



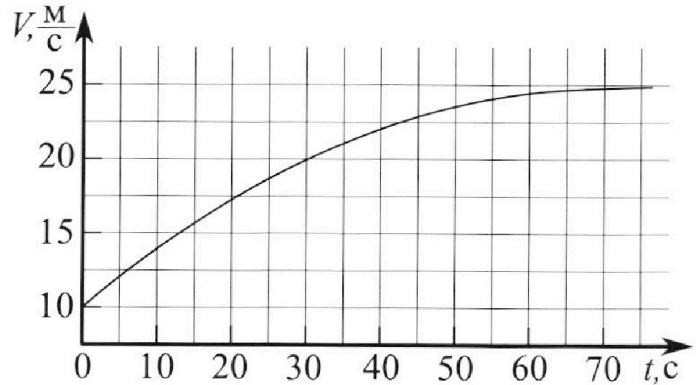
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



- Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

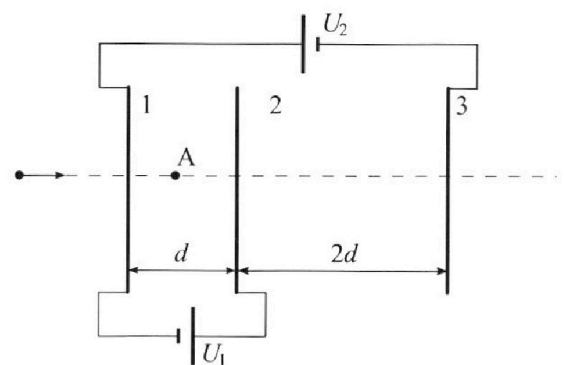
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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 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.



- 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 А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

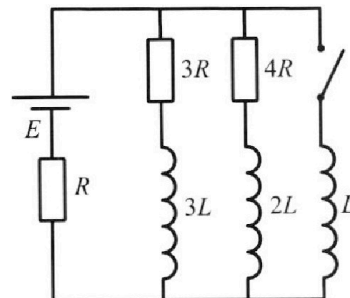
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



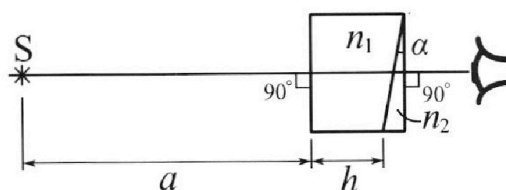
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . 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.



1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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

МФТИ

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

1)  $a(t) = v'(t) = \text{tg } \alpha$  - ускорение вагонетки  
наклоне 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  $v_0 = v(0) = 10 \text{ м/с}$

нотацию, что через некоторое время  
теле перестанет разгоняться и у теле

будет  $a = 0$  по графику видно, что

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

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

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

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

$$F_0 = \frac{1605}{2} \text{ Н}$$

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

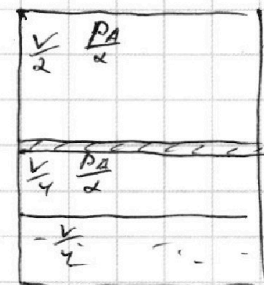
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

т.к. равновесие  $\approx 0$  по у.с.

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

уравнение Клапейрона-Менделеева

$\frac{P_A \cdot \frac{V}{2}}{2} = D_{H_2O} R T_0$

до нагревания

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

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

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

$\frac{D_{H_2O}}{D_{CO_2}} = 2$

Отв: 2

2)!

после нагревания

$P_1 = P_2$

$P_1 \cdot \frac{V}{5} = D_{H_2O} R T$

уравнение Клапейрона-Менделеева

$P_1 \cdot \frac{4}{5} \frac{V}{P_A \cdot 4} = \frac{T}{T_0}$

$P_1 = \frac{5}{4} P_A \frac{T}{T_0}$

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

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

$\Delta D = k \frac{P_{CO_2} \cdot \frac{V}{4}}{4} - k \frac{P_A \cdot \frac{V}{4}}{4}$  ( $D_0$  кон. во  $CO_2$  в газодиффуз.)

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

$P_{H_2O} \cdot \frac{11}{20} V = D_{H_2O} R T \Rightarrow D_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} \cdot 11 V}{20 R T}$ ,  $P_{H_2O} = k_{CO_2} P_2$

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

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 непустима!



$$\frac{5}{4} PA \frac{I}{T_0} = \frac{11}{20} V = (D_0 + k \left( \frac{5}{4} PA \frac{I}{T_0} - P_{H20} \right) \frac{11}{20} V + \frac{P_{H20} 11 V}{20 RT}) RT$$

$$\left[ \frac{D_{H20}}{D_0 - k \frac{PA V}{RT}} - 2 \right] ; D_{H20} = \frac{5}{4} PA \frac{I}{T_0} \frac{V}{RT} - \frac{PA V}{4 T_0 R}$$

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

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

$$- \frac{11}{16} k PA V \frac{I}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} V + \frac{11}{20} \frac{P_{H20} V}{RT}$$

