



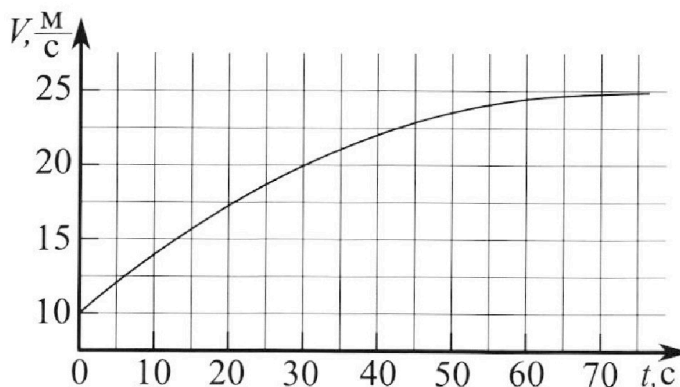
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.

2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.

3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

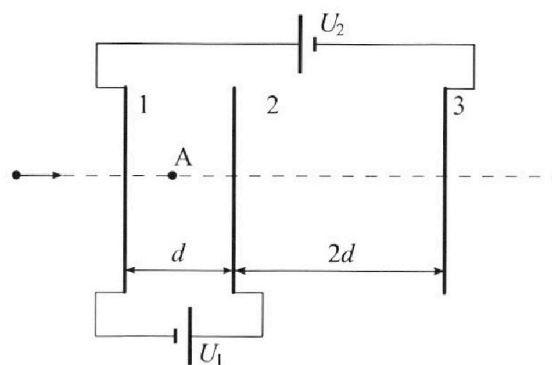
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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

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

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

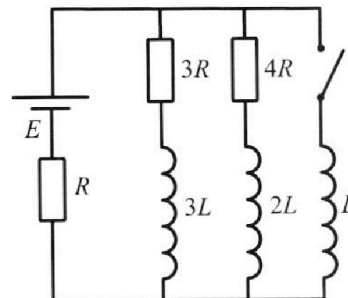
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

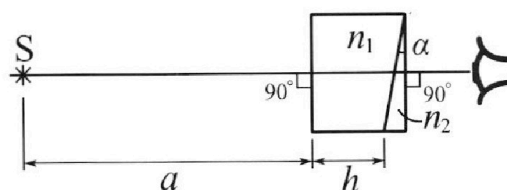


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

1) $a(t) = v'(t) = \text{tg } \alpha$ - ускорение танкетки
наклона касат. к графику $v(t)$

$$\text{tg } \alpha = \frac{17,5 - 10}{20} = \frac{7,5}{20} = \frac{75}{200}$$

$$a(0) = \frac{75}{200} \text{ м/с}^2$$

2) $m(a(0)) = F_0 - kv_0$ где $v_0 = v(0) = 10 \text{ м/с}$

хотятто, что через некоторое время
гено перестанет разгоняться и у него
будет $a = 0$ по графику видно, что

$v(t)$ асимптотически движется приближается
к $v_1 = 25 \text{ м/с}$ - это установ. скорость

$$ma = F_k - kv, \quad a = 0 \quad F_k = kv, \quad \text{где } v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_0 = m a(0) + kv_0 = ma_0 + \frac{F_k}{v_1} v_0$$

$$F_0 = \frac{1605}{2} \text{ Н}$$

$$3) P_0 = F_0 v_0 = \frac{1605}{2} \cdot 10 = 1605 \cdot 5 = \underline{8025 \text{ Вт}}$$

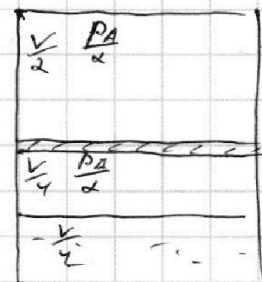
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) Равенство $\frac{V}{4} = D_{H_2O} R T_0$

т.е. $p_{H_2O} \approx 0$ по ус.

$\Rightarrow D_{H_2O} = 0$ в нач. момент

уравнение Клапейрона-Менделеева

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

до нагревания

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

$$D_{CO_2} = D_0 - \Delta D_1$$

$$\Delta D_1 = k \frac{P_A \cdot \frac{V}{4}}{R T_0}$$

$$\frac{D_{He}}{D_{CO_2}} = 2$$

Отв: 2

2) !

после нагревания

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{5}}{R T_1} = D_{He}$$

уравнение Клапейрона-Менделеева

$$\frac{P_1 \cdot \frac{4}{5}}{P_A \cdot \frac{4}{5}} = \frac{T_1}{T_0} \quad P_1 = \frac{5}{4} P_A \frac{T_1}{T_0}$$

$$P_2 \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (D_{CO_2} - \Delta D + D_{H_2O}) R T$$

$$\Delta D = (D_0 - k \frac{P_A \cdot \frac{V}{4}}{R T_0}) - (D_0 - k \frac{P_{CO_2} \cdot \frac{V}{4}}{R T_0})$$

$$\Delta D = k \frac{P_{CO_2} \cdot \frac{V}{4}}{R T_0} - k \frac{P_A \cdot \frac{V}{4}}{R T_0} \quad (D_0 \text{ нач. в } CO_2 \text{ в газодиф.})$$

$$P_2 \left(\frac{11}{20} V \right) = (D_0 - k \frac{P_{CO_2} \cdot \frac{11}{20} V}{R T_0} + D_{H_2O}) R T$$

$$P_{H_2O} \cdot \frac{11}{20} V = D_{H_2O} R T \Rightarrow D_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} \cdot 11 V}{20 R T}, \quad P_{H_2O} = 100 \text{ кПа}$$

$$P_{CO_2} = P_2 - P_{H_2O}$$



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!

