



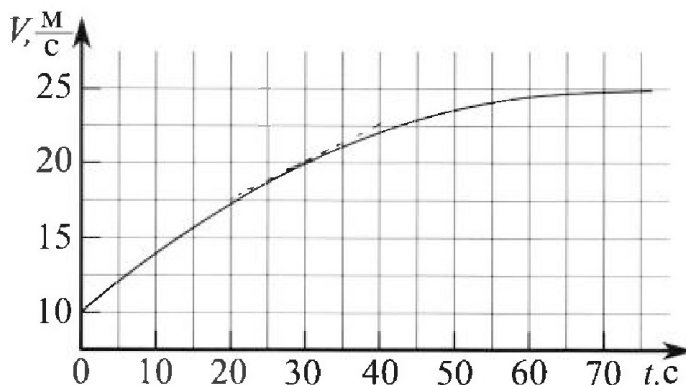
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

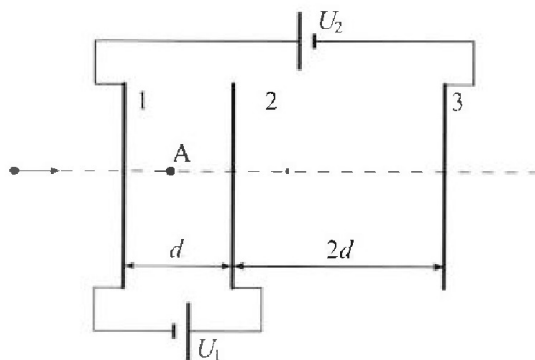
Треб умая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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

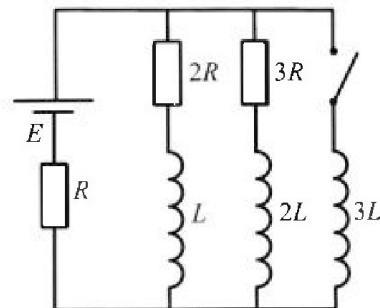
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

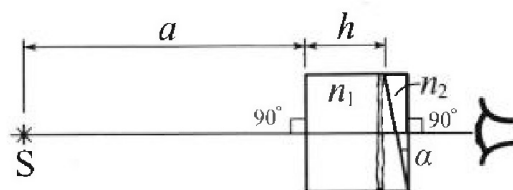


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_{\text{сomp}} = k v$$

$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1) a_1 = ?$$

$$2) F_1 = ?$$

$$3) P_1 = ?$$

3) По коэффициенту трения касательное
к траектории τ . $v_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $t_1 = 30 \text{ с}$, можно
определить ускорение:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \text{ с}} = 0.25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) В конце пути скорость и радиус кривизны
механизма и скорость радиуса $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$\text{Значит, } F_{\text{тр}} = F_{\text{сomp}}$$

$$k v_k = F_k ; k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

по 2-й и 3-й законам Ньютона:

$$m a_1 = F_1 - k v_1$$

$$F_1 = m a_1 + k v_1 = 1000 \text{ кг} \cdot 0.25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 850 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

$$3) P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17 \text{ кВт}$$

$$\text{Ответ: } 0.25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 850 \text{ Н}; 17 \text{ кВт}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

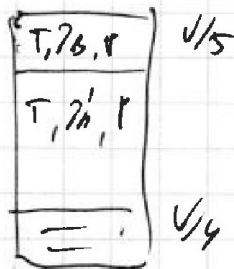
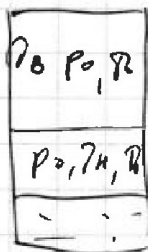
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

1) $\frac{p_0}{p_H} = ?$

2) $p_0 = ?$



3) γ не кланірунс - меншенєтє:

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = p_0 R T_0 ; \quad p_0 \cdot \frac{V}{4} = p_H R T_0 ; \quad p_0 = \frac{p_H V}{2 R T_0}$$

$$\frac{p_0}{p_H} = 2.$$

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

$$p'_H = p_H + \Delta p = \frac{5}{16} \frac{p_0 V}{R T} + p_0 k \frac{V}{4} \quad (3)$$

$$p \frac{V}{5} = p_0 R T - \text{кланірунс - меншенєтє злє бунїєтє мїє.}$$

(1) $p_H + p_2 = p$, зде p_H - зєтєкєтє мїє. мїєрєтє мїєдєтєтє бєдєтє,
 p_2 - зєтєкєтє мїєдєтєтє.

$$p_H = p_{\text{атм}}, \text{ т.к. } T = 100^\circ \text{C.}$$

$$p_2 \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = p'_H R T \quad (2)$$

чї (1), (2), (3).

$$p_{\text{атм}} = \frac{25}{8} p_0 - \frac{20}{11} R T p_0 \left(\frac{5}{16 R T} + \frac{k}{4} \right)$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{20 \cdot 5}{11 \cdot 16} - \frac{20}{11} \frac{R T k}{4}} \approx \frac{88}{185} p_{\text{атм.}}$$

бунїєтєтє $\frac{88}{185} p_{\text{атм.}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐



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

$$\begin{aligned} U_1 &= U \\ U_2 &= 4U \\ m, g \end{aligned}$$

- 1) a_{12} ?
- 2) $k_1 - k_2$?
- 3) ΔA ?

1) $E_{12} \cdot d = U_1$

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

$$a_{12} = \frac{E_{12} \cdot q}{m} = \frac{qU}{md}$$

2) $k_1 - k_2 = \Delta \pi$. — по т. о кинетической энергии.

$$\Delta \pi = qU$$

$$k_1 - k_2 = qU$$

3)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

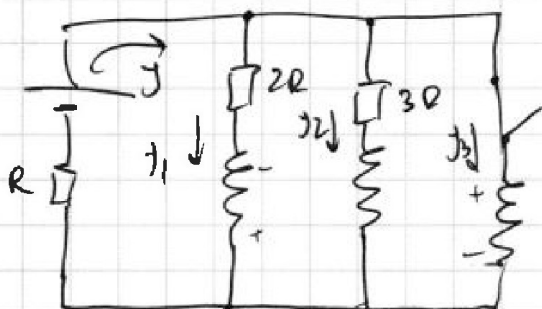
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

- 1) $\mathcal{E}$ - ?
- 2) $\frac{d\mathcal{I}_3}{dt}$ - ?
- 3) $\mathcal{I}_1$ - ?



- 1) В упрощенном виде можно считать, что сопротивление равно $\frac{11}{5}R$.

$$R_0 = \frac{2R \cdot 3R}{5R} + R = \frac{11}{5}R$$

$$\mathcal{I}_0 = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$\mathcal{I}_{10} = \frac{\mathcal{I}_0}{5} \cdot 3 = \frac{3}{11} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

- 2) Через вольтметр ток $\mathcal{I}_4 = 0$.

$$2R \cdot \mathcal{I}_{10} = 3L \cdot \frac{d\mathcal{I}_3}{dt}$$

$$\frac{d\mathcal{I}_3}{dt} = \frac{2R}{3L} \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$$

$$3) \quad 2R\mathcal{I}_1 + L \frac{d\mathcal{I}_1}{dt} = \mathcal{E} - \mathcal{I}R;$$

$$3R\mathcal{I}_2 + L \frac{d\mathcal{I}_2}{dt} = \mathcal{E} - \mathcal{I}R; \quad \mathcal{E} - \mathcal{I}R = 3L \frac{d\mathcal{I}_3}{dt}$$

$$2R\mathcal{I}_1 + L \frac{d\mathcal{I}_1}{dt} = 3L \frac{d\mathcal{I}_3}{dt} \quad | \cdot dt$$



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!