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

$$\left( \frac{11}{16} + \frac{1}{8} \right) \frac{PA}{RT_0} = \frac{k PA}{8} - \frac{11}{16} k PA \frac{I}{T_0} + k P_{H20} \frac{11}{20} + \frac{11}{20} \frac{P_{H20}}{RT}$$

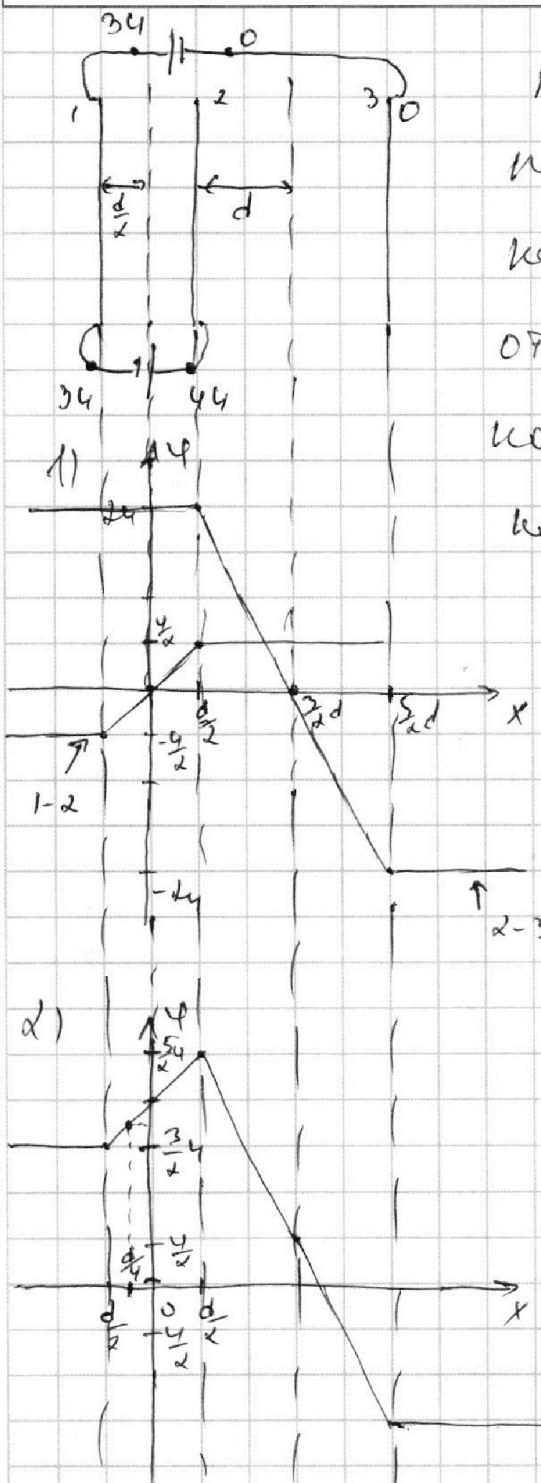
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



нарисуем зарядки зависимость  
потенциала от координаты  $x$   
как будто бы они были

отдельными, т.е. отдельно  
конденсатор 1-2 отдельно  
конденсатор 2-3 (рисунки)

2 рисунка - это графики

$\Phi(x)$  для нашего случая

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

1)  $ma = qE$

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

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

2)

$\mathcal{E} = 3\mathcal{E}$ : т.к. отсутствует  
непотенциальное поле

$\frac{mv^2}{2} = q \frac{3U}{2} + \left( \frac{mv_1^2}{2} \right)$

потенциал на бесконеч. = 0

$\frac{mv^2}{2} = q \frac{3U}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$  значение потенциала  
для  $E$  не берем  
задачка 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!

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

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

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

ЗСЭ (Закон сохр Энергии):

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

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

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

Указание  $v = v_0$  - верно

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

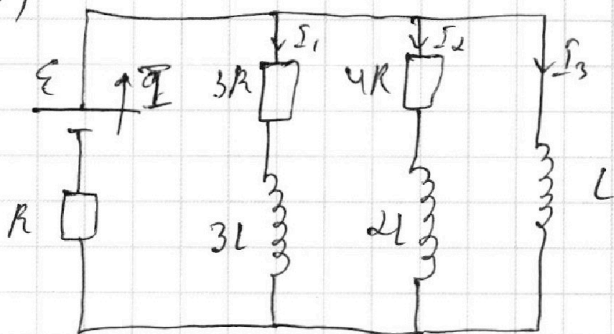
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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)

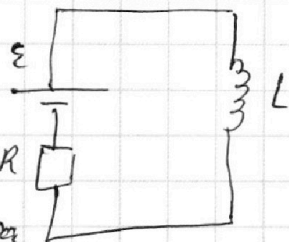


Закон  
3-х терм. измерений  
7 терм. в цепи

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

в установившемся режиме катушки L - провод  
 $U=0 \Rightarrow$  нет в уст. режиме

эквивалентно:



В правом контуре

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

$$\frac{dI_1}{dt} \mathcal{E} = \frac{dq_1}{dt} 3R + \frac{dq_R}{dt} R + 3L \frac{dI_1}{dt}$$

$$t \mathcal{E} = q_1 3R + q_R R + 3L I_1$$

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

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

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

$$\mathcal{E} t = q_1 3R + L I_3 R + \mathcal{E} t R + 3L I_1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