$$\frac{5}{4} P_A \frac{I}{T_0} \cdot \frac{11}{20} V = (D_0 + k \left(\frac{5}{4} P_A \frac{I}{T_0} - P_{H20} \right) \frac{11}{20} V + \frac{P_{H20} 11 V}{20 R T}) R T$$

$$\left[\frac{D_{He}}{D_0 - k \frac{P_A V}{R T \frac{1}{4}}} - 2 \right] ; D_{He} = \frac{5}{4} P_A \frac{I}{T_0} \frac{1}{5} \frac{1}{R T} - \frac{P_A V}{4 T_0 R}$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0} = (D_0 - \frac{5}{4} k P_A \frac{I}{T_0} \cdot \frac{11}{20} V + k P_{H20} \frac{11}{20} V +$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0 R} = \frac{D_{He}}{2} + k \frac{P_A V}{8} - \frac{11 P_{H20} V}{20 R T}) R$$

$$- \frac{11}{16} k P_A V \frac{I}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \frac{11}{20} \frac{P_{H20} V}{R T}$$

$$\frac{11}{16} \frac{P_A V}{T_0 R} = \frac{P_A V}{8 T_0 R} + k \frac{P_A V}{8} - \frac{11}{16} k P_A V \frac{I}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \frac{11}{20} \frac{P_{H20} V}{R T}$$

$$\left(\frac{11}{16} + \frac{1}{8} \right) \frac{P_A}{R T_0} = \frac{k P_A}{8} - \frac{11}{16} k P_A \frac{I}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} + \frac{11}{20} \frac{P_{H20}}{R T}$$

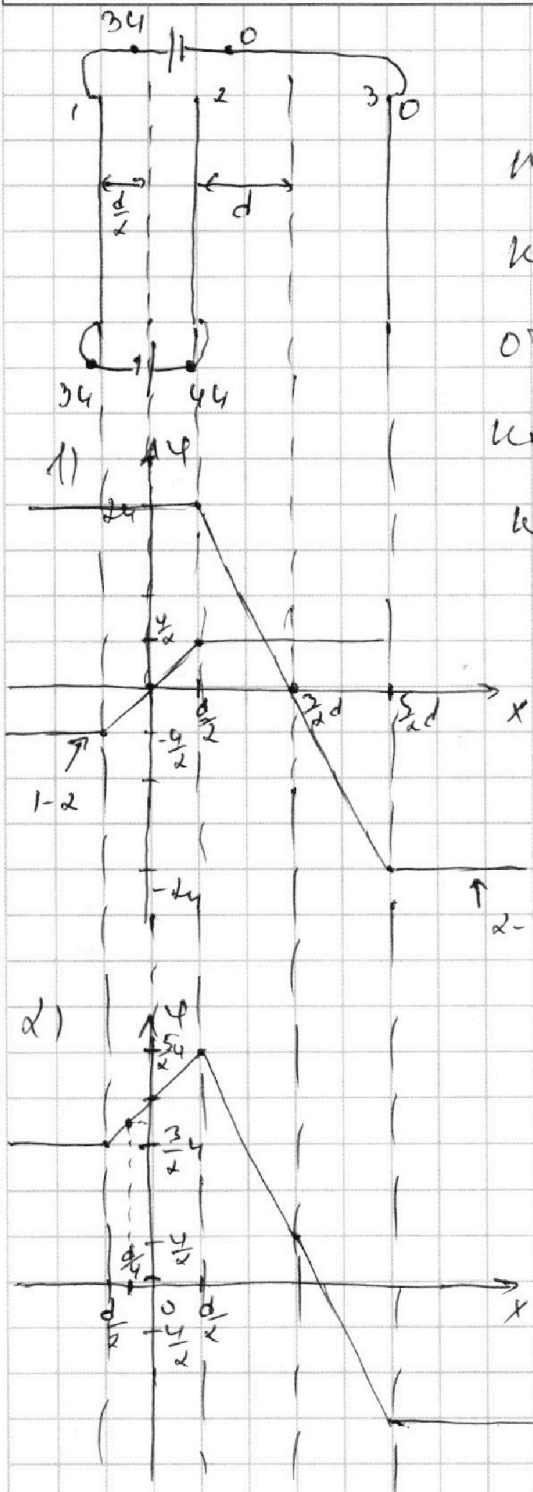
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



нарисуем зарядки зависимость
потенциала от координаты x
как будто бы они были
отдельными, т.е. отдельно
конденсатор 1-2 отдельно
конденсатор 2-3 (присутствует)

2 рисунок - по графику

$\varphi(x)$ для нашего случая

$\varphi(x)$ получили сложением
графиков 1-2 и 2-3

$$1) m a = q E$$

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

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

2)

$K = 3 C \varphi$: т.к. отсутствует
непотенциальная сила

$$\frac{m v^2}{2} = q \frac{3 U}{2} + \left(\frac{m v_1^2}{2} \right)$$

потенциал на бесконеч. = 0

$$\frac{m v^2}{2} = q \frac{3 U}{2} + \frac{m v_1^2}{2}$$

значение потенциала
для E не берем
задачу 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!

$$K_1 - K_2 = \left(\frac{mv^2}{2} - q \frac{3}{2} U \right) - \left(\frac{mv^2}{2} - q \frac{5}{2} U \right)$$

$$K_1 - K_2 = \frac{5}{2} q U - \frac{3}{2} q U = q U$$

$$3) \quad \varphi\left(\frac{d}{4}\right) = \left(2U + \frac{3}{2} U\right) \frac{1}{2} = \frac{7}{4} U$$

ЗСЭ (Закон сохр Энергии):

$$\frac{mv^2}{2} = q \varphi\left(\frac{d}{4}\right) + \frac{mv_3^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = q \frac{7}{4} U + \frac{mv_3^2}{2}$$

$$v_3 = \sqrt{\left(\frac{mv^2}{2} - \frac{7}{4} q U \right) \frac{2}{m}}$$

Указание $v = v_0$ - галочка

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

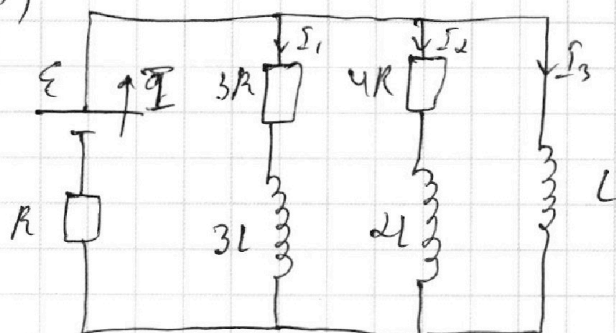
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

