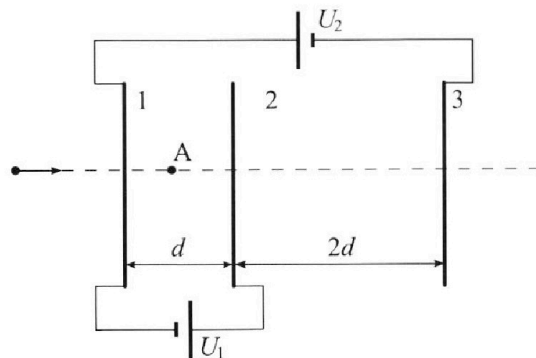
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

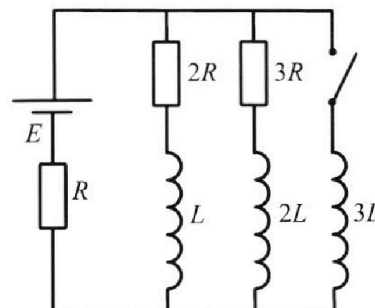
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  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  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 194$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

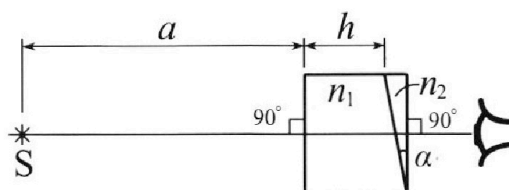


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

р/

$$V_k = V_0 + at$$

$$20 = 10 + a \cdot 30$$

$$10 = a \cdot 30$$

$$a = \frac{1}{3} = 0,333 \text{ м/с}^2$$

$$F_1 - 20 \cdot 20 = \frac{1}{3} \cdot 1800 = 600$$

$$F_1 - 400 = 600$$

$$F_1 = 1000 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,333; 1000.

В начале  $a = 0 \Rightarrow$

$$F_k - dV = 0$$

$$500 = d \cdot 25 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = 20$$

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 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!

$$\frac{25 p_0 \cdot 11 V}{8} - 11 V p_H = \gamma_a \parallel R T \cdot 20$$

$$\frac{55 p_0 V}{32} - \frac{11 V p_H}{20} = \gamma_a \parallel R T$$

$$\frac{25 \cdot p_0 \cdot 11 V}{8 \cdot 20} - \frac{11 V p_H}{20} = \gamma_a \parallel R T$$

$$\frac{55 p_0 V}{32 R T} - \frac{11 V p_H}{20 R T} = \gamma_a \parallel$$

$$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4} = \frac{9 \gamma_a V}{11} - \frac{p_{\text{атм}} V}{10 R T} = \frac{9}{11} \left( \frac{55 p_0 V}{32 R T} - \frac{11 V p_H}{20 R T} \right) = \frac{p_{\text{атм}} V}{10 R T}$$

$$= \frac{45 p_0 V}{32 R T} - \frac{9 V p_{\text{атм}}}{20 R T} - \frac{2 p_{\text{атм}} V}{20 R T} = \frac{45 p_0 V}{32 R T} - \frac{11 V p_{\text{атм}}}{20 R T}$$

$$R T \frac{k p_0}{4} = \frac{45 p_0}{32} - \frac{11 p_{\text{атм}}}{20} \quad / 4$$

$$\frac{37}{185} \quad \frac{185/5}{37}$$

$$k R T p_0 = \frac{45 p_0}{8} - \frac{11 p_{\text{атм}}}{5}$$

$$\frac{11 p_{\text{атм}}}{5} = \frac{45 p_0 - 8 k R T p_0}{8}$$

$$= p_0 \left( \frac{45 - 8 k R T}{8} \right)$$

$$\frac{88 p_{\text{атм}}}{5(45 - 8 k R T)} = p_0 = \frac{88 p_{\text{атм}}}{5(45 - 8 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3)} =$$

$$= \frac{88 p_{\text{атм}}}{5(45 - 8)} = \frac{88}{186} p_{\text{атм}}$$

Ответ:  $\frac{v_1}{v_2} = 2$ ;  $p_0 = \frac{88}{186} p_{\text{атм}}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

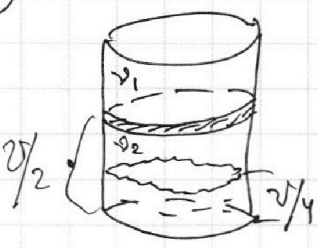
|                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------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

н 2

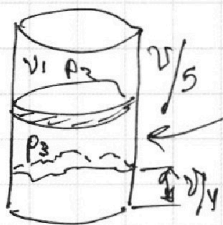
1)



т.к. изначально поршень находится  
по середине, то поршень делит  $V$  на  
2 объема  $\frac{V}{2} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \Rightarrow \frac{254}{258} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$   
 $p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 \Rightarrow 2 = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \nu_1 = 2\nu_2$

$\Delta V = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}$

2)



$V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11V}{20}$   
т.к. у нас  $T = T_{\text{кипения воды}}$ , то  
 $p_2 = p_3 + p_{\text{нас}}$   $p_{\text{нас}} = p_{\text{атм}}$

$p_2 \cdot \frac{V}{5} = \nu_1 R T$   
 $p_3 \cdot \frac{11V}{20} = \nu_{\text{all}} R T$

$p_{\text{атм}} + \frac{20 \nu_{\text{all}} R T}{11V} = \frac{5 \nu_1 R T}{V} \cdot \frac{1}{5}$   
 $\frac{\nu_{\text{атм}}}{5} + \frac{4 \nu_{\text{all}} R T}{11} = \nu_1 R T$

$$\frac{\nu_{\text{атм}}}{5 R T} + \frac{4 \nu_{\text{all}} R T}{11 R T} = \nu_1 = 2 \nu_2$$

$$\frac{p_{\text{атм}} V}{5 R T} + \frac{4 \nu_{\text{all}}}{11} = \nu_1 = 2 \nu_2 \quad \nu_2 = \frac{p_{\text{атм}} V}{10 R T} + \frac{2 \nu_{\text{all}}}{11}$$

$$\Delta V = \nu_{\text{all}} - \nu_2 = \frac{9 \nu_{\text{all}}}{11} - \frac{p_{\text{атм}} V}{10 R T}$$

