



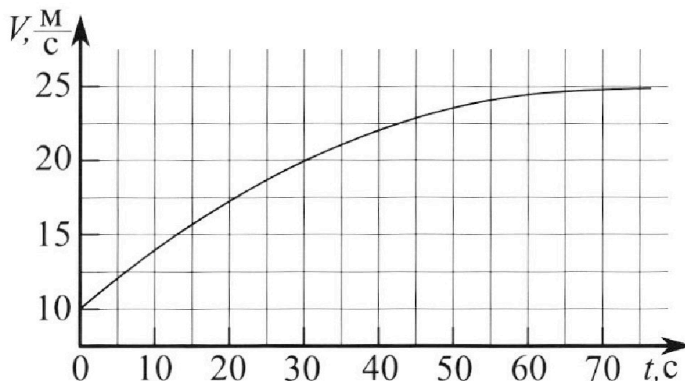
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $v_1 = 20$ м/с.

2) Найти силу тяги F_1 при скорости v_1 .

3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости v_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

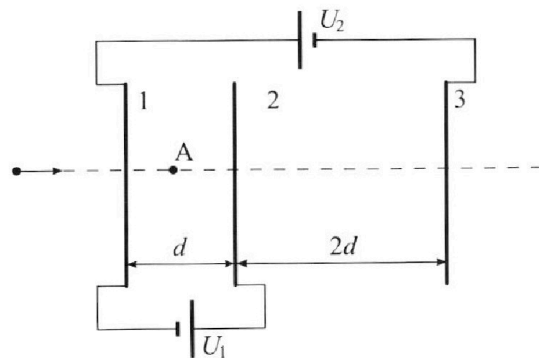
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением 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 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.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.

2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

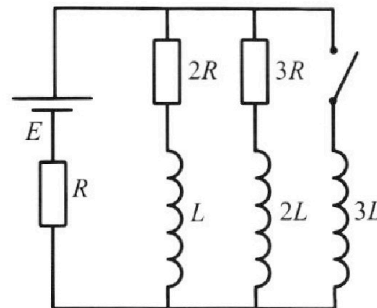
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

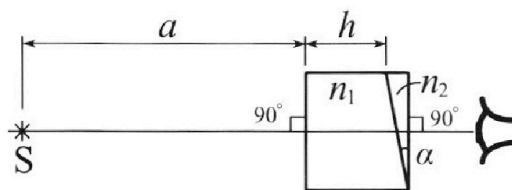


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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:

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)

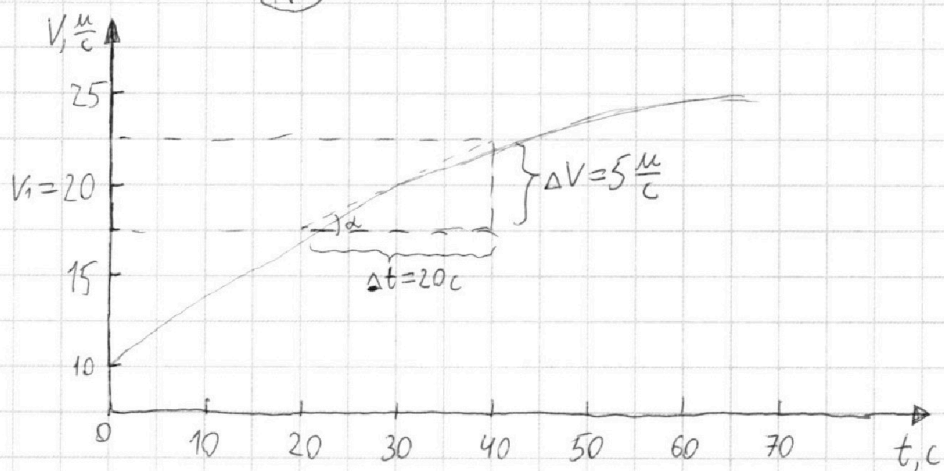
$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_{\text{сопр}} \sim v$$

(сила сопротивления ~ скорости)

$$(a \text{ при } V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}) a_1 = ?$$

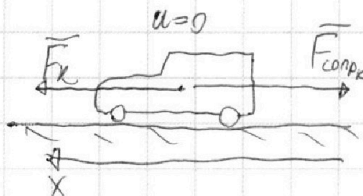


$F_1 = ?$ (при V_1) 1) Проводим касательную в точке, где $V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Касательная лежит под углом α к оси t . Угловый коэффициент касательной, — это $\text{tg } \alpha$. Производная касательной — это угловый коэффициент, т.е. $\text{tg } \alpha$. Производная точки с V_1 — это производная касательной $\Rightarrow$

$$\Rightarrow a_1 = \text{tg } \alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t} \approx \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \text{ с}} \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

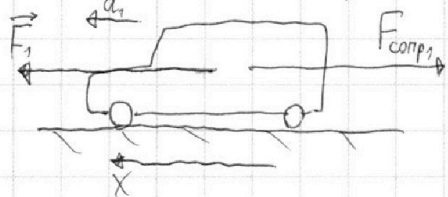
2) Пусть $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (конечная скорость автомобиля).