3)

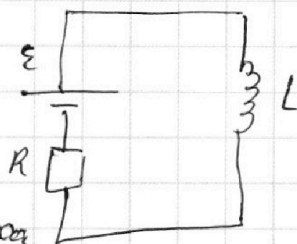


Закон
3-х терм. энергии

$$\begin{aligned} \mathcal{E} q = & \left(-3L \frac{I_1^2}{2} + 0 \right) + \\ & + \left(0 - 2L \frac{I_2^2}{2} \right) + \frac{L I_3^2}{2} + \\ & + Q \end{aligned}$$

в установившемся режиме катушки L - провод
 $U=0$ $\therefore$ упр. в уст. режиме

эквивалентно:



В правом контуре

$$\mathcal{E} = I_1 3R + I_1 R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} \mathcal{E} = \frac{dI_1}{dt} 3R + \frac{dI_1}{dt} R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\mathcal{E} = I_1 3R + I_1 R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$-L \frac{dI_3}{dt} + I_3 R = \mathcal{E}$$

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

$$I_3 R - L I_3 = \mathcal{E} t$$

$$\mathcal{E} t = I_1 3R + L I_3 R + \mathcal{E} t R + 3L I_1$$

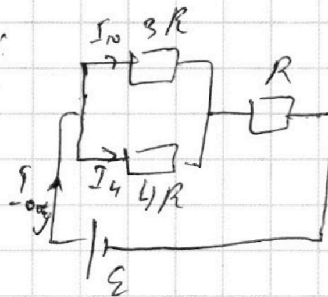
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

1) т.к. резисторы установлены, т.е. катушки 3 и 4 т.е.
представляют собой идеальный провод
схема эквивалентна:

$$R_{\text{общ}} = \frac{3R \cdot 4R}{7R} + R = \frac{19}{7} R$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$



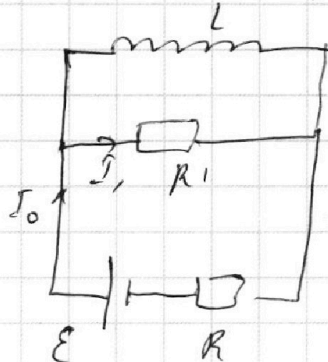
$$I_0 \cdot 3R = I_4 \cdot 4R$$

Правило Кирхгофа:
 $I_0 + I_4 = I_0$

$$I_0 = \frac{4}{7} I_0 = \frac{4}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) т.к. в нач. момент напряжения
на катушках 2 и 4 равно 0 - это идеальные
провод (напряжение на катушке не
может мгновенно измениться)

Схема эквивалентна:



$$R' = \frac{12}{7} R$$

$$L \frac{dI}{dt} = (E - I_1) R'$$

Правило Кирхгофа:

$$E = I_1 R' + I_0 R \Rightarrow I_1 R' = E - I_0 R$$

$$L \dot{I} = I_0 R' + I_1 R'$$

$$L \dot{I} = I_0 R' + E - I_0 R$$

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!

т.к. направление на катушке не меняется
мгновенно $\Rightarrow$ ток по 1 катушке
не поменяет внач. момент, а через
2L и 3L будет весь ток: $I_{000} = \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R}$

$$\dot{I} = \frac{I_0 R'}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L} + \frac{I_0 R}{L} - \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{12R}{7L} - \frac{\mathcal{E}}{L} +$$

$$+ \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{R}{L} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L} - \frac{\mathcal{E}}{L} + \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$\dot{I} = 0$$

в правую катушку

$$L \frac{dI}{dt} = I_0 R' ; \quad \mathcal{E} = I_0 R' + I_0 R$$

$$I_0 R' = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - I_0 R$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{L} - \frac{I_0 R}{L} = \frac{\mathcal{E}}{L} - \frac{7}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{R}{L} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$\boxed{\dot{I} = \frac{12}{19} \frac{\mathcal{E}}{L}}$$

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

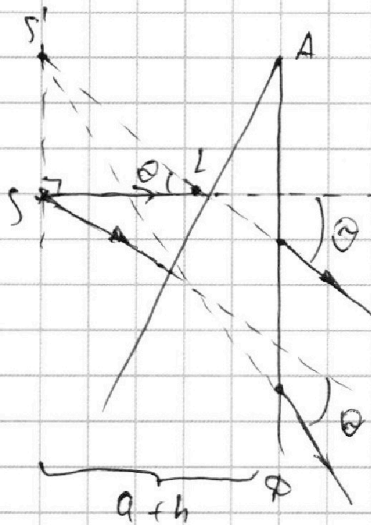
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

2)



Изображение
построенные точки
книжкой

сегмент на прямой

$$\Pi \cdot AD \Rightarrow \frac{SS'}{a+b} = \tan \theta$$

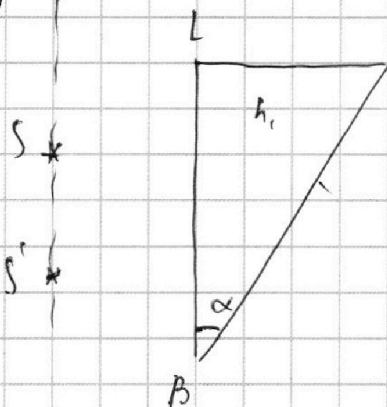
$$\text{т.к. } \theta \text{ макс} \Rightarrow \frac{SS'}{a+b} = \theta$$

$\triangle SS'L$ - прям

$$SS' = (a+b) \theta = (a+b) (h_2 - 1) \alpha = 104 \cdot 0,07$$

$$SS' = 0,0728 \text{ м} = 7,28 \text{ см}$$

3)