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 = \frac{\nu_1 R \cdot 4T}{5} & \frac{5 p_0 V}{8} = \nu_1 R T & \frac{5 p_0 V}{8 p_2 V} = 1 & 25 p_0 = 8 p_2 \\ p_2 \frac{V}{5} = \nu_1 R T & p_2 \frac{V}{5} = \nu_1 R T & \frac{5 p_0 V}{8 p_2 V} = 1 & p_2 = \frac{25 p_0}{8} \end{cases}$$

$$p_3 = p_2 - p_{\text{н}} = \frac{25 p_0}{8} - p_{\text{н}} = \frac{\nu_{\text{all}} R T \cdot 20}{11 V} \quad * p_{\text{н}} = p_{\text{атм}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

$$2) \varphi_1 = \frac{q_2}{2\epsilon_0} \cdot d + \frac{q_3}{2\epsilon_0} \cdot 2d = \frac{4\epsilon_0}{2d} \cdot d + \frac{3d \cdot (-34\epsilon_0)}{2d} =$$

$$= \frac{4}{2} - \frac{9}{1} = -\frac{5}{2} = -2.5$$

$$\varphi_2 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} d + \frac{q_3}{2\epsilon_0} 2d = \frac{4\epsilon_0}{2 \cdot 2\epsilon_0} d - \frac{3 \cdot 4\epsilon_0 \cdot 2d}{2d \cdot 2\epsilon_0} = \frac{4}{2} - \frac{3 \cdot 4}{2} = -4$$

$$k_1 + q(-2.5) = k_2 + q(-4)$$

$$k_1 - k_2 = -q \cdot 2.5 + q \cdot 4 = q \cdot 1.5$$

$$3) \frac{m v_0^2}{2} = W_{\text{тр}} + k_e$$

$$\varphi_A = \frac{q_1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{2d}{3} + \frac{q_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{8d}{3} = \frac{4\epsilon_0}{2\epsilon_0 d} \cdot \frac{d}{3} + \frac{4\epsilon_0}{2d \cdot 2\epsilon_0} \cdot \frac{2d}{3} =$$

$$= \frac{4 \cdot 4\epsilon_0 \cdot \frac{2d}{3}}{2d \cdot 2\epsilon_0} = \frac{4}{6} + \frac{4}{6} - 2 = \frac{4}{3} - \frac{6}{3} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = -\frac{5qU}{3} + \frac{m v_k^2}{2}$$

$$3m v_0^2 = -10qU + 3m v_k^2$$

$$3m v_0^2 + 10qU = 3m v_k^2$$

$$v_0^2 + \frac{10qU}{3m} = v_k^2$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 + \frac{10qU}{3m}}$$

Обер:

- 1)  $\frac{qU}{md}$
- 2)  $qU$

$$3) \sqrt{v_0^2 + \frac{10qU}{3m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

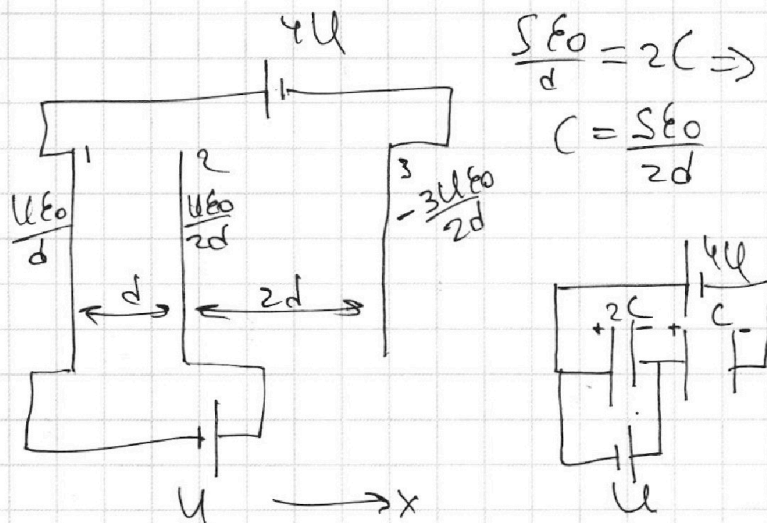
|                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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



13



$$\frac{S\epsilon_0}{d} = 2C \Rightarrow C = \frac{S\epsilon_0}{2d}$$

$$1) U = -\frac{q}{2C} \quad q = -2CU$$

$$4U = \frac{2CU}{2C} + U_C \quad U_C = 3U = \frac{q_C}{C} \quad q_C = 3UC \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_1 = 2CU \quad q_2 = 3CU - 2CU = CU$$

$$q_3 = -3CU$$

Тогда,  $d_1 \epsilon = q_1 = 2CU = 2U \frac{S\epsilon_0}{2d} \quad d_1 = \frac{U\epsilon_0}{d}$

$d_2 \epsilon = q_2 = CU = U \frac{S\epsilon_0}{2d} \quad d_2 = \frac{U\epsilon_0}{2d}$

$d_3 \epsilon = q_3 = -3CU = -3U \frac{S\epsilon_0}{2d} \quad d_3 = -\frac{3U\epsilon_0}{2d}$

$$E_A = \frac{1}{2\epsilon_0} (d_1 - d_2 + d_3) = \frac{1}{2\epsilon_0} \left( \frac{U\epsilon_0}{d} - \frac{U\epsilon_0}{2d} + \frac{3U\epsilon_0}{2d} \right) = \frac{U}{2d} - \frac{U}{4d} + \frac{3U}{4d} =$$

$$= \frac{U}{2d} + \frac{U}{2d} = \frac{2U}{2d} = \frac{U}{d} \quad (\text{где } E_A - \text{поле между 1 и 2})$$

$$F_A = E_A \cdot q = \frac{qU}{d}$$

$$ma = \frac{qU}{d} \quad \boxed{a = \frac{qU}{md}}$$





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!

$$\mathcal{E} = IR + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$3L dI_3 = 2R dq_1 + L dI_1$$

$$\mathcal{E} dt = dq_1 \cdot R + 3L dI_3$$

$$\mathcal{E} dt - R dq_1 = 3L dI_3$$

4) Уст. состояние в конце:

$$\dot{I}_3 = 0 \Rightarrow I_1 \text{ и } I_2 = 0 \text{ т.к. там есть } R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_3 = 0$$

$$RI_3 = \mathcal{E}$$

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

$$\Rightarrow \int_0^{I_3} 3L dI_3 = \int_0^{q_1} 2R dq_1 + \int_{I_1}^0 L dI_1$$

$$3LI_3 = 2Rq_1 - LI_1$$

$$3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = 2Rq_1 - L \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

$$\frac{3L\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = 2Rq_1$$

$$\frac{3L\mathcal{E}}{R} \left(1 + \frac{1}{11}\right) = 2Rq_1$$

$$\frac{3L\mathcal{E}}{R} \left(\frac{12}{11}\right) = 2Rq_1$$

$$\boxed{\frac{18L\mathcal{E}}{11R^2} = q_1}$$

Ответ:  $\frac{3\mathcal{E}}{11R}$ ,  $\frac{2\mathcal{E}}{11R}$ ,  $\frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$

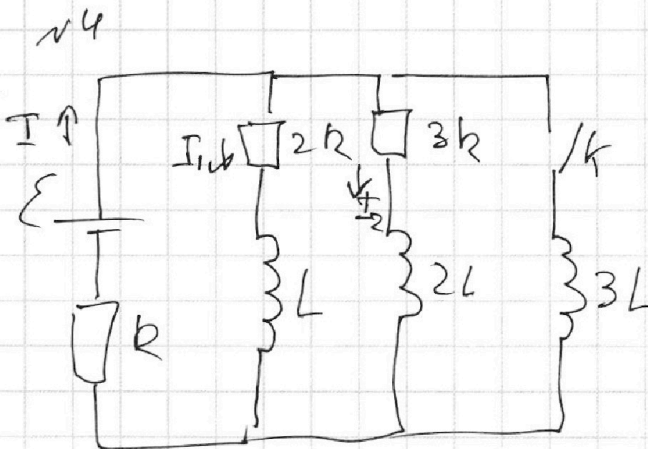
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