Пусть $F_{\text{сопр}} = \alpha V$, где α — коэффициент пропорциональности между V и $F_{\text{сопр}}$.
 В конечной состоянии $a_k = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.



$$\text{ОХ: } 0 = F_k - \alpha V_k \Rightarrow \boxed{\alpha = \frac{F_k}{V_k}}$$

В моменте, когда V_1 .



$$\text{ОХ: } m a_1 = F_1 - \alpha V_1 = F_1 - \frac{F_k}{V_k} \cdot V_1$$

$$F_1 = m a_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 500 \text{ Н} \cdot \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$(F_1 = 450 \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 950 \text{ Н})$$

$$3) (P_1 = F_1 \cdot V_1 = 950 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 19000 \text{ Вт} = 19 \text{ кВт})$$

Ответ: 1) $a_1 \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$2) F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 950 \text{ Н}$$

$$3) P_1 = F_1 \cdot V_1 = 19000 \text{ Вт} = 19 \text{ кВт}$$

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!



поршень невесомый,
теплопроводящий,
сначала делит V по-
полам.

гн. газ - верх

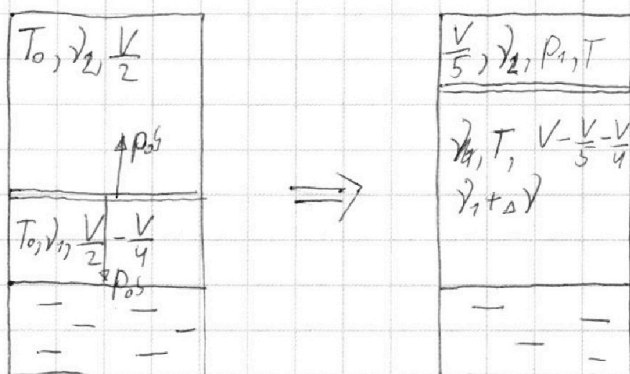
гн. газ и вода - вниз

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

жидкость: $V_* = \frac{V}{4}$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = ?$$

$$p_0 = ?$$



Пусть ν_1 - кол-во газа вверху в начале

ν_2 - кол-во газа внизу в начале.

По закону Менделеева-Клапейрона:

$$(1) p_0 \frac{V}{2} = \nu_2 R T_0$$

$$(2) p_0 \frac{V}{4} = \nu_1 R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{4}{2} = 2$$

По закону Генри, α углекислого газа растворено:
 $\Delta \nu = k p_0 \frac{V}{4}$. Да при достижении T весь углекислый
газ будет в газообразном состоянии.

По закону Клапейрона для верхней части:

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{p_1 \frac{V}{5}}{T} = \frac{p_1 \frac{V}{5} \cdot 4}{5T_0} = \frac{4p_1 V}{25T_0} \Rightarrow p_1 = \frac{25}{8} p_0 - \text{конечное дав-}$$

ление p_1 при T .

Давление водяных паров при T $p_{\text{атм}}$ $\Rightarrow$ в конечном
состоянии давление углекислого газа в нижней
части $\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}}$. По закону Менделеева-Клапей-
рона для него:

$$(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}})(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}) = (\nu_1 + \Delta \nu) R T$$



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!

$$\kappa_2 (2) \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{atm}}\right) \left(\frac{11}{20} V\right) = \left(\frac{p_0 V}{4RT_0} + \kappa p_0 \frac{V}{4}\right) RT$$

$$\frac{25 \cdot 11}{20 \cdot 8} p_0 - \frac{11}{20} p_{\text{atm}} = \frac{p_0 R \cdot \frac{5T_0}{4}}{4RT_0} + \frac{\kappa RT}{4} p_0 = \frac{5}{16} p_0 + \frac{\kappa RT}{4} p_0$$

$$\frac{55}{32} p_0 - \frac{5}{16} p_0 - \frac{\kappa RT}{4} p_0 = \frac{11}{20} p_{\text{atm}}$$

$$p_0 \left(\frac{45}{32} - \frac{\kappa RT}{4}\right) = \frac{11}{20} p_{\text{atm}} \Rightarrow \boxed{p_0 = \frac{11 p_{\text{atm}}}{20 \left(\frac{45}{32} - \frac{\kappa RT}{4}\right)}}$$

$$p_0 = \frac{11}{20 \left(\frac{45}{32} - \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{4}\right)} = \frac{11 p_{\text{atm}}}{20 \left(\frac{45}{32} - \frac{8}{32}\right)} = \frac{11 \cdot 32 p_{\text{atm}}}{20 \cdot 37} = \frac{88}{185} p_{\text{atm}}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_2}{\nu_1} = 2$

$$2) p_0 = \frac{11 p_{\text{atm}}}{20 \left(\frac{45}{32} - \frac{\kappa RT}{4}\right)} = \frac{88}{185} p_{\text{atm}}$$

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!

$$U = \frac{-q_2 d}{\epsilon_0 S} \Rightarrow q_2 = \frac{-U \epsilon_0 S}{d}$$

Участок 2-3: $U_2 + U_1 = 5U = \frac{q_1 + q_2}{\epsilon_0 S} \cdot 2d = \frac{-U \epsilon_0 S + q_1}{\epsilon_0 S} \cdot 2d =$
 $= 2U + \frac{q_1 \cdot 2d}{\epsilon_0 S}$