Изображение построенные
точки книжкой

сегмент на прямой

$\Pi B L$ ~~книжкой~~

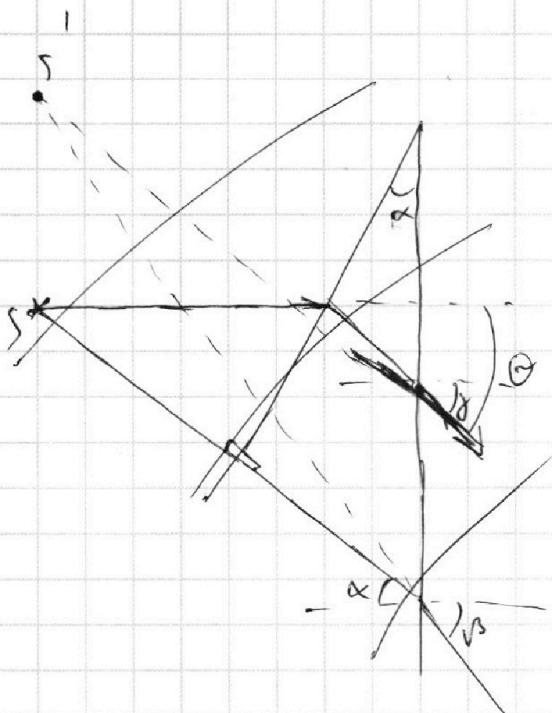
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

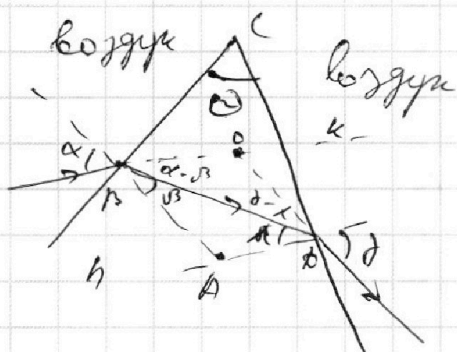
МФТИ

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



Угол отклонения
луча (угла)

Введем формулу для прощивания
луча



1) $ABCD$ - Вмк - четкая

$$\alpha = h\beta \quad \gamma = h\delta$$

$$\angle BAD = 180 - \theta$$

$$\angle BAD = 180 - (\beta + \delta)$$

$$\Rightarrow \theta = \beta + \delta$$

$$\angle DOk = \alpha + \gamma - (\beta + \delta)$$

$$\angle DOk = (h-1)(\beta + \delta)$$

$$\angle DOk = (h-1)\theta$$

т. е. угол отклонения
луча зависит только
от угла при вершине

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

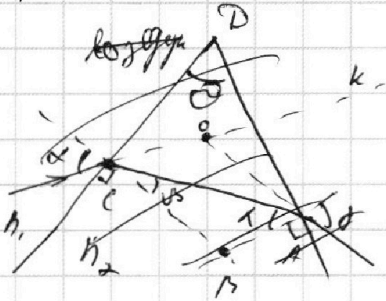
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



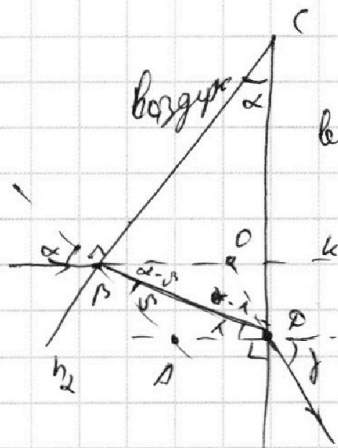
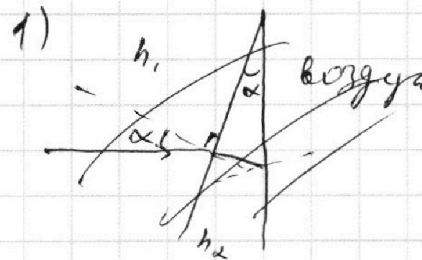
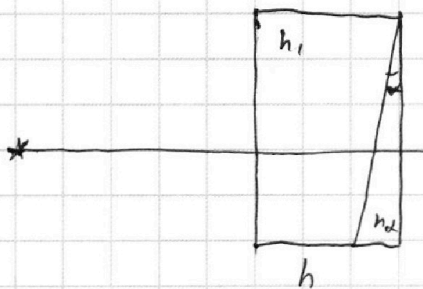
1)



т.к. при малом угле

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

$$\alpha \cdot h_1 = h$$



1) ABCD впис. че-т-ик

воздух

$$180 - (\beta + \gamma) = 180 - \alpha \Rightarrow \alpha = \beta + \gamma$$

при угле в C $\angle ADB = 180^\circ$

$$\angle DOK = \angle OBD + \angle ODB = (\alpha + \gamma) - (\beta + \gamma)$$

закон синусов: $\tan \alpha = \sin \alpha \approx \alpha$ при малом угле

$$\alpha \cdot 1 = \beta \cdot h_2 \quad \gamma \cdot 1 = \gamma \cdot h_2$$

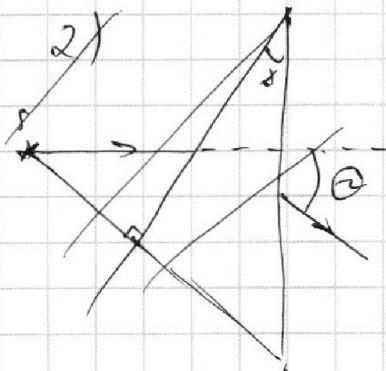
$$\angle DOK = \alpha + \gamma - (\beta + \gamma) = (\beta + \gamma) h_2 - (\beta + \gamma)$$

$$\angle DOK = (h_2 - 1)(180^\circ - \alpha) \approx 0$$

искомое угол

ответ: угол отклонения нуль

$$\text{Отб: } (h_2 - 1) \alpha \approx 0, \quad \alpha \approx 0,701 \approx 0,07 \text{ рад}$$