1) Уст. состояние  $\Rightarrow$

$$\dot{I}_1 = 0; \dot{I}_2 = 0$$

$$\epsilon = IR + I_1 \cdot 2R$$

$$\epsilon = IR + I_2 \cdot 3R$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{\epsilon - IR}{2R} = I_1, \quad \frac{\epsilon - IR}{3R} = I_2, \quad RI = \frac{\epsilon - IR}{2} + \frac{\epsilon - IR}{3} \quad | \cdot 6$$

$$6RI = 3\epsilon - 3IR + 2\epsilon - 2IR$$

$$11RI = 5\epsilon$$

$$I = \frac{5\epsilon}{11R} \Rightarrow I_1 = \frac{\epsilon - \frac{5\epsilon}{11}}{2R} = \frac{6\epsilon}{22R} = \frac{3\epsilon}{11R}$$

$$I_2 = \frac{2\epsilon}{11R}$$

$$I_{10} = I_1 = \frac{3\epsilon}{11R}$$

2) Через R ток I сразу не изменится  $\Rightarrow$

$$\epsilon = IR + 3L \frac{dI_3}{dt} \quad \epsilon - IR = 3L \dot{I}_3$$

$$\frac{6\epsilon}{11R} = 3L \dot{I}_3$$

$$\epsilon - \frac{5\epsilon}{11R} = 3L \dot{I}_3$$

$$\frac{2\epsilon}{11R} = \dot{I}_3$$

3)

$$\epsilon = IR + I_1 \cdot 2R + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\epsilon = \frac{dq}{dt} R + \frac{dq}{dt} \cdot 2R + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\epsilon dt = R dq + 2R dq + L dI_1$$



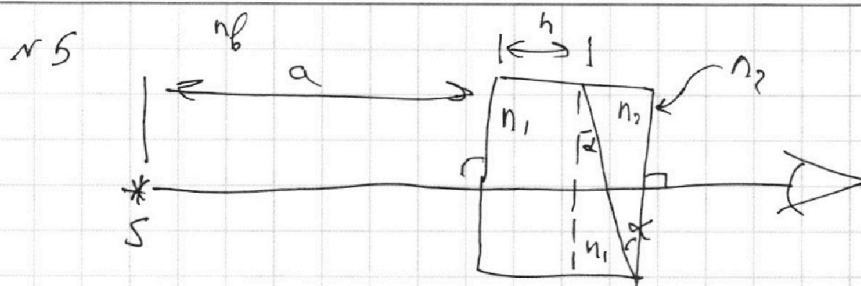
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

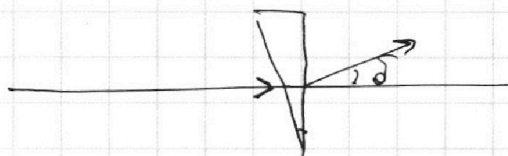
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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

МФТИ

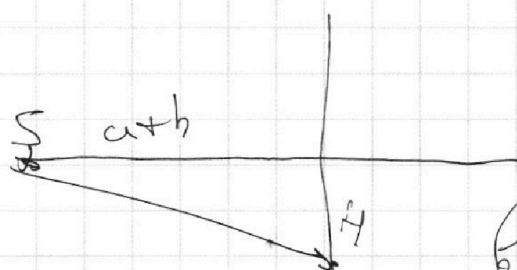
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



- 1)  $n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$  призмы как бы нет  
 $n_2 = 1,7.$   
 $\delta = \alpha(n-1) = 0,1(1,7-1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

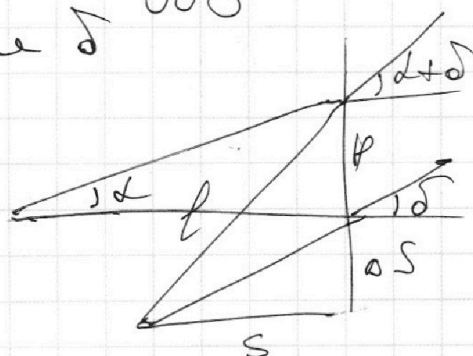


- 2)  $n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$  только клин будет входить  
 $n_2 = 1,7.$  т.к. клин тонкий, то мы можем его рассматривать как пластинку, которая отклоняет



Если лучи идут в верхней части от ГД

то они будут отклоняться вверх на одинаковый угол  $\delta$



$$\alpha = \frac{H}{l}$$

$$\alpha + \delta = \frac{H + \delta S}{S}$$

$$\frac{\delta S}{S} = \delta \quad \alpha + \delta = \frac{H}{S} + \delta$$

$$\frac{H}{l} + \delta = \frac{H}{S} + \delta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = l$$

$$\frac{\delta S}{S} = \delta = \frac{\alpha S}{l} \Rightarrow \alpha S = l \delta = l \alpha (n-1)$$

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

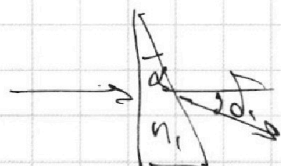
$$l = a + h \Rightarrow \Delta S = (a + h) \cdot (n - 1) = 0,07 \cdot (1,94 + 0,09) = 0,1421 \text{ (м)} = 14,21 \text{ см}$$

$$\begin{array}{r} \times 2,03 \\ 0,07 \\ \hline 0,1421 \end{array}$$

3)  $n_1 = 1,5$   
 $n_2 = 1,7$

Можно разбить световой  
пучок на плоско-  
паралельную пластину и  
два ~~световых~~ пучка  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  плоско-парал. уменьши расстояние,  
заменив себя на  $\frac{h}{n_1}$  воздуха



$$\delta_1 = a(n_1 - 1) = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1$$

Значит  $\delta_2 = 0,07$  (из (1))

Когда после первого пучка изобразит на

$$l = a + \frac{h}{n_1} \Rightarrow \Delta S_1 = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \cdot 0,1 = \left(0,135 + \frac{0,09}{1,5}\right) \cdot 0,1 = 0,14525 \text{ м}$$

После еще одна удаляет источник  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta S_2 = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \cdot 0,07 = 0,14525 \cdot 0,07 = 0,0101675 \text{ м}$$

$$\Delta S_{\text{общ}} = \Delta S_2 + \Delta S_1 = 0,14525 + 0,2075 = 0,35275$$

$$\begin{array}{r} \times 1,940 \\ 0,135 \\ \hline \times 2,075 \\ 0,28125 \\ \hline + 0,14525 \\ \hline 0,35275 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