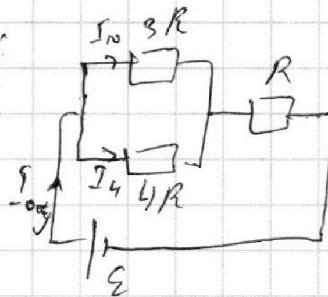
МФТИ

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

1) г.к. решим устатов.  $\Rightarrow$  катушки 3L4 2L  
представляют собой идеальный провод  
схема эквивалентна:

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

$$I_{\text{одн}} = \frac{7}{19} \varepsilon$$



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

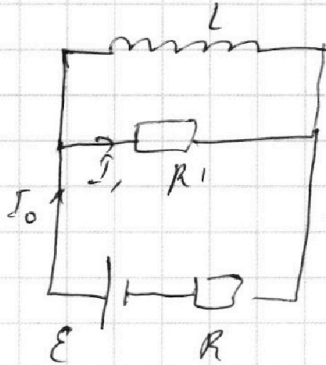
$\oint$  правило Кирхгофа:

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

$$I_{10} = \frac{4}{7} I_0 = \frac{4}{19} \frac{\varepsilon}{R}$$

2) г.к. в нач. моменте напряжения  
на катушках 2L 4 3L равно 0 - это идеальный  
провод (напряжение на катушке не  
может мгновенно измениться)

схема эквивалентна:



$$R' = \frac{19}{7} R$$

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

$\oint$  правило Кирхгофа:

$$\varepsilon = I_1 R' + I_2 R \Rightarrow I_1 R' = \varepsilon - I_2 R$$

$$L \dot{I} = I_2 R' + I_1 R$$

$$L \dot{I} = I_2 R' + \varepsilon - I_2 R$$

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  $L$  катушке

не поменяет внач. момент, а через

$2L$  и  $3L$  будет весь ток:  $I_{00y} = \frac{7}{19} \frac{\varepsilon}{R}$

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

$$\dot{I} = 0$$

$I$  правши курсором

$$L \frac{dI}{dt} = I \cdot R' ; \quad \varepsilon = I \cdot R' + I_0 R$$

$$I \cdot R' = \varepsilon - I_0 R$$

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

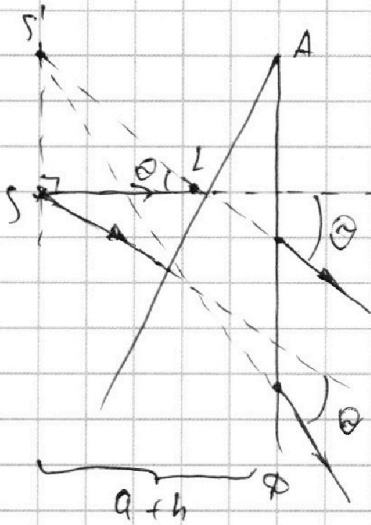
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

2)



Изображение  
построены точки  
контрастом

ленив на прямой

$$\parallel AD \Rightarrow \frac{SS'}{a+b} = \tan \alpha$$

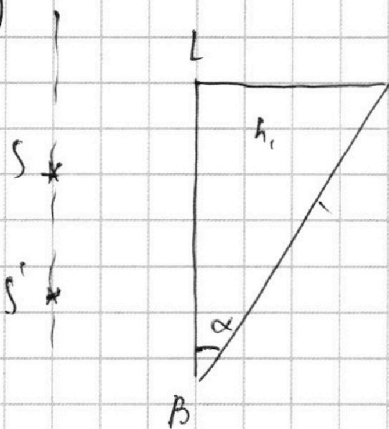
$$\text{т.к. } \alpha \text{ мал} \Rightarrow \frac{SS'}{a+b} = \alpha$$

$\triangle SS'L$  - мал

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

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

3)



Изображение построены  
точки контрастом

ленив на прямой

$LB \perp$  контраст

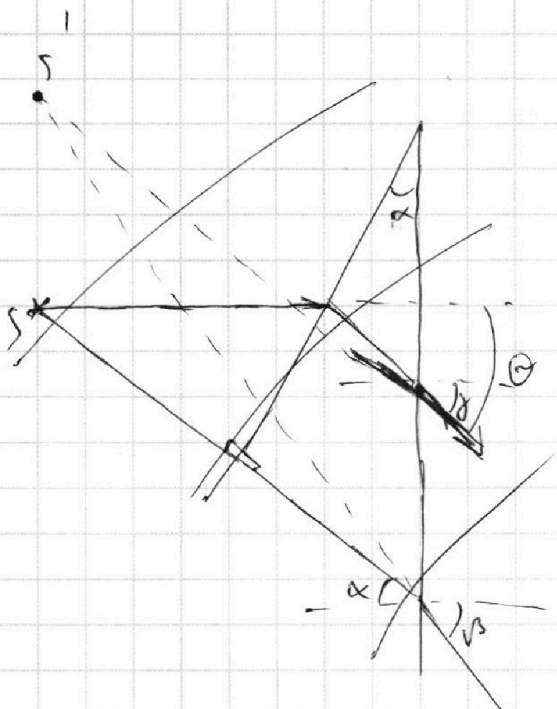
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