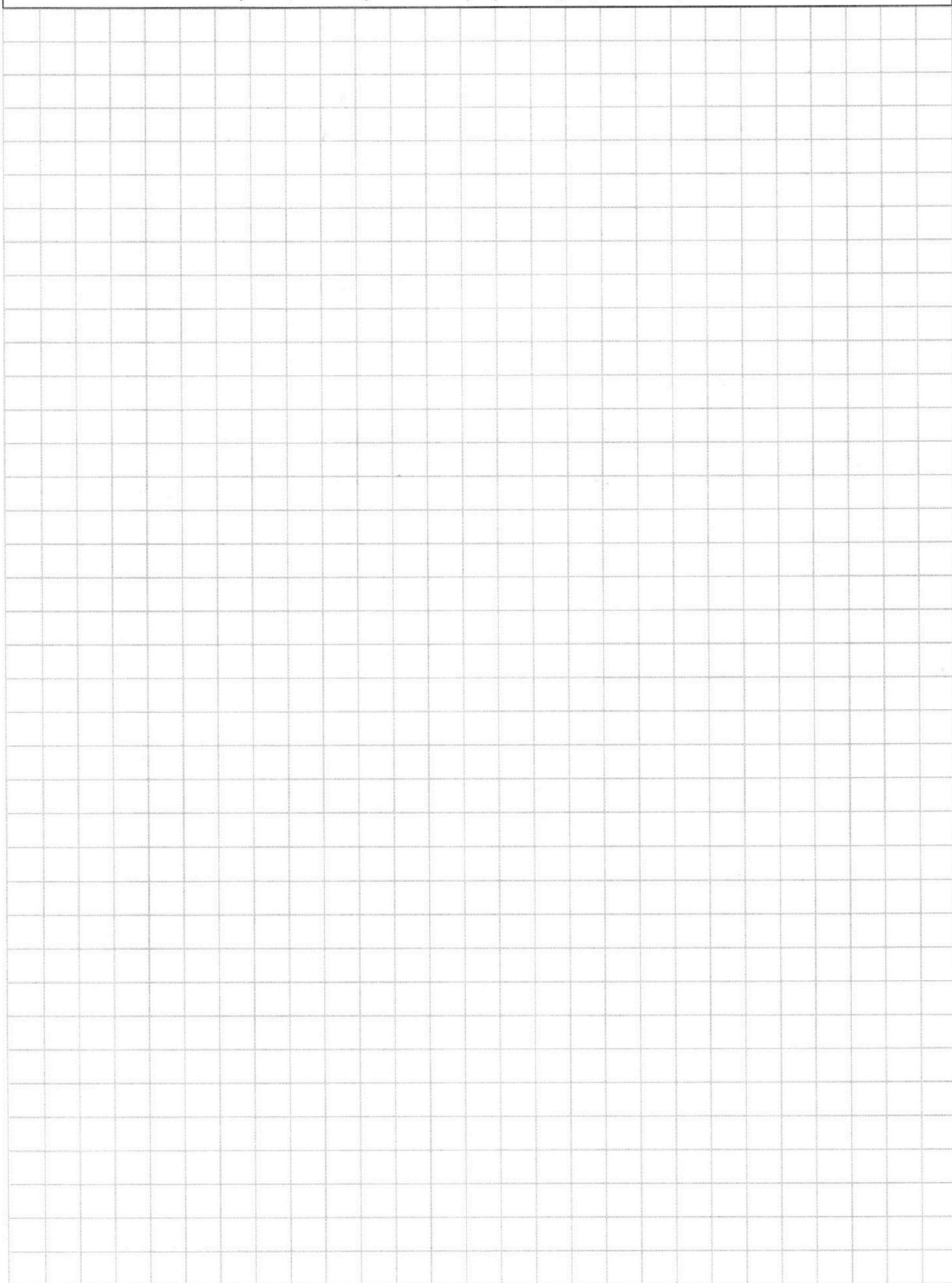
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

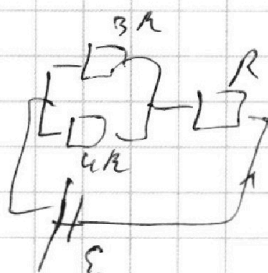
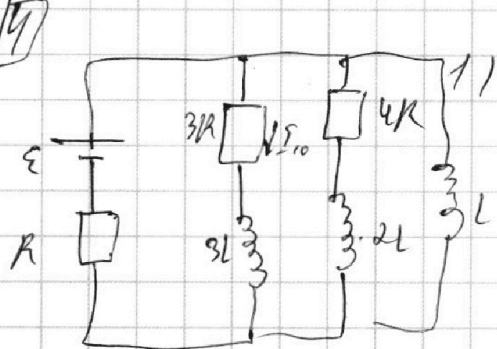
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$2) \quad u_1 - u_2 = \frac{mv^2}{2} - \frac{94}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{93}{2} - \frac{94}{2}$$

$$3) \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{93}{4} + \frac{mv^2}{2}$$

$$v_3 = \sqrt{\left(\frac{mv^2}{2} - \frac{3}{4}94\right) \frac{2}{m}} = \sqrt{v^2 - \frac{3}{2} \frac{94}{m}}$$