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

Скорость V_0 у частицы только на бесконечном расстоянии, где $\varphi = 0$, а также в Т. В, где $\varphi = 0$ и $|\varphi_1 - \varphi_2| = 2 \frac{U_2}{2} = 2U$ и $|\varphi_3 - \varphi_2| = 2U$.

$$2U = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} x = U_1 + \frac{q_1 x}{\epsilon_0 S} \quad \frac{U_2}{2} = U_2 + U_1 - \frac{(q_1 + q_2)}{\epsilon_0 S} \cdot x$$

$$3U = \frac{q_1 + q_2}{\epsilon_0 S} x = \frac{5}{2} \cdot \frac{U \epsilon_0 S}{d} \cdot x = \frac{5}{2} U \cdot \frac{x}{d} \Rightarrow x = \frac{6}{5} d$$

т.е., на расстоянии $x = \frac{6}{5} d$, скорость частицы V_0 . Там находится точка В.

Ищем

$$303: \frac{mV_A^2}{2} - E_{12} \cdot q \cdot \frac{2d}{3} + E_{23} \cdot q \cdot \frac{6}{5} d = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{12} \cdot d = U &\Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d} \\ E_{23} \cdot 2d = 5U &\Rightarrow E_{23} = \frac{5U}{2d} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} - \frac{2}{3} Uq + 3Uq = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{7}{2} Uq$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{7qU}{m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{7qU}{m}}$$

Ответ: 1) $a = \frac{qU}{md}$

2) $K_1 - K_2 = -qU$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{7qU}{m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

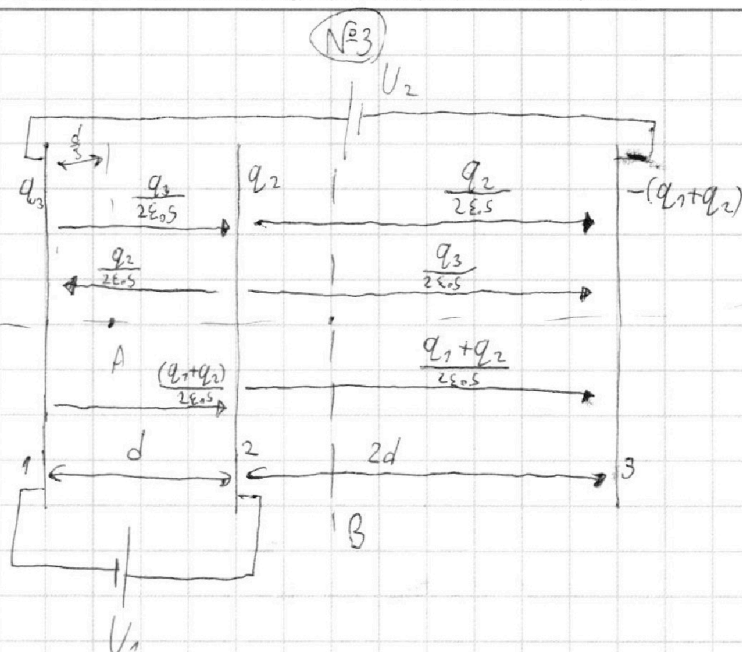
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$d, 2d,$
 $U_1 = U,$
 $U_2 = 4U,$
 $m, q > 0,$
 V_0
 $K_{12} = ?$
 $2) K_1 - K_2 = ?$
 $3) V_A = ?$
 (А как $\frac{d}{3}$ от
 сетки 1)



Пусть потенциал на сетке 3 $\varphi_3 = 0$. Тогда $\varphi_1 = \varphi_3 + U_2 = 4U$. $\varphi_2 = \varphi_1 + U_1 = 5U$

$$1) \Delta\varphi_{12} = U = E_{12} \cdot d = \frac{F}{q} \cdot d = \frac{ma}{q} \cdot d \Rightarrow a = \frac{qU}{md}$$

$$2) \text{По ЗСЗ: } K_1 - K_2 = A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -qU$$

$$\Rightarrow K_1 - K_2 = -qU$$

3) Пусть q_1, q_2, q_3 - заряды сеток 1, 2, 3 соответственно.

$$\text{ЗСЗ: } q_1 + q_2 + q_3 = 0, \text{ Пусть } q_3 < 0 \Rightarrow q_3 = -(q_1 + q_2)$$

Напряженность на пластинах и сетках находится по формуле $E = \frac{q}{2\epsilon_0 s}$, согласно теореме Гаусса. Распределение изображено на картинке.

$$\text{Рассмотрим участок 1-2: } \Delta U_{12} = U = \left(\frac{q_3}{2\epsilon_0 s} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 s} + \frac{(q_1 + q_2)}{2\epsilon_0 s} \right) d$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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



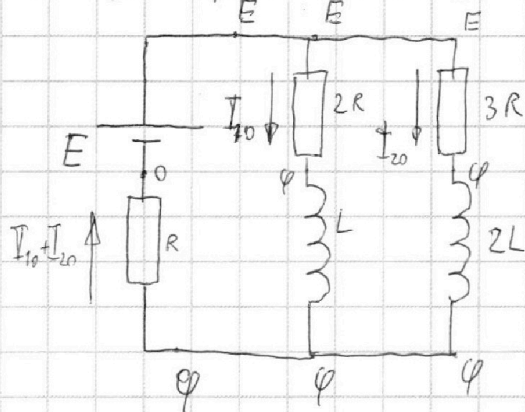
(№4)

1) $I_{10} = ?$

В уст. режиме $V_L = 0$ и $V_{2L} = 0$.