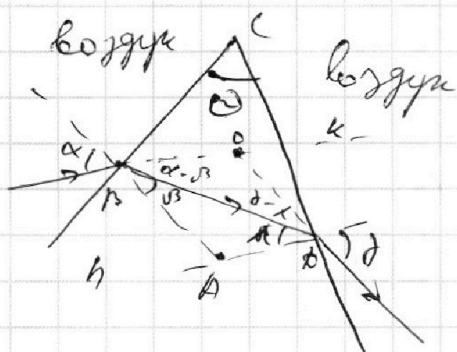


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Угол отнесения  
луча  $u_2$

Введем формулу для прощивания  
луча



1)  $ABCD$  - Висс - четкая

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

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

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

$$\left. \begin{array}{l} \angle BAD = 180 - \theta \\ \angle BAD = 180 - (\beta + \delta) \end{array} \right\} \Rightarrow \theta = \beta + \delta$$

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

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

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

т.е. угол отнесения  
луча зависит только  
от угла преломления

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

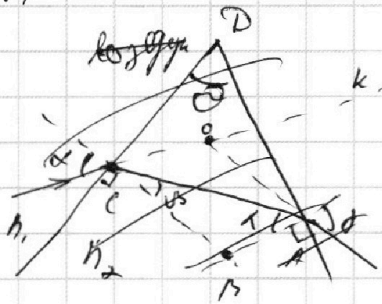
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

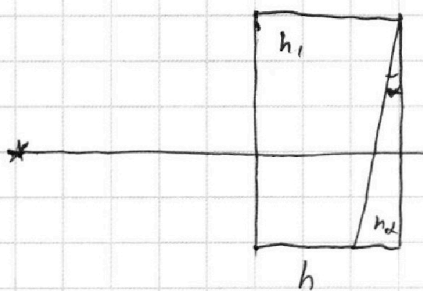
1)



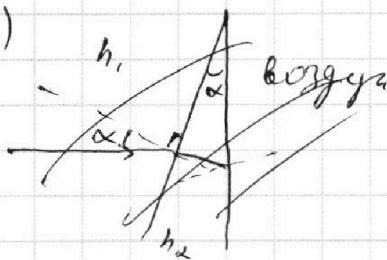
т.к. при малом угле

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$$

$$\alpha \cdot h_1 = h$$



1)

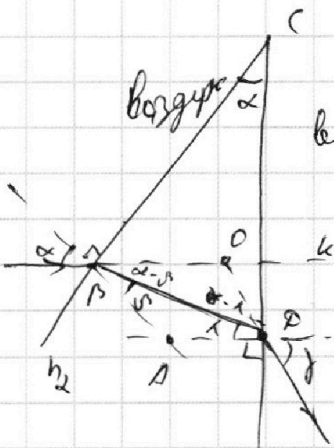


1) ABCD внеш. четы-ник

воздух

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

угол при вершине B  $\angle ABD = 180^\circ$



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

законом синусов:  $\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha \approx \alpha$  при малом угле

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

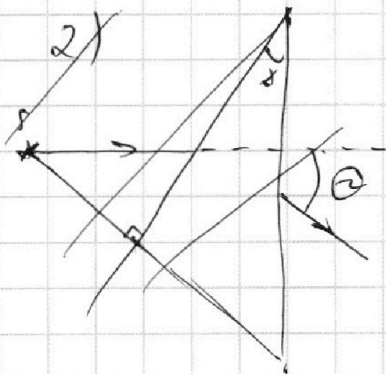
$$\angle DOK = \alpha + \gamma - (\beta + \lambda) = (\beta + \lambda) h_2 - (\beta + \lambda)$$

$$\angle DOK = (h_2 - 1)(180 - \alpha) \text{ - искомое}$$

угол

ответ: угол отклонения

$$\text{Отв: } (h_2 - 1) \alpha = 0,7 \cdot \alpha \approx 0,7 \cdot 0,1 \approx 0,07 \text{ рад}$$