17



$$R_0 = \frac{3R \cdot 4R}{7R} + R$$

$$R_0 = \frac{12}{7}R + R = \frac{19}{7}R$$

$$I_0 = \frac{7\varepsilon}{19R}$$

$$I_{10} 3R = I_4 4R$$

$$I_{10} = \frac{4}{3} I_4$$

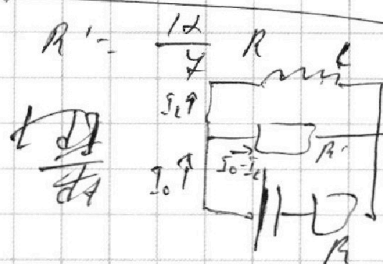
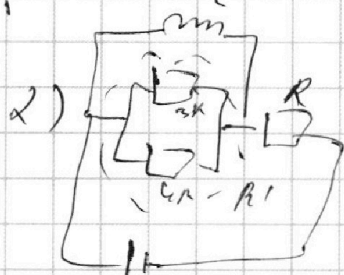
$$I_{10} + I_4 = I_0$$

$$I_4 = I_0 - I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{4}{3} I_0 - \frac{4}{3} I_{10}$$

$$\frac{7}{3} I_{10} = \frac{4}{3} I_0 \quad \left| \cdot \frac{3}{7} \right| \quad I_{10} = \frac{4}{7} I_0$$

$$I_{10} = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{2L}$$

22

$$\varepsilon = -L \dot{I} + I_0 R$$

$$\varepsilon = (I_0 - I_L) R' + I_L R$$

$$\varepsilon = -L \dot{I} + I_0 R$$

$$\varepsilon = (I_0 - I_L) R' + I_L R$$

$$\frac{dI}{dt} =$$

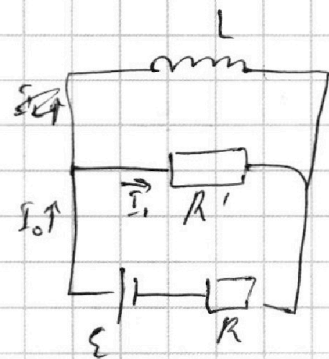
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$L \frac{dI_1}{dt} = (I_0 - I_1) R'$$

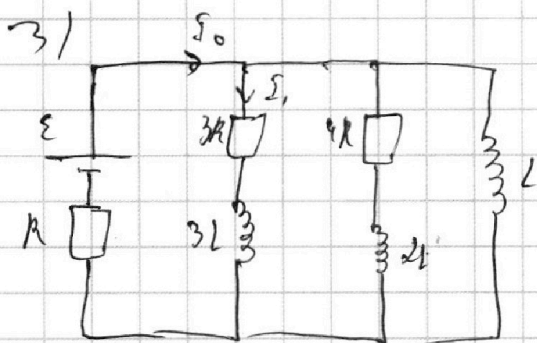
$$\varepsilon = I_1 R' + I_0 R \quad \therefore I_1 R' = \varepsilon - I_0 R$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = I_0 R' - \varepsilon + I_0 R$$

$$\dot{I}_1 = I_0 \frac{R + R'}{L} - \frac{\varepsilon}{L}$$

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{19R} \text{ (уст.)}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{12}{19} \cdot \frac{\varepsilon}{19R} \frac{R}{L} - \frac{\varepsilon}{L} + \frac{\varepsilon}{19R} \frac{R}{L} = \frac{R^2}{L} - \frac{\varepsilon}{L}$$



Второй момент

$$I_1 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + I_0 R = \varepsilon$$

$$\frac{dQ_{3R}}{dt} \cdot 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} + \frac{dQ_{4R}}{dt} R = \varepsilon$$

$$Q_{3R} \cdot 3R + 3L I_1 + Q_{4R} R = \varepsilon t$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = I_1 R' \quad \varepsilon = I_1 R' + I_0 R$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) $\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{2} = D_{\text{те}} R T_0$ $\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = (D_{\text{ко}_2}) R T_0$
 газ нагреть восхи парева:

$\frac{P_0}{2} = \frac{P_0}{2} - P_{\text{ко}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}$ $P_1 \cdot \frac{V}{5} = D_{\text{те}} R T$

(a) $\frac{P_0 V}{4 T_0} = \frac{P_1 V}{T}$

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

$P_2 (V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4}) = (D_{\text{ко}_2} + D_{\text{H}_2\text{O}}) R T$

(a) $\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{1}{D_{\text{ко}_2} T_0} = \frac{P_2 (\frac{11}{20} V)}{(D_{\text{ко}_2} + D_{\text{H}_2\text{O}}) T}$
 $\frac{P_0 V}{82} \cdot \frac{1}{D_{\text{ко}_2} T_0} = \frac{11 P_2 V}{20 (D_{\text{ко}_2} + D_{\text{H}_2\text{O}}) T}$

$\frac{P_0}{2 T_0 \cdot D_{\text{те}}} = \frac{P_2}{5 (D_{\text{те}} + D_{\text{H}_2\text{O}}) T}$

$P_2 = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{ко}_2} = P_0 + P_{\text{ко}_2}$

$\frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = D_{\text{ко}_2} R T_0$

$\frac{P_{\text{ко}_2}}{20} \cdot \frac{11 V}{20} = (D_{\text{ко}_2} + k P_{\text{ко}_2} \frac{V}{4}) R T$

$\frac{P_{\text{ко}_2}}{20} \cdot \frac{11 V}{20} = (D_{\text{ко}_2} - D_{\text{H}_2\text{O}}) R T$

$\frac{P_0}{P_2} = \frac{T}{T_0} \left(\frac{D_{\text{ко}_2}}{D_{\text{ко}_2} - k P_{\text{ко}_2} \frac{V}{4} + k P_0 \frac{V}{4}} \right)$

$\frac{P_0}{P_2} = \frac{T_0 D_{\text{те}}}{5 T}$

$P_{\text{ко}_2} \cdot \frac{11}{20} V = (D_{\text{ко}_2} - D_{\text{H}_2\text{O}}) R T$

$P_2 = P_0 + \frac{20}{11} \frac{(D_{\text{ко}_2} - D_{\text{H}_2\text{O}}) R T}{V}$

ко₂:
 $\Delta D = (D_{\text{ко}_2} - k \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4}) -$
 $-(D_{\text{ко}_2} - k P_{\text{ко}_2} \frac{V}{4})$
 $\Delta D = k P_{\text{ко}_2} \frac{V}{4} - k \frac{P_0 V}{2 \cdot 4}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