2) $\dot{I} = ?$

3) $q_1 = ?$



используем
метод
узлового
потенциала

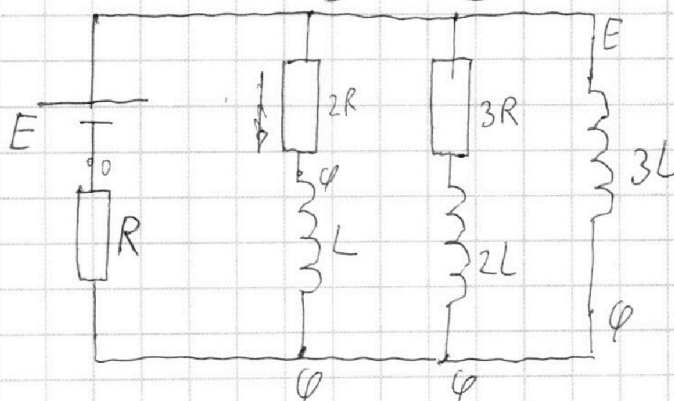
$$1) E - \varphi = I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$E = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20}) R = 2I_{10}R + \frac{5}{3} I_{10}R = \frac{11}{3} I_{10}R$$

$$I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

2) q_1 сразу. Ток на катушке скачком не
меняется. $\Rightarrow I_{0\text{БШ}} = I_{10} + I_{20}$

метод узлового
потенциала



$$U_{3L} = E - \varphi = I_{10} \cdot 2R = \frac{3E}{11} \cdot \frac{3E}{11R} \cdot 2R = \frac{6E}{11} = 3L \cdot \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{2E}{11L}$$

3) Рассмотрим участок цепи в произ-
вольный момент времени:

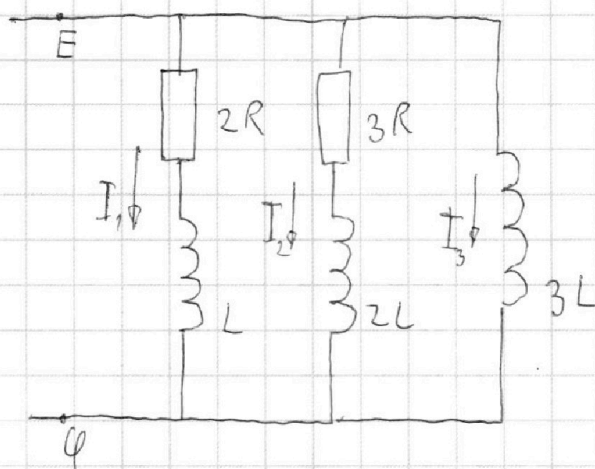
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$E - \varphi = 2I_1 R + L \dot{I}_1$$

$$E - \varphi = 3L \cdot \dot{I}_3$$

$$2I_1 R + L \cdot \frac{dI_1}{dt} = 3L \cdot \frac{dI_3}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$2R \cdot I_1 dt + L \cdot dI_1 = 3L \cdot dI_3$$

$$2R \cdot dq_1 + L dI_1 = 3L \cdot dI_1 (*)$$

Продифференцируем (*) от момента замыкания ключа до установившегося состояния:

$$2R \cdot q_1 + L(0 - I_{10}) = 3L(I_k - 0)$$

$I_k = \frac{E}{R}$, где I_k - ток в коротком состоянии.

$$2Rq_1 + L \cdot \frac{3E}{11R} = 3L \cdot \frac{E}{R} \Rightarrow 2Rq_1 = \frac{3EL}{11R} + \frac{33EL}{11R} = \frac{36EL}{11R}$$

$$q_1 = \frac{18EL}{11R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3E}{11R}$

2) $\dot{I} = \frac{2E}{11L}$

3) $q_1 = \frac{18EL}{11R^2}$

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!



$$d = 0,1 \text{ рад}$$

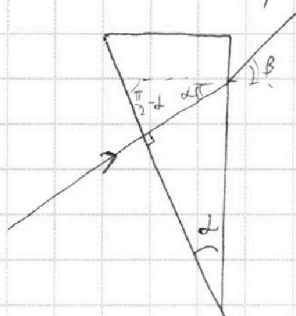
$$a = 194 \text{ см}$$

$$h = 9 \text{ см}$$

$$1) \beta = ?$$

$$2) L = ?$$

$$1) n_1 = n_3 = 1; n_2 = 1,7$$

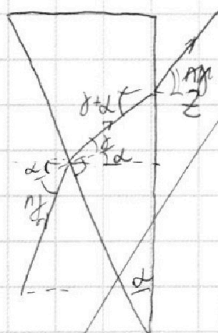


$$n_2 d = n_3 \beta \Rightarrow \beta = d \frac{n_2}{n_3}$$

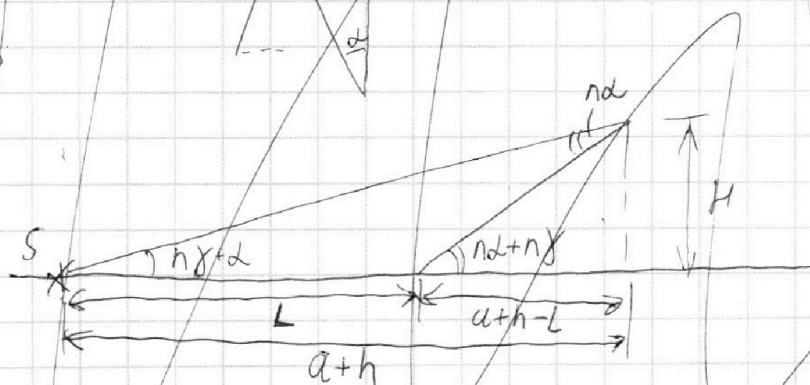
$$\beta = 1,7 \text{ рад} \quad (\beta = 0,17 \text{ рад})$$