5  
☒

6  
☐

7  
☐



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

Ответ  $0,07 \text{ рад}$ ;  $14,21 \text{ см}$ ;  ~~$35,725 \text{ см}$~~

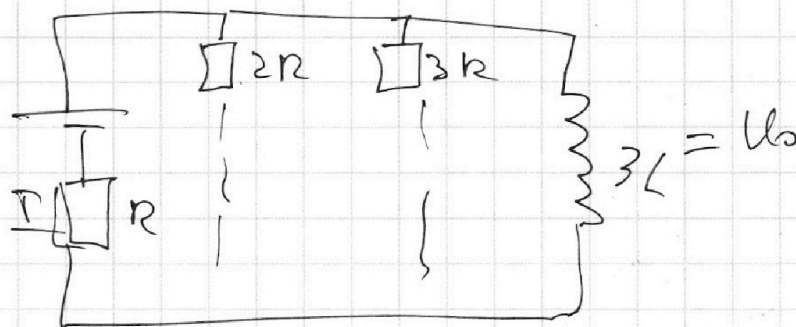
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$$E = IR \quad I_3 = I = \frac{E}{R} \Rightarrow \text{через } I_2 = 0$$

$$\int_0^{I_3} 3L dI_3 = \int_0^{I_3} 2R dI_3 + \int_0^{I_3} L dI_1 \quad I_1 = \frac{3E}{11R}$$

$$3L I_3 = 2R I_3 + L I_1 \quad \frac{3LE}{R} \left(1 + \frac{1}{11}\right) = 2R I_3$$

$$3L \cdot \frac{E}{R} = 2R I_3 + L \cdot \frac{3E}{11R} \quad \frac{3LE}{R^2} \left(\frac{12}{11}\right) = 2R I_3$$

$$\frac{3LE}{R} + \frac{3LE}{11R} = 2R I_3$$

$$\frac{18LE}{11R^2} = 2R I_3$$

$$F_k - 2V = 0$$

$$F_k = 2V \quad F_{uzk} = \frac{10 \cdot 500}{20} = 250$$

$$500 = 225 \quad \alpha = 20 \quad F(V) - \text{min} \Rightarrow$$

$$200 = 20V = \text{max}$$

~~250~~

~~250~~

$$250 - 20 \cdot 20 = 250$$

~~500~~

**250**

$$500 - 0,5 \text{ м/с}^2$$

~~250~~

$$F_k - 20 \cdot 20 = 1800 - 400 = 1400$$



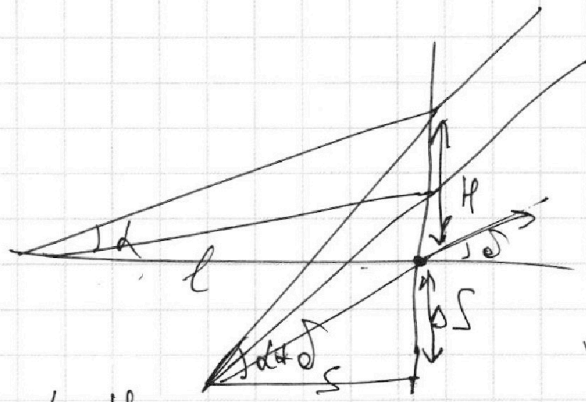
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\alpha = \frac{H}{l}$$

$$\alpha + \delta = \frac{H + \delta S}{S}$$

$$\frac{H}{l} + \delta = \frac{H + \delta S}{S}$$

$$\frac{H}{l} + \delta = \frac{H}{S} + \frac{\delta S}{S} \Rightarrow \frac{H}{l} + \delta = \frac{H}{S} + \delta$$

$$\frac{S H}{l} + S \delta = H + \delta S$$

$$S \left( \frac{H}{l} + \delta \right) = H + \delta S$$

$$S = \frac{(H + \delta S) l}{H + \delta S} = \frac{l \delta S + l H}{H + \delta S}$$

$$S \delta - \delta S = H - \frac{S H}{l}$$

$$S \delta - \delta S = H \left( 1 - \frac{S}{l} \right)$$

$$S_1 = S_2 = \frac{l \delta S + \frac{l H}{2}}{\frac{H}{2} + \delta S} = \frac{l \delta S + l H}{H + \delta S} = \frac{l \delta S}{\delta S} = \frac{\delta S}{\delta S}$$

$$l \delta S + l^2 \delta^2 S + \frac{l H^2}{2} + \delta = \frac{S}{\delta S}$$

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!

$\frac{H}{n_1}$

$$-dU = F \quad F = -dU$$

$$F_{\text{кр}} - dU = ma$$

$$F_{\text{кр}} - d \cdot U_1 = ma$$

$$\text{при } U = 20 - \text{начало}$$

$$a = 0$$

$$\Rightarrow F_{\text{кр}} - d \cdot 25 = 1800 \cdot a$$

$$F_{\text{кр}} - d \cdot 25 = 0$$

$$500 = d \cdot 25$$

$$25 \cdot 2 \cdot 10 = d \cdot 25$$

$$d = 20$$

$$\text{где } F_{\text{кр}} =$$

$$F_{\text{кр}}$$

$$dU$$

$$dU - 20U = ma$$

$$m \cdot 25 = 500$$

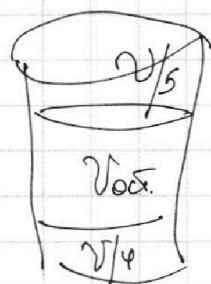
$$m = 20$$

$$v_{\text{all}} = v_{\text{ос}} + v_{\text{расб}} \leq$$

$$v_{\text{расб}} = k p \frac{V}{4}$$

$$pV = RT$$

$$p \cdot \frac{11V}{20} = v_{\text{ос}} \cdot RT$$



$$v_{\text{ос}} = V - \frac{V}{6} - \frac{V}{5} =$$

$$= V - \left( \frac{5V}{20} + \frac{4V}{20} \right) =$$

$$= V - \left( \frac{9V}{20} \right) = \frac{11V}{20}$$

$$v_{\text{ос}} = \frac{p \cdot 11V}{20 RT}$$

$$p = \frac{20 v_{\text{ос}} RT}{11V}$$

$$v_{\text{расб}} = k p \cdot \frac{V}{4} = k \cdot \frac{20 v_{\text{ос}} RT}{11V} \cdot \frac{V}{4}$$

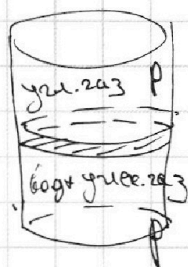
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



$$T = \frac{5T_0}{4} = 373 \text{ K}$$

$$\Delta V = k p \Delta \omega$$

$$pV_1 = \nu_1 R T_0$$

$$pV_2 = \nu_2 R T_0$$

$$\nu_2 = \nu_1 - \nu_1 \frac{\Delta V}{V_1}$$

$$\nu_2 = \nu_1 - \nu_1 \frac{\Delta V}{V_1}$$

$$\nu - \frac{\nu}{4} = \nu_{\text{max}} = \frac{3\nu}{4}$$

$$\nu_2 = \frac{3\nu}{4} - \nu_1$$

$$p \left( \frac{3\nu}{4} - \nu_1 \right) = \nu_1 R \frac{5T_0}{4}$$

$$4T = 5T_0$$

$$T_0 = \frac{4T}{5}$$

$$p p V_1 = \frac{4\nu_1 R T \cdot 5}{5 \cdot 2 k \cdot \nu_1 \cdot \nu_1}$$

$$\frac{4 p V_1}{3 p V_1 - 4 p V_1} = \frac{3 \nu_1}{3 \nu_1 - 4 \nu_1}$$

$$\frac{3 \nu_1 - 4 \nu_1}{3 \nu_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\nu}{3}$$