[1]

$$F_{\text{лоп}} = k v \quad \& \quad m a = F_{\text{тяги}} - k v$$

$$1) a(t) = v'(t) = 19x = \frac{17,5 - 10}{20} = \frac{7,5}{20} = \frac{75}{200} \text{ м/с}^2$$

$$\frac{15 - 10}{2} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

$$2) m a(0) = F_0 - k v_0 \quad \text{где } v_0 = v(0) = 10 \text{ м/с}$$

$$m a = F_k - k v, \quad \text{где } v_1 = 25$$

$$F = F_k = k v, \quad k = \frac{F_k}{v}, \quad \text{где } v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600}{25} = 6 \cdot 4 = 24$$

$$F_0 = m(a(0) + k v_0) = m a_0 + \frac{F_k}{v_1} \cdot v_0$$

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{75}{200} + \frac{600}{25} \cdot 10 = \frac{75 \cdot 15}{2} + 240$$

$$F_0 = \frac{1125 + 480}{2} = \frac{1605}{2} \text{ Н}$$

$$3) p = F_0 v_0 = \frac{1605}{2} \cdot 10 = 1605 \cdot 5 = 8025 \text{ Вт}$$

[2]



$\frac{D_{\text{те}}}{D_{\text{ох}}} = 2$

$$\& D_{\text{расст. газа}} = k \frac{p_0}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$\& \frac{p_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = D_{\text{те}} \& F_0 \quad \frac{p_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = (D_{\text{те}} + \cancel{D_{\text{ох}}}) A_0$$

$$\frac{p_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = D_{\text{те}} \& F_0 \quad \& \text{верно}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} \cdot \frac{D_{\text{те}}}{D_{\text{ох}} \& F_0} = 2$$

$$D_{\text{те}} = 2 D_{\text{ох}}$$

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!



$$\frac{p_0}{\gamma_0 D_{He}} = \frac{p_0 + \frac{20}{11} \frac{(D_{CO_2} - \Delta D)}{V} RT}{5 \left(\frac{D_{He}}{2} - \Delta D + D_{H_2O} \right) T}$$

$$\frac{p_{CO_2} \frac{14}{20} V}{\frac{p_0}{2} \cdot \frac{V}{4}} = \frac{(D_{CO_2} - \Delta D) RT}{D_{CO_2} RT_0}$$

$$p_{CO_2} = \frac{p_0}{8} \cdot \frac{20^5}{11} \cdot \frac{(D_{CO_2} - \Delta D) T}{D_{CO_2} T_0}$$

$$\frac{p_0}{\gamma_0 D_{He}} = \frac{p_0 + \frac{5p_0}{22} \left(\frac{D_{CO_2} - \Delta D}{D_{CO_2}} \right) \frac{5}{\gamma_0}}{5 \left(\frac{D_{He}}{2} - \Delta D + D_{H_2O} \right) T}$$

$$5 (D_{CO_2} - \Delta D + D_{H_2O}) T = D_{He} \gamma_0 + D_{He} \gamma_0 \cdot \frac{5}{22} \left(\frac{D_{CO_2} - \Delta D}{D_{CO_2}} \right) \frac{5}{\gamma_0}$$

$$T \left(5 (D_{CO_2} - \Delta D + D_{H_2O}) - \frac{5}{22} \frac{2 D_{CO_2}}{D_{He}} \left(\frac{D_{CO_2} - \Delta D}{D_{CO_2}} \right) \right) = \frac{D_{He} \gamma_0}{2 D_{CO_2}}$$

$$\frac{5}{T_0} = \frac{2 D_{CO_2}}{5 (D_{CO_2} - \Delta D + D_{H_2O}) - \frac{5}{11} (D_{CO_2} - \Delta D)}$$

$$\frac{5}{T_0} = \frac{2 D_{CO_2}}{5 D_{CO_2} - 5 \Delta D + 5 D_{H_2O} - \frac{5}{11} D_{CO_2} + \frac{5}{11} \Delta D}$$

$$\frac{50 D_{CO_2}}{11} - \frac{50}{11} \Delta D + 5 D_{H_2O}$$

$$\Delta D = \frac{KV}{4} \frac{p_0 5}{22} \cdot \left(\frac{D_{CO_2} - \Delta D}{D_{CO_2} \gamma_0} \right) \frac{5}{\gamma_0} - K \frac{p_0}{2} \frac{V}{4}$$

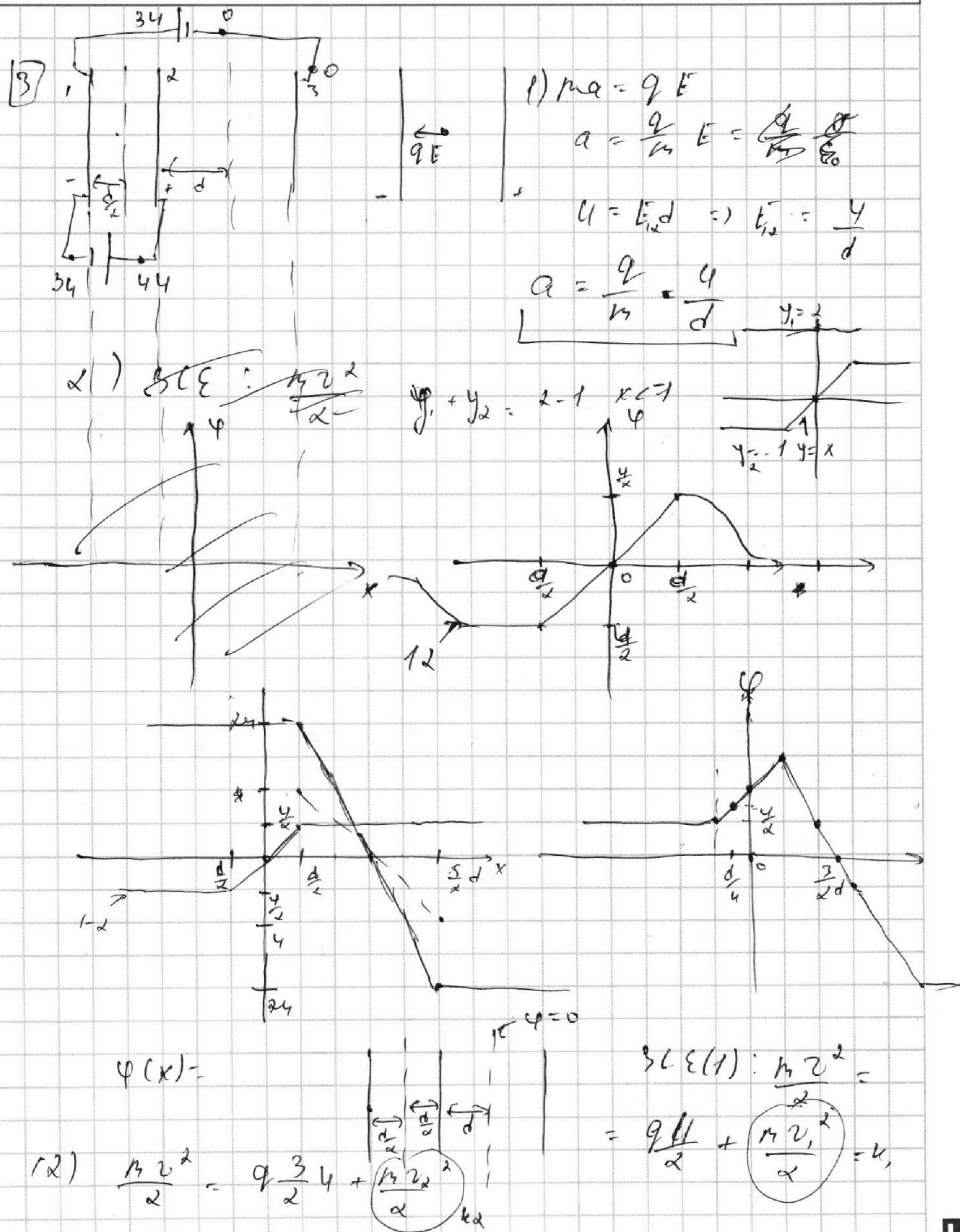
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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