$$2) n_1 = n_3 = 1; n_2 = 1,7$$

Пусть на призму падает луч под углом $n_2 \chi$.
Тогда призма преобразует его под углом χ .
Из рисунка видим:



$$n_2(\chi + d) = \chi \Rightarrow \chi = n_2 d + n_2 \chi$$



Поск. угол мал (параксимальн), то $\tan n_2 \chi \approx n_2 \chi + d$

$$n_2 \chi d = \frac{H}{a+h};$$

$$n_2 d + n_2 \chi = \frac{H}{a+h-L}$$

$$\text{и } \tan(n_2 d + n_2 \chi) \approx n_2 d + n_2 \chi$$

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!

МФТИ



~~$$\frac{1}{a+h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$~~

~~$$2) n_1 = n_3 = 1, n_2 = 1,7$$~~

~~L - малый угол.~~

~~$$\frac{1}{a+h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$~~

$$n_2 \gamma + d = \frac{H}{a+h} \Rightarrow H = n_2 a \gamma + h n_2 \gamma + d a + d h \quad (1)$$

$$n_2 d + n_2 \gamma = \frac{H}{a+h-L} \Rightarrow H = n_2 a d + n_2 h d - n_2 L d + n_2 a \gamma + n_2 h \gamma - n_2 L \gamma \quad (2)$$

$$n_2 a \gamma + h n_2 \gamma + d a + d h = n_2 a d + n_2 h d - n_2 L d + n_2 a \gamma + n_2 h \gamma - n_2 L \gamma$$

$$d a \left(\frac{1-n_2}{n_2-1} \right) + d h \left(\frac{1-n_2}{n_2-1} \right) = n_2 L d - n_2 h \gamma$$

$$L n_2 L d = d \left(\frac{n_2-1}{1-n_2} \right) (a+h) \Rightarrow L = (a+h) \left(\frac{n_2-1}{n_2} \right) =$$

$$= 203 \cdot \frac{0,7}{1,7} =$$

Ответ: 1) $\beta = d \frac{n_2}{n_0} = 0,17 \text{ pA}$

2) $L = (a+h) \cdot \frac{n_2-1}{n_2} = \frac{7}{17} \cdot 203$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☐	☐

МФТИ

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



№3

$d, 2d,$
 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 $m, q > 0,$
 V_0

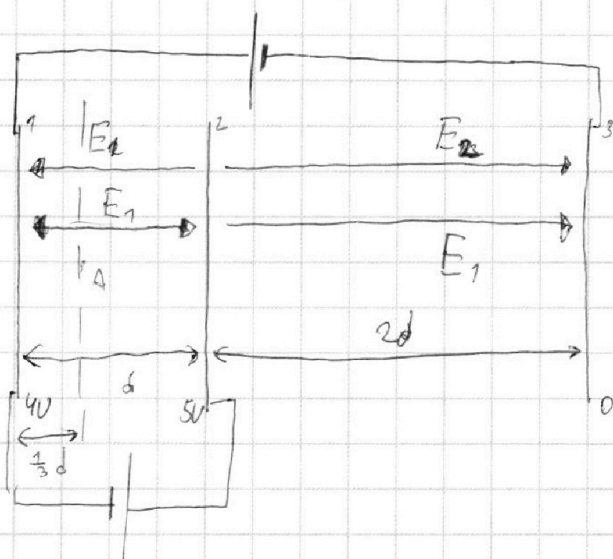
1) $a_{1-2} = ?$

2) $K_1 - K_2 = ?$

3) $V_A = ?$

(А на $\frac{d}{3}$ см
сетки 1)

m, q, V_0



Пусть потенциал на сетке 3 $\varphi_3 = 0$.

Тогда $\varphi_1 = \varphi_3 + U_2 = 4V$. $\varphi_2 = \varphi_1 + U_1 = 5V$

$$1) \varphi_2 - \varphi_1 = E_{12} d$$

$$E_{12} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d} = \frac{m a}{q}$$

$$\Rightarrow U = \frac{m a}{q} d$$

$$\Downarrow$$

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

(направлено в сторону сетки 1),

$$2) \text{По ЗСЭ: } K_1 - K_2 = A_{12} = -\vec{F}_{12} \cdot \vec{r} = -F_{12} \cdot d =$$

$$= -q E_{12} d = -q (\varphi_2 - \varphi_1) = -q U$$

$$\Rightarrow \boxed{K_1 - K_2 = -q U}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