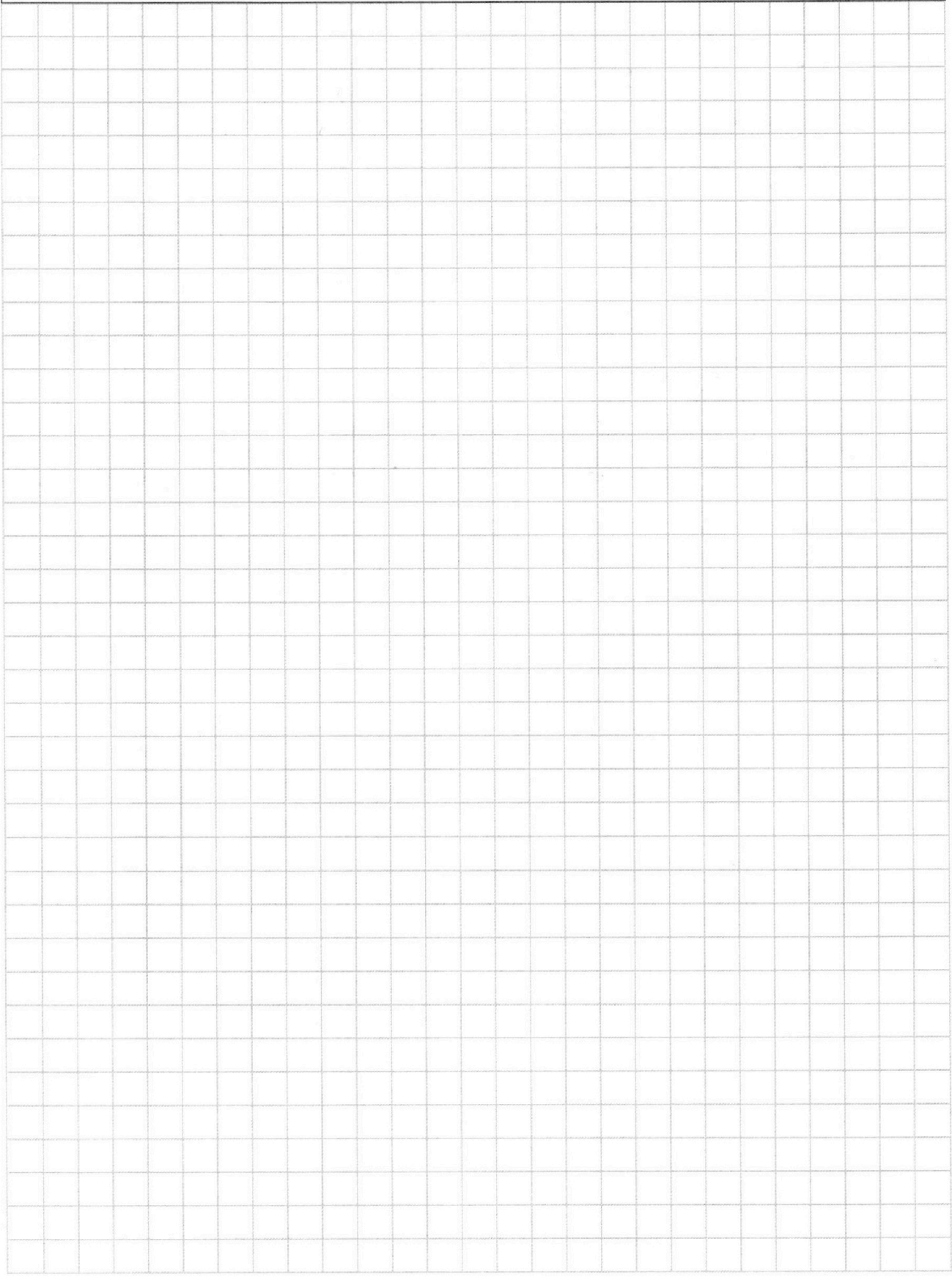
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

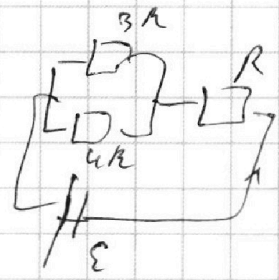
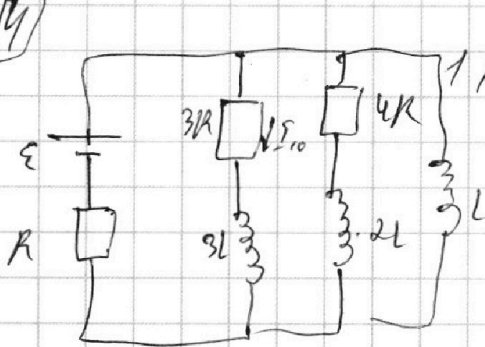
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$2) \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{qU}{2} - \frac{mv^2}{2} + \frac{q^3 U}{2} - \frac{qU}{2}$$

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

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

17



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

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

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

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

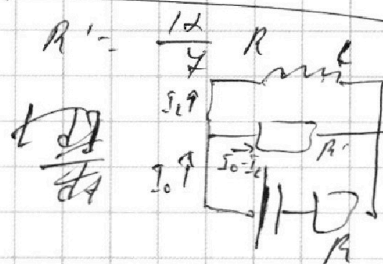
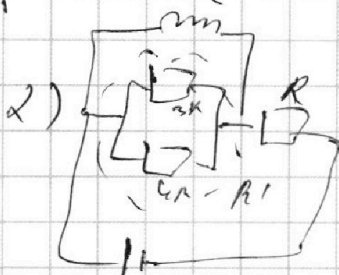
$$I_{10} = \frac{4}{3} I_4 \quad I_{10} + I_4 = I_0$$