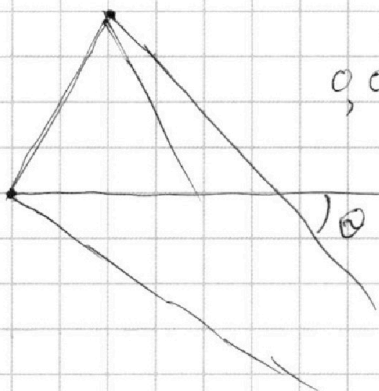
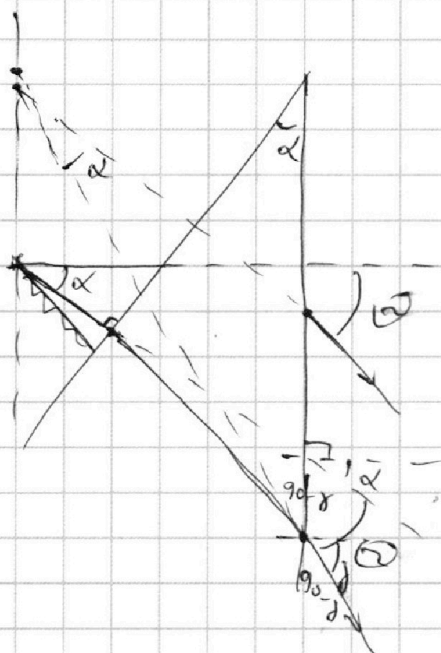
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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



$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 7 \\ \hline 90728 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

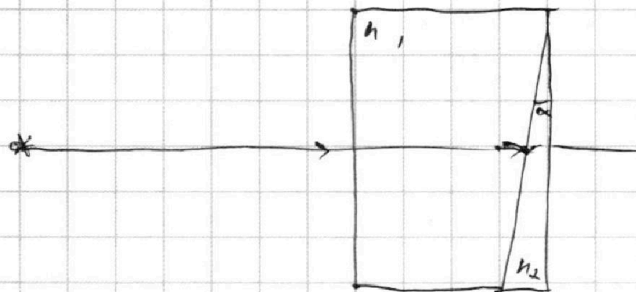
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



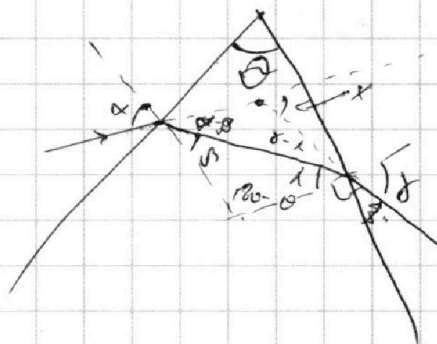
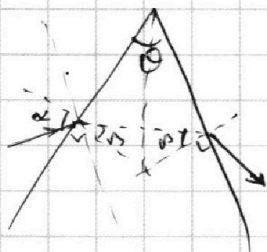
5

$$\alpha h_1 = \beta h_2$$

$$\gamma =$$



$$\beta - \alpha = \gamma - \lambda$$



$$\alpha = \beta h$$

$$\gamma = h \lambda$$

$$\alpha - \beta = \beta (h - 1)$$

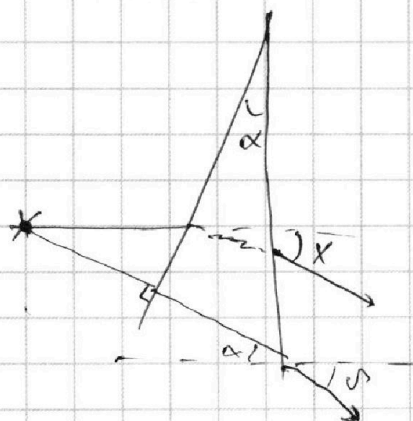
$$180 - \Theta = \beta + \lambda$$

$$\gamma = \alpha - \beta + \gamma - \lambda =$$

$$= \alpha + \gamma - (\beta + \lambda)$$

$$\gamma = h(\beta + \lambda) - (\beta + \lambda) =$$

$$= (h - 1)(\beta + \lambda)$$



$$h \alpha = \beta$$