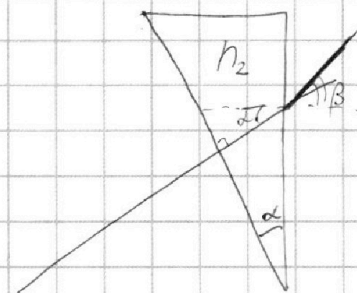
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

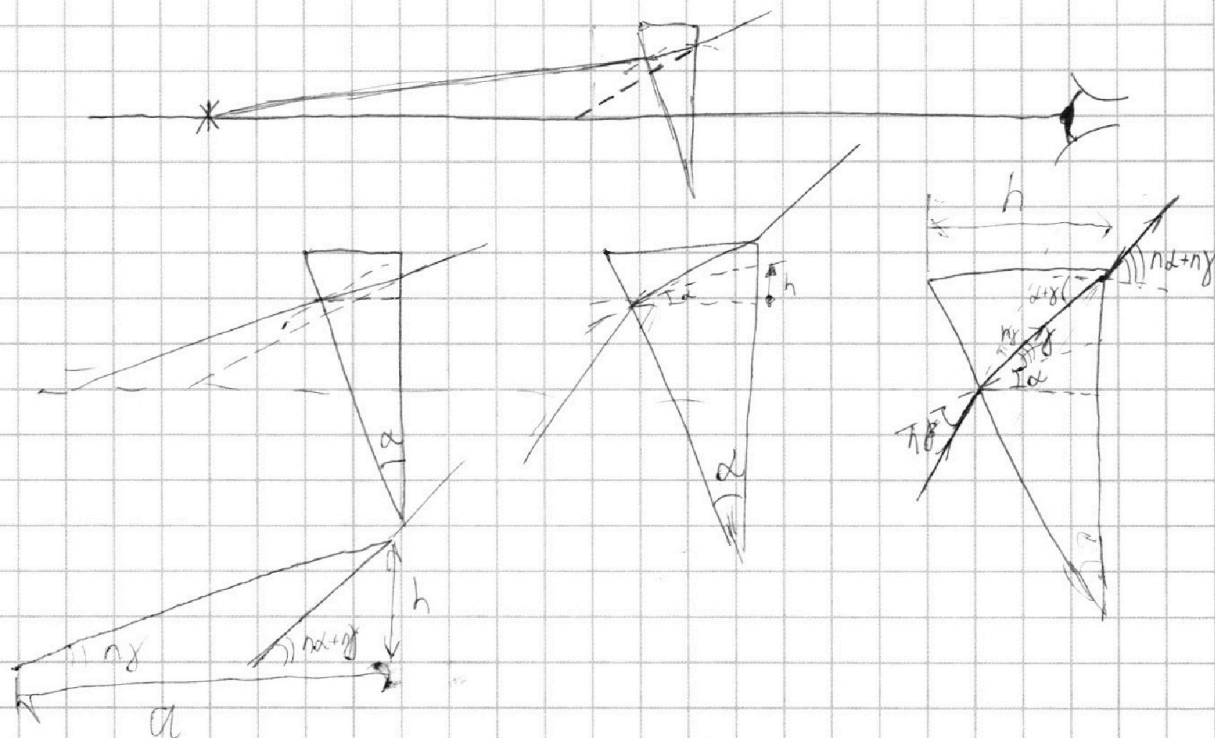


$$\left. \begin{aligned} a &= 194 \text{ см} \\ \alpha &= 0,1 \text{ рад} \\ h &= 9 \text{ см} \end{aligned} \right\}$$



$$n_2 \cdot \alpha = n_3 \cdot \beta$$

$$\beta = 0,17 \text{ рад}$$



$$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{n_3 - n_1}{n_3} = 0,7$$

$$\frac{1}{0,7} - \frac{1}{2,03}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

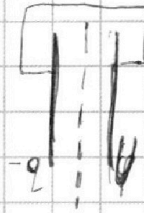
[illegible]

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



$$\frac{5.5}{32} p_0 V - \frac{11}{20} p_{atm} V = p_0 \frac{V}{4} \cdot \frac{5}{4} + k p_0 \frac{V}{4} RT$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 37 \\ \times 5 \\ \hline 185 \end{array}$$



$$\frac{55 p_0}{32} - \frac{5}{16} p_0 - \frac{kRT}{4} p_0 = \frac{11}{20} p_{\text{atm}}$$

$$p_0 \left(\frac{45}{32} - \frac{kRT}{4} \right) = \frac{11}{20} p_{\text{atm}} \Rightarrow p_0 = \frac{11 p_{\text{atm}}}{20 \left(\frac{45}{32} - \frac{kRT}{4} \right)} = \frac{11}{20} \frac{p_{\text{atm}}}{\left(\frac{45}{32} - \frac{1}{4} \right)}$$

$$W = q\phi$$

$$p_i \cdot \frac{V}{2} = \gamma_i R T_0$$

$$p_1 \frac{V}{n} = \frac{1}{2} RT_0 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$W = \omega \cdot V$$

$$\omega = \frac{\epsilon_0 E}{2}$$

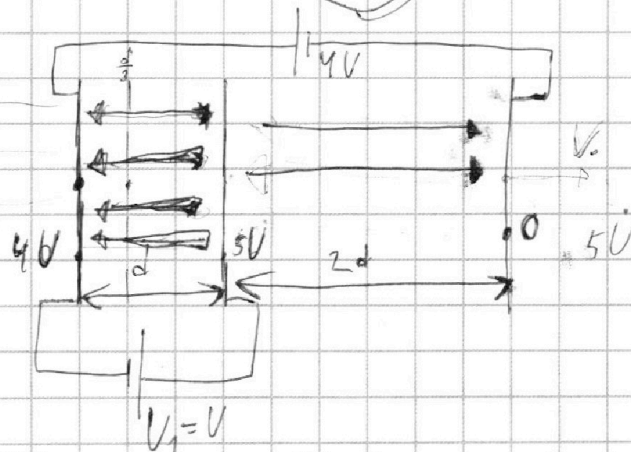
$$p = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} \omega$$