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{3 \nu - 4 \cdot \frac{\nu}{2}}{3 \cdot \frac{\nu}{2}} = \frac{2 \nu}{3 \nu} = \frac{2}{3}$$

$$\nu_1 = \nu_2 + \frac{\nu}{4}$$

$$\nu_1 + \nu_2 + \frac{\nu}{4} = \nu$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{3\nu}{4}$$

$$\nu_1 = \nu_2 + \frac{\nu}{4}$$

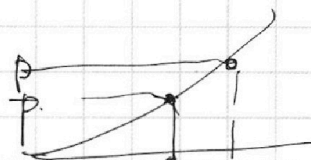
$$\nu_1 = \frac{\nu}{2}$$

$$\nu_2 + \frac{\nu}{4} = \frac{3\nu}{4}$$

$$\nu_2 = \nu_1 + \frac{\nu}{4}$$

$$\Delta V = -k p \Delta \omega$$

$$\Delta V = -k p \Delta \omega$$



$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$F(t) - dV = m a = \frac{dV}{dt} m$$

$$\int_0^T F(t) dt - \int_0^T dV = \int_0^T m dV$$

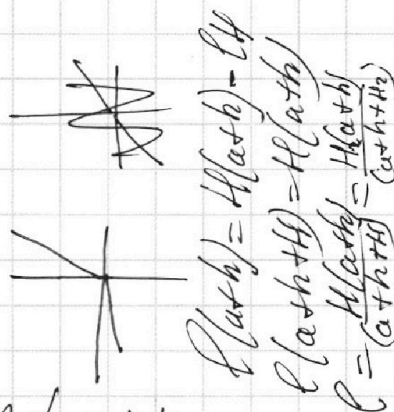
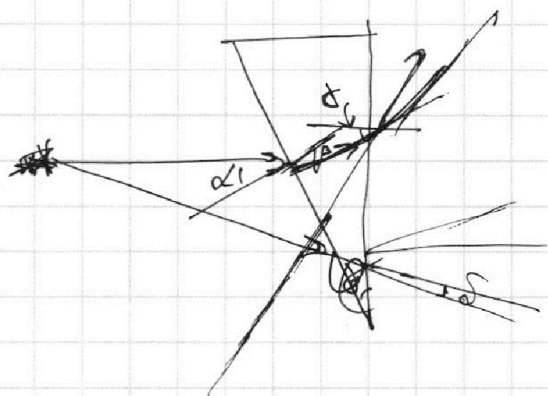
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

**МФТИ**



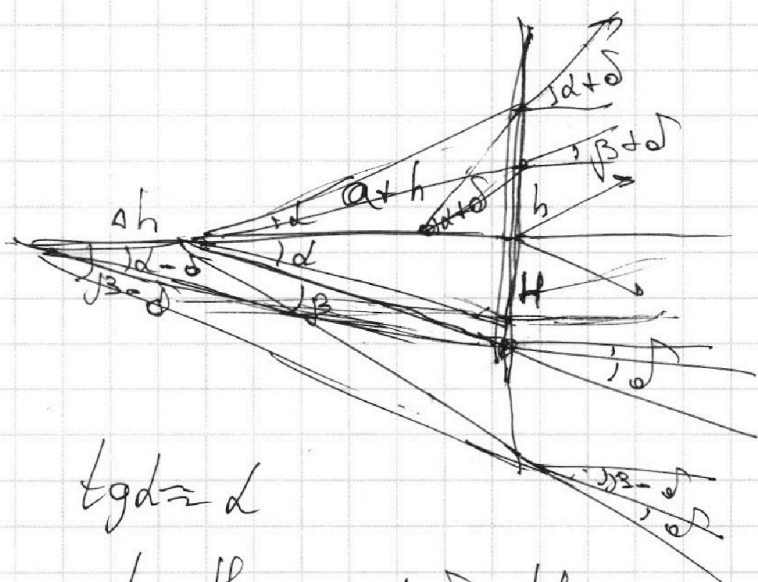
$$n_1 d = n_2 \beta$$

$$\alpha = \frac{n_2 \beta}{n_1} \rightarrow \delta_{\text{min}} > 1$$

$$\ell(a+h) = H(a+h) - H$$

$$\ell(a+h+H) = H(a+h)$$

$$\ell = \frac{H(a+h)}{a+h+H} = \frac{H(a+h)}{a+h+H}$$



$$\alpha = \frac{H}{a+h}$$

$$\alpha + \delta = \frac{H}{\ell}$$

$$\frac{H}{a+h} + \delta = \frac{H}{\ell}$$

$$\ell(a+h) = H(a+h) - H$$

$$\ell(a+h+H) = H(a+h)$$

$$\ell = \frac{H(a+h)}{a+h+H} = \frac{H(a+h)}{a+h+H}$$

$$\ell \alpha d \approx \delta$$

$$\alpha = \frac{H}{a+h}$$

$$\alpha + \delta = \frac{H}{\ell}$$

$$(a+h+\delta)(\alpha + \delta) = H$$

$$(a+h+\delta) \left( \frac{H}{a+h} + \delta \right) = H$$

$$(a+h+\delta)(H - (a+h)\delta) = (a+h)H$$

$$aH + hH + \delta H - (a+h)\delta a - (a+h)\delta h - \delta h(a+h) = (a+h)H$$

$$\delta H - \delta h(a+h) = (a+h)(a+h)$$

$$\delta H(1 - \frac{a+h}{H}) = a^2 + h^2$$

$$\delta H = \frac{a^2 + h^2}{1 - \frac{a+h}{H}}$$

$$\delta H - \delta h(a+h) = (a+h)(a+h)$$

$$= (a+h)(a+h)\delta$$

$$\delta H - \delta h(a+h) = (a+h)(a+h)\delta$$

$$\delta H = \frac{(a+h)(a+h)\delta}{1 - \delta(a+h)}$$



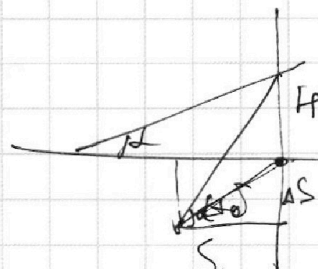
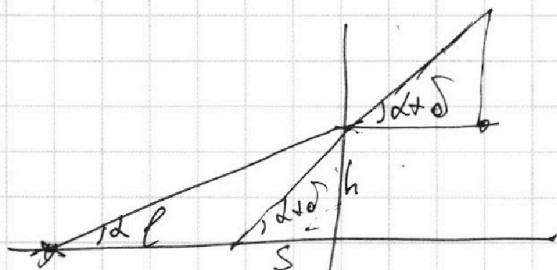
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$d = \frac{H}{l} \quad \alpha$$