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

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

$$\frac{7}{3} I_{10} = \frac{4}{3} I_0 \quad I_{10} = \frac{4}{7} I_0$$

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



$$\frac{I_{10}}{I_0} = \frac{4}{7}$$

кд

$$\varepsilon = -I_1 r + I_0 R \quad \varepsilon = -I_1 r + I_0 R$$

$$\varepsilon = (I_0 - I_1) R' + I_0 R \quad \varepsilon = (I_0 - I_1) R' + I_0 R$$

$$\frac{I_{10}}{I_0} = \frac{4}{7}$$

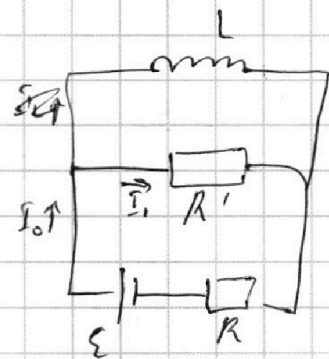
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$2) \quad L \frac{dI}{dt} = (I_0 - I) R'$$

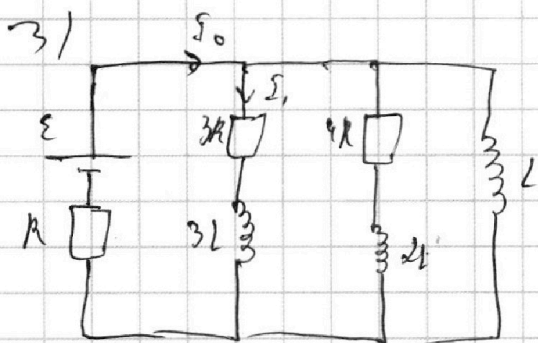
$$\varepsilon = I R' + I_0 R \quad \therefore I R' = \varepsilon - I_0 R$$

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

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

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

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



Второй момент

$$I \cdot 3R + 3L \frac{dI}{dt} + I_0 R = \varepsilon$$

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

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

$$L \frac{dI}{dt} = I R' \quad \varepsilon = I R' + I_0 R$$



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)  $\frac{P_0}{2} \frac{V}{2} = D_{\text{He}} R T_0$   $\frac{P_0}{2} \frac{V}{4} = (D_{\text{CO}_2}) R T_0$   
 газ гелиев в смеси гелиев:

$\frac{P_0}{2} = \frac{P_0}{2} = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{He}}$   $P_1 \frac{V_1}{5} = D_{\text{He}} R T$

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

$\frac{20 - 4 - 5 V_1}{20}$   
 $\frac{11}{20} V$

(b)  $\frac{P_0}{2} \frac{V}{4} \frac{1}{D_{\text{CO}_2} T_0} = \frac{P_2 \left(\frac{11}{20} V\right)}{(D_{\text{CO}_2} \Delta D + D_{\text{He}}) T}$   
 $\frac{P_0 V}{82} \frac{1}{D_{\text{CO}_2} T_0} = \frac{11 P_2 V}{20 (D_{\text{CO}_2} \Delta D + D_{\text{He}}) T}$

$\frac{P_0}{2 T_0 D_{\text{He}}} = \frac{P_2}{5 \left(\frac{D_{\text{He}} \Delta D + D_{\text{He}}\right) T}$

$P_2 = P_{\text{He}} + P_{\text{CO}_2} = P_0 + P_{\text{CO}_2}$

~~$\frac{P_0}{2} \frac{V}{4} = D_{\text{CO}_2} R T_0$~~

~~$\frac{P_{\text{CO}_2} V}{20} = (D_{\text{CO}_2} + k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4}) R T_0$~~

~~$\frac{P_{\text{CO}_2} V}{20} = (D_{\text{CO}_2} - \Delta D) R T_0$~~

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

$= (D_{\text{CO}_2} - k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4})$

$\Delta D = k P_{\text{CO}_2} \frac{V}{4} - k \frac{P_0 V}{2 \cdot 4}$

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

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

$P_{\text{CO}_2} \frac{11}{20} V = (D_{\text{CO}_2} - \Delta D) R T$

$P_2 = P_0 + \frac{20}{11} \frac{(D_{\text{CO}_2} - \Delta D) R T}{V}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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

11

$$F_{\text{лоп}} = k v \quad \neq \quad m a = F_{\text{тяг}} - k v$$

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

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

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

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

$$F_0 = F_k = k v, \quad k = \frac{F_k}{v}, \quad \text{где } v_1 = 25 \text{ м/с}$$

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

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

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{7,5}{200} + \frac{600}{25} \cdot 10 = \frac{75 \cdot 15}{2} + 240$$

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

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

12



$D_{\text{жидк}} = 2$

$$D_{\text{расч. газа}} = k \frac{p_0}{2} \cdot \frac{v}{4}$$

$$\frac{p_0}{2} \cdot \frac{v}{4} = D_{\text{жидк}} \cdot \frac{v_0}{2} \quad \frac{p_0}{2} \cdot \frac{v}{4} = (D_{\text{расч. газа}} + D_{\text{жидк}}) \frac{v_0}{2}$$

$$\frac{p_0}{2} \cdot \frac{v}{4} = D_{\text{расч. газа}} \cdot \frac{v_0}{2} + D_{\text{жидк}} \cdot \frac{v_0}{2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{1} = \frac{D_{\text{жидк}}}{D_{\text{расч. газа}}} = 2$$

$$D_{\text{жидк}} = 2 D_{\text{расч. газа}}$$

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!