$\omega =$

$$A \times B = \frac{9}{2 \times 3.14 \times 1}$$

$$\Delta \varphi = \frac{E}{\lambda} \cdot l$$

$$F = qE$$
$$E = \frac{F}{q}$$



$$1) \Delta \varphi = E \cdot l \Rightarrow \underline{V = \frac{F}{q} \cdot d} \Rightarrow \underline{V = \frac{m a}{q} \cdot d} \Rightarrow \underline{a = \frac{q V}{m d}}$$

$$2) A = F \cdot s = q \Delta \varphi = q U$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - q \cdot 1.5U + qE \cdot \frac{2}{3}d =$$

$$E_1 = \frac{U}{d} = \frac{mv_0^2}{2} - 5qV + \frac{2}{3}qV$$

$$\frac{mv_o^2}{2}$$

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!



$$\frac{5 \cdot 15}{20} = 0,04 \frac{\mu}{c}$$

$$F_c \sim v$$

$$F_c = \alpha v$$

$$F_k = \alpha \cdot 25 \frac{\mu}{c} \Rightarrow \alpha = \frac{500}{25}$$

$$1) \alpha \neq m \quad \alpha_1 = \frac{5}{20} = 0,25 \frac{\mu}{c^2}$$

$$2) F_k = \alpha v_k \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_k} \quad (v_k = 25 \frac{\mu}{c^2})$$

$$ma_1 = F_k - \alpha v_1 \Rightarrow (F_k = ma_1 + \alpha v_1 = ma_1 + \frac{F_k}{v_k} v_1 = k$$

$$500 \cdot 25 = 12500$$

$$v = \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20 - 5 - 5}{20} = \frac{11}{20}$$

$$= 1800 \cdot 0,25 + \frac{500}{25} \cdot 20 =$$

$$= 450 + 400 = 950 \text{ Н})$$

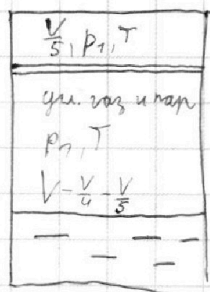
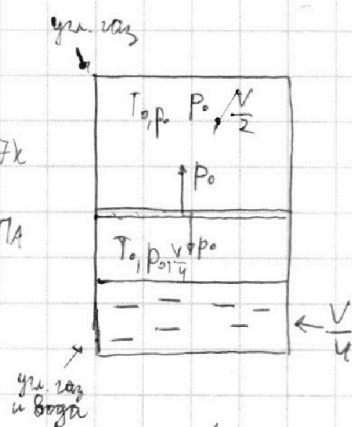
$$3) P_1 = F_1 \cdot v_1 = 950 \cdot 20 = 19000 \text{ Вт} = 19 \text{ кВт}$$

№2

$$VT_0$$

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

$$p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$$



$$\frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V - 5V - 4V}{20} = \frac{11}{20} V$$

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

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{p_1 \frac{V}{5}}{T} = \frac{p_1 \frac{V}{5} \cdot 4}{5 T_0} \Rightarrow \frac{p_0}{2} = \frac{4 p_1}{25} \Rightarrow p_1 = \frac{25}{8} p_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_0 R T_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\left(\frac{25}{8} p_0 - p_{\text{атм}} \right) \frac{11}{20} p_0 \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{p_0 V}{4 R T_0} + k p_0 \frac{V}{4} \right) R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{55}{32} p_0 V - \frac{11}{20} p_{\text{атм}} V = \frac{p_0 V}{4} \cdot \frac{5}{4} + k p_0 \frac{V}{4} R T$$



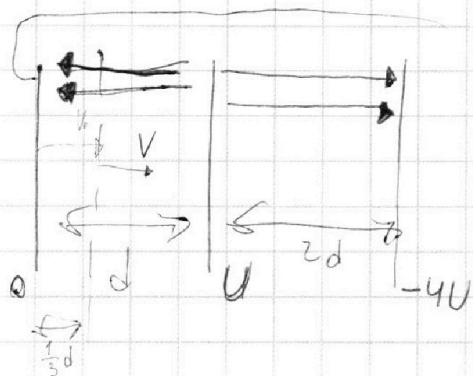
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - qE_1 \cdot \frac{1}{3}d$$