$$d + \delta = \frac{l}{s}$$

$$\frac{H}{l} + \delta = \frac{l}{s}$$

$$H(l - s) + \delta s l = 0$$

$$l - s + \frac{\delta s l}{H} = 0$$

$$\delta = \frac{h}{s} \quad d + \delta = \frac{h}{s}$$

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

$$h = s(d + \delta)$$

$$d = \frac{s(d + \delta)}{l}$$

$$ld = sd + s\delta$$

$$s = \frac{ld}{d + \delta} \quad \frac{1}{s} = \frac{l}{d + \delta}$$

$$\frac{1}{l} + \frac{\delta}{ld}$$

$$d + \delta = \frac{H + \delta s}{s}$$

$$d + \delta = \frac{H}{l}$$

$$\frac{H + \delta s}{s} = \frac{H}{l}$$

$$s = \frac{l d}{d + \delta}$$

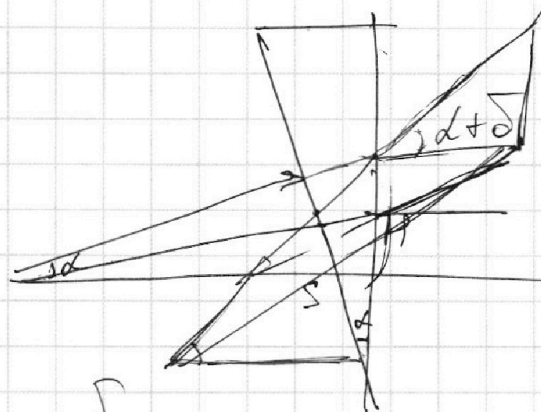
$$0,2 \quad 0,07$$

$$0,27 \quad 0,27$$

$$\left( \frac{2}{27} l \right)$$

$$s = \frac{l \cdot 0,3}{0,3 + 0,07}$$

$$\left( \frac{3}{37} \right)$$



$$H = ld$$

$$H = s(d + \delta)$$

$$H = s ld = s(d + \delta)$$

$$ld = sd + s\delta$$

$$s = \frac{ld}{d + \delta} = \frac{ld}{d + \delta}$$

$$\frac{d + d}{ld} = \frac{\delta}{ld} + \frac{d}{ld} = \frac{ld + \delta}{ld}$$

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!

$$\begin{aligned} \varphi_A &= \cancel{\frac{U}{3}} \cancel{\frac{U \epsilon_0}{d \cdot 2 \epsilon_0}} \cdot \frac{d}{3} + \frac{U \epsilon_0}{2 d \cdot 2 \epsilon_0} \cdot \frac{2d}{3} - \frac{3 U \epsilon_0}{2 d \cdot 2 \epsilon_0} \cdot \frac{2d}{3} \\ &= \frac{U}{6} + \frac{U}{6} - 2U = \frac{U}{3} - \frac{6U}{3} = -\frac{5U}{3} \end{aligned}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = -\frac{5Uq}{3} + \frac{m v_k^2}{2}$$

$$3m v_0^2 = -10Uq + 3m v_k^2$$

$$3m v_0^2 + 10Uq = 3m v_k^2$$

$$v_0^2 + \frac{10Uq}{3m} = v_k^2$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

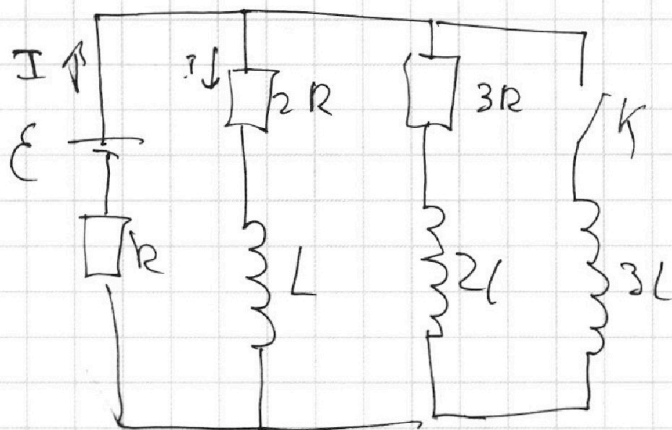
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------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

**МФТИ**



24



$$1) \text{ в } \infty \Rightarrow \vec{I}_1 = 0 \\ \vec{I}_2 = 0$$

$$E = IR + I_2 \cdot 2R \quad I_3 \cdot 3R + IR = E$$

$$\frac{E - IR}{2R} = I_2 \quad I_3 \cdot 3R = E - IR$$

$$I = \frac{E - IR}{2R} + \frac{E - IR}{3R} \quad 6I = \frac{3E - 3IR}{R} + \frac{2E - 2IR}{R}$$

$$I_2 = \frac{E - 5E}{2R} = -\frac{4E}{2R} = -\frac{2E}{R}$$

$$6IR = 5E - 5IR$$

$$IR = 5E \quad 11IR = 5E$$

$$I = \frac{5E}{11R}$$

$$IR = \frac{5E}{11}$$

$$I_2 = \frac{E - \frac{5E}{11}}{2R} = \frac{\frac{6E}{11}}{2R} = \frac{3E}{11R}$$

$$I_3 = \frac{E - \frac{5E}{11}}{3R} = \frac{\frac{6E}{11}}{3R} = \frac{2E}{11R}$$

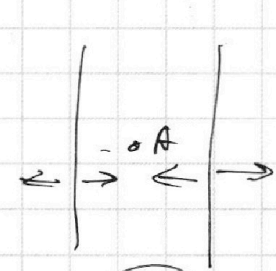
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/> |

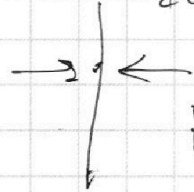
**МФТИ**

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



1

$$E_A = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3)$$



$$E_A = \frac{1}{2\epsilon_0} (\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3)$$

$$E_A = \frac{1}{2\epsilon_0} \left( \frac{U\epsilon_0}{d} - \frac{U\epsilon_0}{2d} + \frac{3U\epsilon_0}{2d} \right) =$$

$$= \frac{1}{2\epsilon_0} \left( \frac{U\epsilon_0}{d} + \frac{U\epsilon_0}{d} \right) = \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{2U\epsilon_0}{d} = \frac{U}{d}$$

2

$$K_1 + q\left(-\frac{U}{2}\right) = K_2 + q(-U)$$

$$\varphi_1 = \frac{U\epsilon_0}{2\epsilon_0} \frac{\sigma_2 \cdot d}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3 \cdot 3d}{2\epsilon_0} = d \left( \frac{U\epsilon_0}{2d \cdot 2\epsilon_0} - \frac{3U\epsilon_0}{2d \cdot 2\epsilon_0} \right) =$$

$$= d \left( \frac{U}{4d} - \frac{3U}{4d} \right) = d \left( -\frac{2U}{4d} \right) = -\frac{U}{2}$$