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

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

$$p_{CO_2} = \frac{p_0 \cdot \frac{20^5}{82} \cdot (D_{CO_2} - \Delta D) T}{D_{CO_2} \gamma_0}$$

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

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

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

$$\frac{5}{\gamma_0} = \frac{2 D_{CO_2}}{5 (D_{CO_2} - \Delta D + D_{HeO}) - \frac{5}{11} (D_{CO_2} - \Delta D)}$$

$$\frac{5}{\gamma_0} = \frac{2 D_{CO_2}}{5 D_{CO_2} - 5 \Delta D + 5 D_{HeO} - \frac{5}{11} D_{CO_2} + \frac{5}{11} \Delta D}$$

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

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

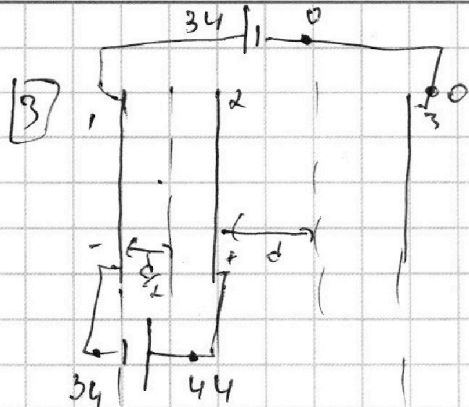
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



1)  $ma = qE$   
 $a = \frac{q}{m} E = \frac{q}{m} \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

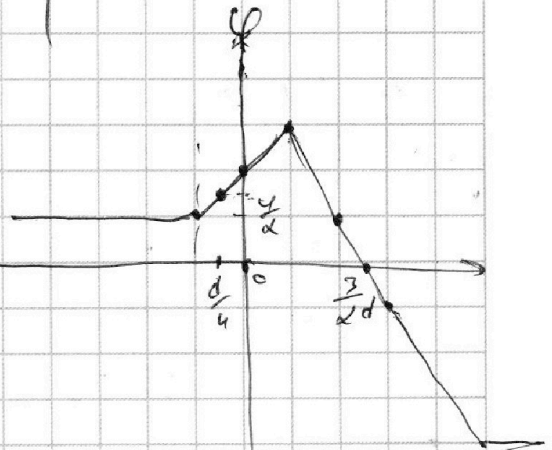
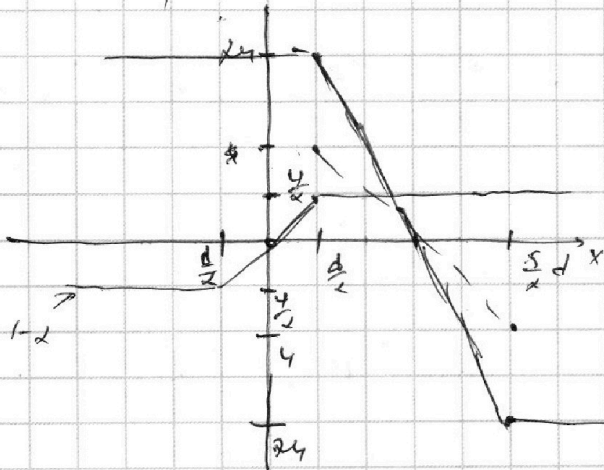
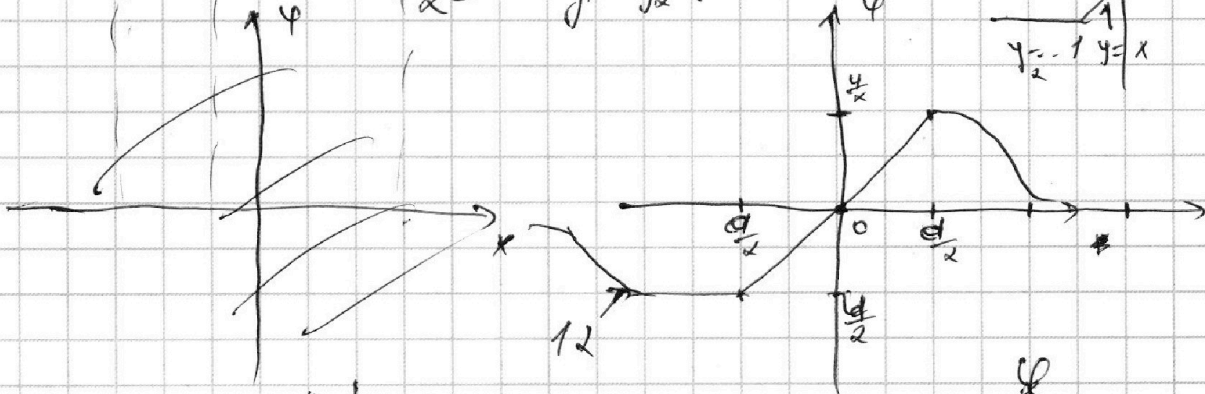
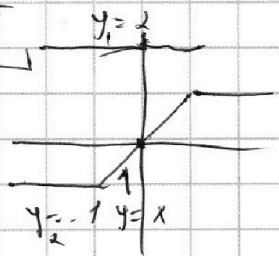
$U = E_{12} d \Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$