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

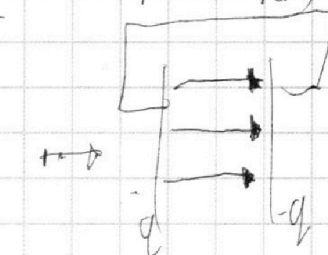
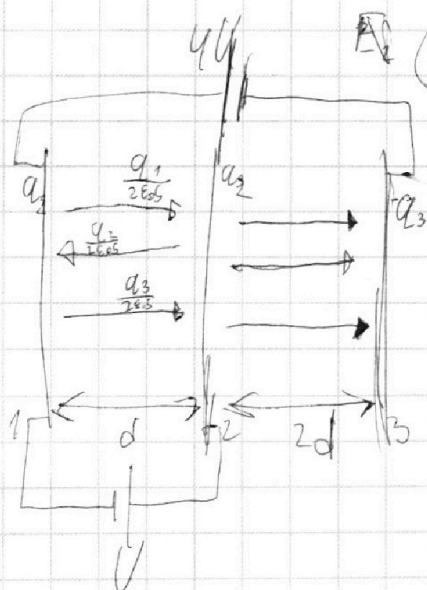


$$(E_2 - E_1)d = U \Rightarrow E_2 = \frac{U}{d} + E_1$$

$$(E_2 + E_1) \cdot 2d = 5U \Rightarrow \left(\frac{U}{d} + 2E_1\right) 2d = 5U$$

$$2U + 4E_1 d = 5U \Rightarrow E_1 = \frac{3U}{4d}$$

$$E_2 = \frac{U}{d} + \frac{3}{4} \frac{U}{d} = \frac{7U}{4d}$$



$$\frac{qd}{2\epsilon_0 S} = E \cdot \frac{d}{2}$$

$$ES = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1 + q_2}{2\epsilon_0 S}\right) \cdot \Delta l$$

$$K_1 - K_2 = A = q \cdot \Delta\varphi$$

$$\times \frac{203}{7}$$

$$\frac{203}{17}$$

$$\times \frac{17}{17}$$

$$q - 2 = 1 \quad \frac{5U}{4d} \cdot q \cdot \frac{6}{5} d$$

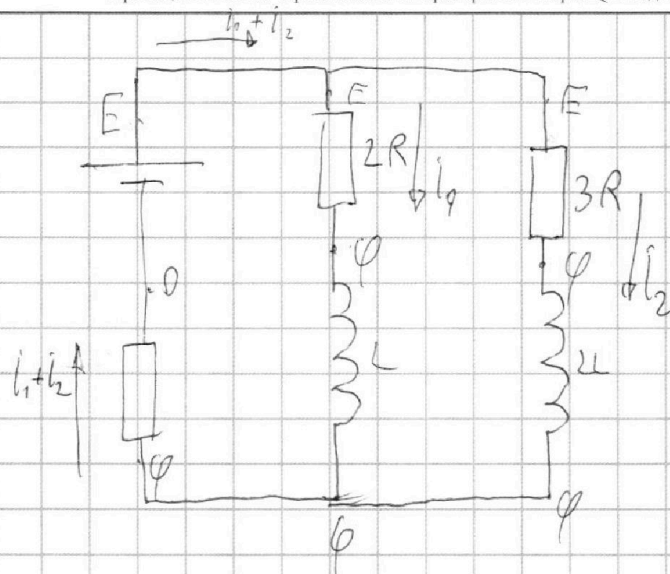
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

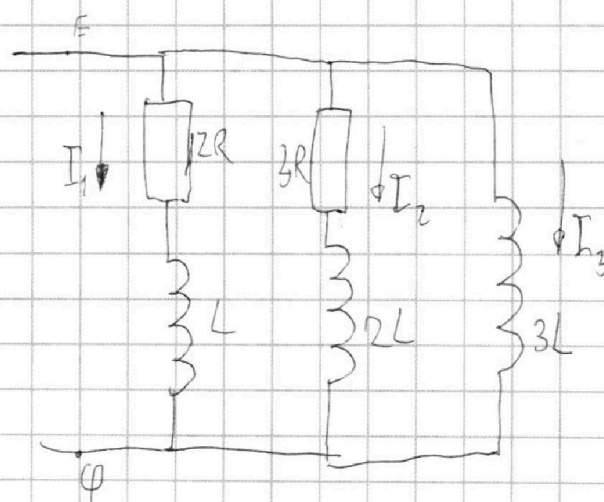
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E = I_{10} \cdot 2R + I_{10} \cdot R + I_{20} \cdot R = I_{10} \cdot 3R + I_{20} \cdot R$$

$$E = I_{10} R + 4 I_{20} R \Rightarrow \frac{E}{R} = I_{10} + 4 I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{\frac{E}{R} - I_{10}}{4}$$

$$E = I_{10} \cdot 3R + \frac{E - I_{10} R}{4} \Rightarrow \frac{3E}{4} = \frac{11}{4} I_{10} R \Rightarrow I_{10} = \frac{3E}{11R}$$



$$E - \varphi = 2I_1 R + L \dot{I}_1$$

$$E - \varphi = 3I_2 R + 2L \dot{I}_2$$

$$E - \varphi = 3L \dot{I}_3$$

$$2I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$2I_1 R + L dI_1 = 3L dI_3 \quad (*)$$

$$2I_1 R + L(0 - \frac{3E}{11R}) = 3L \cdot \frac{E}{R}$$

$$2I_1 R = \frac{3EL}{R} + \frac{3EL}{11R} = \frac{36EL}{11R} \Rightarrow I_1 = \frac{18EL}{11R^2}$$