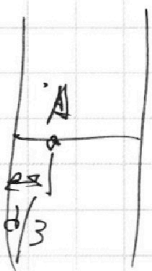
$$\varphi_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} d + \frac{\sigma_2 \cdot 2d}{2\epsilon_0} = d \left( \frac{U\epsilon_0}{2d \cdot 2\epsilon_0} - \frac{3U\epsilon_0}{2d \cdot 2\epsilon_0} \right) =$$

$$= \frac{U}{2} - \frac{3U}{2} = -U$$

$$K_1 - K_2 = -qU + q\left(\frac{U}{2}\right) = -q\frac{U}{2}$$

$$\frac{2d + 2d}{3} = \frac{4d}{3}$$

3



$$\frac{m v_0^2}{2} = W_n + W_k$$

$$\varphi_A = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \frac{d}{3} + \frac{\sigma_2 \cdot 2d}{2\epsilon_0 \cdot 3} + \frac{\sigma_3 \cdot d}{2\epsilon_0 \cdot 3}$$



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

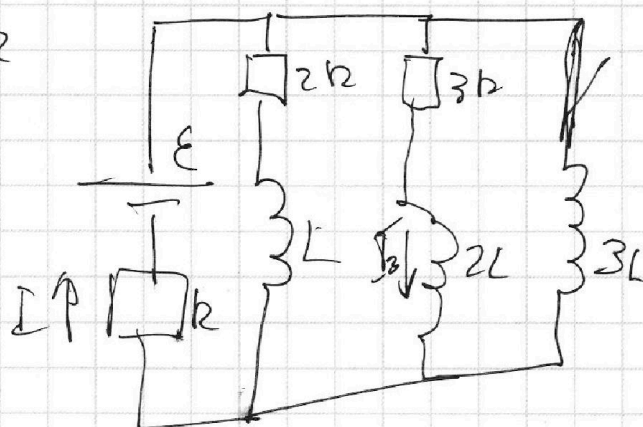
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

н 2



$$I = \frac{5\varepsilon}{11R}$$

$$\varepsilon - 3L \frac{dI_3}{dt} = IR$$

$$\varepsilon = \frac{5\varepsilon}{11} + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{6\varepsilon}{11} = 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\frac{2\varepsilon}{11} - L \frac{dI_3}{dt} = \dot{I}_3$$

$$\frac{2\varepsilon}{11L} = \dot{I}_3$$

н 3

$$\varepsilon - L \frac{dI_1}{dt} = I_2 \cdot 2R + IR$$

$$\varepsilon = I_2 \cdot 2R + IR + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\varepsilon dt = I_2 \cdot 2R dt + IR dt + L dI_1$$

$$\varepsilon dt = \frac{dq_2}{dt} \cdot 2R dt + I \frac{dq}{dt} R dt + L dI_1$$

$$\varepsilon dt = dq_2 \cdot 2R + R dq + L dI_1$$

$$\varepsilon dt = dq_2 \cdot 2R + R dq + L dI_1$$

$$\varepsilon - 3L \frac{dI_3}{dt} = IR$$

$$\varepsilon = \frac{dq}{dt} R + 3L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\varepsilon dt = dqR + 3L dI_3$$

$$\varepsilon dt - dqR = 3L dI_3$$

$$\varepsilon dt - R dq = dq_2 \cdot 2R + L dI_1$$

$$3L dI_3 = dq_2 + L dI_1$$

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!



$$p_0 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T$$

$$p_2 \frac{V}{5} = \gamma_1 R T$$

$$\frac{p_0 V}{2 p_2 V} = 1$$

$$5 p_0 = 2 p_2 \quad p_2 = \frac{5 p_0}{2}$$

$$p_3 = p_2 - p_H = \frac{5 p_0}{2} - p_H = \frac{20 \gamma_1 R T}{11 V}$$

$$p_3 \cdot \frac{11 V}{20} = \gamma_1 R T$$

$$p_3 = \frac{20 \gamma_1 R T}{11 V}$$

$$\frac{55 V p_0}{2} - p_H \cdot 11 V = 20 \gamma_1 R T$$

$$\frac{55 V p_0}{40 R T} - \frac{p_H \cdot 11 V}{20 R T} = \gamma_1$$

$$\frac{9 \gamma_1}{11} = \frac{9}{11} \left( \frac{55 V p_0}{40 R T} - \frac{p_H \cdot 11 V}{20 R T} \right) = \frac{45 V p_0}{40 R T} - \frac{9 p_H V}{20 R T} =$$

$$= k p_0 \frac{V}{4}$$

$$\frac{45 p_0}{40 R T} - \frac{9 p_H}{20 R T} = \frac{k p_0}{4} \quad | \cdot 4$$

$$\frac{9 p_0}{2 R T} - \frac{9 p_H}{5 R T} = k p_0$$

$$-\frac{9 p_H}{5 R T} = p_0 \left( k - \frac{9}{2 R T} \right)$$

$$+\frac{9 p_H}{5 R T} = p_0 \left( \frac{9}{2 R T} - k \right)$$

$$\frac{9 p_H}{5} = p_0 \left( \frac{9 - 2 k R T}{2} \right)$$

$$\frac{9 p_H}{5 R T} = p_0 \left( \frac{9 - 2 k R T}{2 R T} \right)$$

$$\frac{18 p_H}{5} = p_0 (9 - 2 k R T)$$

$$\frac{18 p_H}{5(9 - 2 k R T)} = p_0 = \frac{18 \cdot p_H}{5(9 - 2 \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3)} =$$

$$= \frac{18 p_H}{5 \cdot 7} = \frac{18}{35} p_H$$



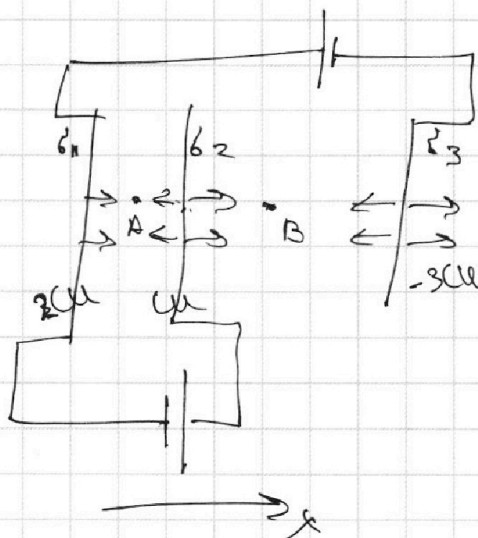
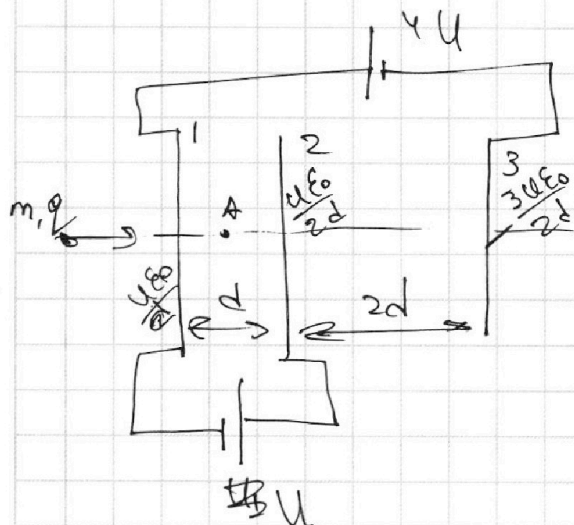
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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**