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

$y_1 = 2$

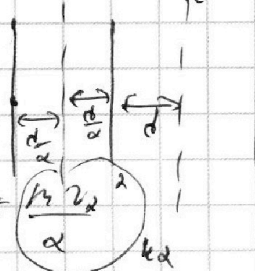
2)  $3CE : \frac{mv^2}{2}$

$y_1 + y_2 = 2 - 1$



$\varphi(x) =$

12)  $\frac{mv^2}{2} = q \frac{3}{2} U + \frac{mv^2}{2}$



3CE(1):  $mv^2 =$   
 $= \frac{qU}{2} + \frac{mv^2}{2} = U,$



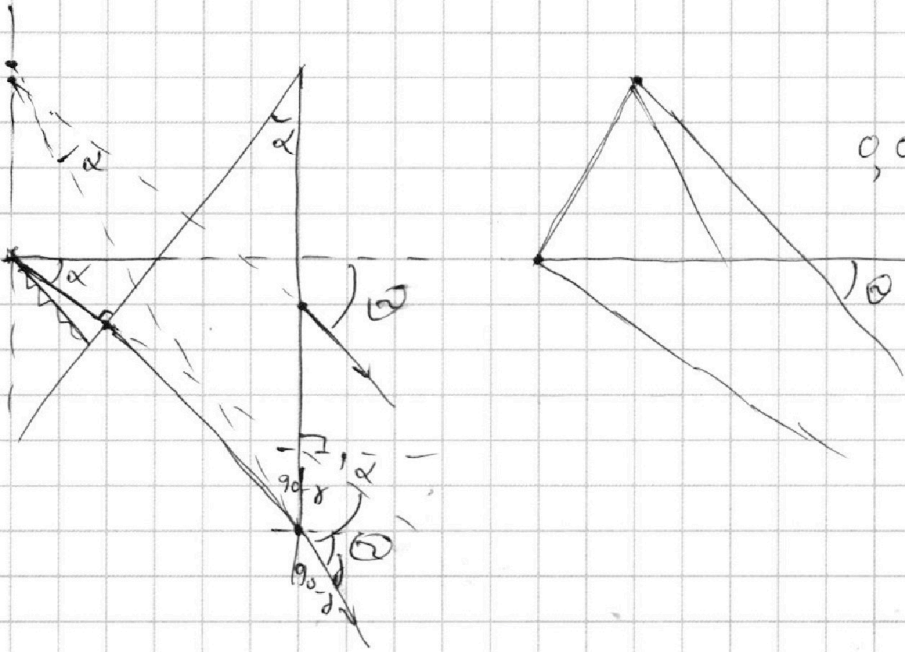
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 7 \\ \hline 728 \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



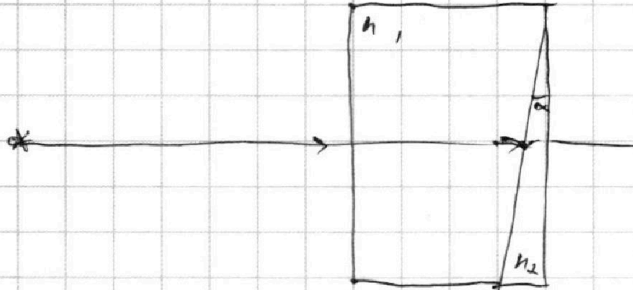
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



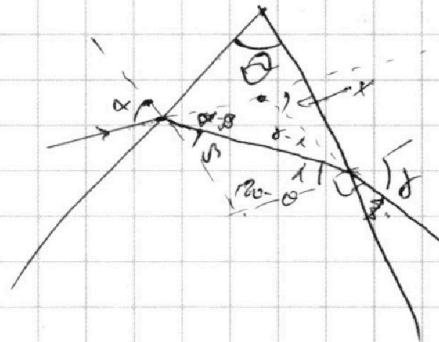
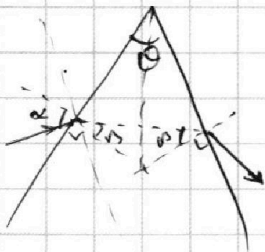
5

$$\alpha h_1 = \beta h_2$$

$$j =$$



$$\beta - \alpha = j - \lambda$$



$$h \alpha = \beta h$$

$$j = h \lambda$$

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

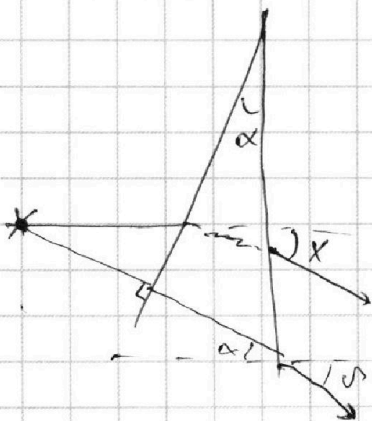
$$180 - \theta = \beta + \alpha$$

$$x = \alpha - \beta + j - \lambda =$$

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

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

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



$$h \alpha = \beta$$