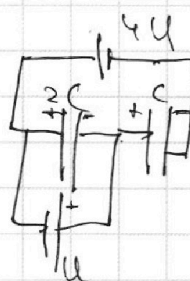
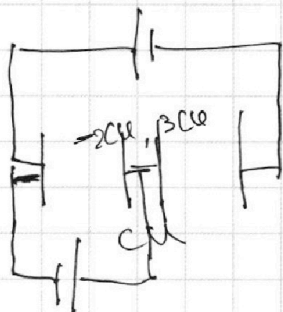
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E_A = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} - \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0}(q_1 - q_2 - q_3)$$

$$E_B = E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q_1}{2\epsilon_0} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} - \frac{q_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{2\epsilon_0}(q_1 + q_2 - q_3)$$

~~Handwritten scribbles~~



~~Handwritten scribbles~~

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_f S}{d}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_f S}{d} = \dots$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_f S}{2d} = \frac{1}{2} C_1$$

$$C = \dots$$

$$U = \frac{q}{2C}$$

$$q = 2CU$$

$$q = CU$$

$$U = \frac{q}{C}$$

$$4U = U + U_c$$

$$3U = U_c = \frac{q}{C}$$

$$3CU = q$$

$$3CU = q = 3U \frac{\epsilon_0 \epsilon_f S}{2d}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$q = UC = U \frac{\epsilon_0 \epsilon_f S}{2d} = \dots$$

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$

$$q = \delta S$$

$$\delta = \frac{U \epsilon_0 \epsilon_f S}{2d}$$

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!



$$V_{расв} = \frac{5kT_0 RT}{11}$$

$$\frac{V}{5}$$

$$p \frac{V}{5} = \gamma_1 RT$$

$$p \frac{11V}{20} = \gamma_{all} RT$$

$$V_{all} = V_{ос} + \frac{5kT_0 RT}{11} = V_{ос} \left(1 + \frac{5kRT}{11}\right) = V_{ос} \left(\frac{11+5kRT}{11}\right)$$

$$\frac{20 \cdot p \cdot V}{11 \cdot 5 \cdot p \cdot V} = \frac{\gamma_1 RT}{\gamma_{all} RT} = \frac{4 - \gamma_1}{11 - \gamma_{all}}$$

$$V_{ос} \cdot \frac{4}{11} = \gamma_1 \quad V_{ос} = \frac{11 \gamma_1}{4}$$

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{2}{3}$$

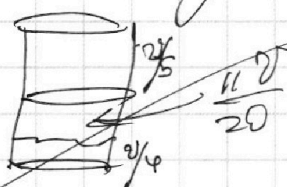
$$\gamma_2 = \frac{2}{3} \gamma_1 = \frac{2}{3} V_{ос} \cdot \frac{4}{11} = \frac{8}{33} V_{ос}$$

$$\frac{11 \cdot V_{all}}{11+5kRT} = V_{ос} \quad (\gamma_2) = \frac{8}{33} \cdot \frac{11 V_{all}}{11+5kRT} = \frac{8 V_{all}}{3(11+5kRT)}$$

$$V_{кор} = V_{all} - \gamma_2 = \frac{V_{all}(33+16kRT) - 8 V_{all}}{33+16kRT} = \frac{V_{all}(25+16kRT)}{33+16kRT}$$

$$V_{кор} =$$

В коре:



$$p \frac{V}{5} = \gamma_1 RT$$

$$p \frac{11V}{20} = \gamma_{all} RT$$

$$\frac{20 \cdot p \cdot V}{11 \cdot p \cdot V} = \frac{\gamma_1}{\gamma_{all}} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_{all}} = \frac{4}{11}$$

$$\gamma_1 = \frac{4}{11} V_{all}$$

$$\gamma_2 = \frac{2}{3} \gamma_1 = \frac{8}{33} V_{all}$$

$$pV = \frac{25}{8} \gamma_{all} = k p \frac{V}{4}$$

$$\frac{11 p V}{20 RT}$$

$$\frac{25}{2} \gamma_{all} = k p_1 V$$

$$\frac{5}{25} \cdot \frac{11 p V}{20 RT} = k p \frac{V}{4}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

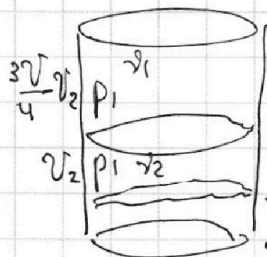
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------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

(1)



$$p_1 \left( \frac{3V}{4} - V_2 \right) = \gamma_1 R T_0$$

$$p_1 (V_2) = \gamma_2 R T_0$$

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$V_2 = \frac{V}{4}$$

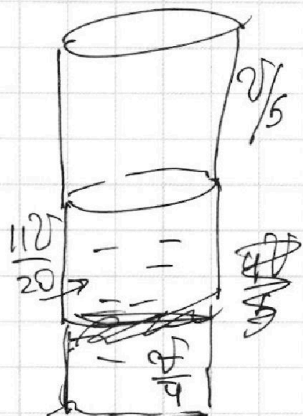
$$\frac{3V - 4V_2}{4V_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} =$$

$$= \frac{3V - 4 \cdot \frac{V}{4}}{4 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{2V}{V} = 2$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2 \quad \gamma_1 = 2\gamma_2$$

$$\Delta V = k p_1 \cdot \frac{V}{4}$$

(2)



$$p_{atm} + p_4 =$$

$$p_4 + p_3 = p_2$$

$$p_4 = p_{atm}$$

$$\frac{11V}{20} p_3 = \gamma_{all} R T$$

$$p_2 \frac{V}{5} = \gamma_1 R T$$

$$p_{atm} + \frac{\gamma_{all} R T \cdot 20}{11V} = \frac{5\gamma_1 R T}{V}$$

$$\frac{2p_{atm} V}{5RT} + \frac{\gamma_{all} R T \cdot 20 \cdot V}{5RT \cdot 11V} = \gamma_1$$

$$\frac{p_{atm} V}{5RT} + \frac{\gamma_{all} \cdot 4}{11} = \gamma_1 = 2\gamma_2$$

$$\frac{p_{atm} V}{10RT} + \frac{\gamma_{all} \cdot 2}{11} = \gamma_2$$

$$\Delta \gamma = \gamma_{all} - \gamma_2 = \gamma_{all} - \frac{\gamma_{all} \cdot 2}{11} - \frac{p_{atm} V}{10RT} = \frac{9\gamma_{all}}{11} - \frac{p_{atm} V}{10RT}$$

$$p_4 \frac{V}{2} = \gamma_1 R T$$

$$p_2 \frac{V}{5} = \gamma_1 R T$$

$$p_3 = \frac{\gamma_{all}}{2}$$

$$\frac{2\gamma_1}{2\gamma_2} = 1$$