$$2Rq_1 + 6\Delta J_1 = 36\Delta J_3$$

$$2Rq_1 - 6\frac{3}{11}\frac{\varepsilon}{R} = 36\frac{\varepsilon}{R}$$

$$\left(q_1 = \frac{18}{11} \frac{\varepsilon}{R^2} \right)$$

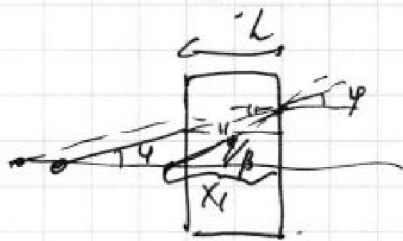
$$J_{3k} = \frac{\varepsilon}{R} \text{ - так как}$$

будет течь через
каучук.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

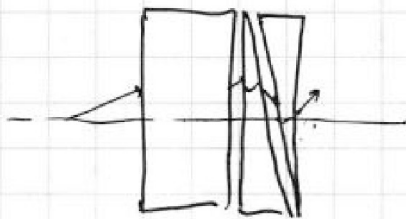
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

- 3) ~~Найти~~ ~~определить~~ ~~взломать~~ систему из ~~плоск.~~
 параллельных пластин толщиной h и h_1 с ~~все~~ ~~призма~~
 с углом преломления φ и показателями преломления
 n_1, n_2



$$\frac{(\varphi a + h b)}{X_1} = \varphi$$

$$X_1 = a + \frac{h}{n_1} = 194 \text{ см} + \frac{3}{3} = 200 \text{ см.}$$



после прохождения второго призма

$$X_2 = \frac{X_1}{n_1 - 1} + X_1 = \frac{200 \text{ см}}{1.5} + 200 \text{ см} = 400 \text{ см.}$$

после прохождения второго призма

$$X_3 = \frac{X_2}{n_2 - 1} + X_2 = \frac{400 \text{ см} \cdot 10}{1.7} = 4000 \text{ см.}$$

~~X₃ =~~

Ответ 807 м; 490 см, ~~4000~~
~~7~~ см



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

Т.к. толщина призмы мала, то сечение изобразится
на формулу излучения

Т.к. толщина призмы мала; $\alpha \cdot (a+h) + \beta_1 X_0 = \beta_2 X_0$

$$X_0 = \frac{\alpha(a+h)}{\beta_2 - \beta_1} = \frac{\alpha(a+h)}{\alpha(n_2 - 1) - \frac{1}{n_2}} = \frac{a+h}{n_2 - 1 - \frac{1}{n_2}}$$

$$X_1 = (a+h) + X_0$$

$$X_1 = (a+h) \left(1 + \frac{1}{n_2 - 1 - \frac{1}{n_2}} \right) = \frac{n_2 - \frac{1}{n_2}}{n_2 - 1 - \frac{1}{n_2}} \cdot (a+h)$$

$n_2 \alpha(a+h) = \beta_2 X_0$ - т.к. угол мал и толщина
призмы мала

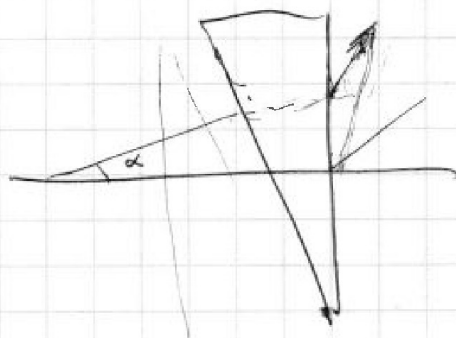
$$X_1 = (a+h) + X_0$$

3)

$$X_1 = (a+h) \left(1 + \frac{\alpha}{n_2(n_2 - 1)\alpha} \right) = (a+h) \cdot \frac{n_2}{n_2 - 1}$$

$\alpha \beta = \alpha(a+h)$ - толщина призмы с углом угла свет изобр. на.
Углов, изобр.

$$X_1 = \frac{(a+h)}{n_2 - 1} = \frac{203 \text{ см}}{0,7} = 49,10 \text{ см} \approx 490 \text{ см}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

МФТИ

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

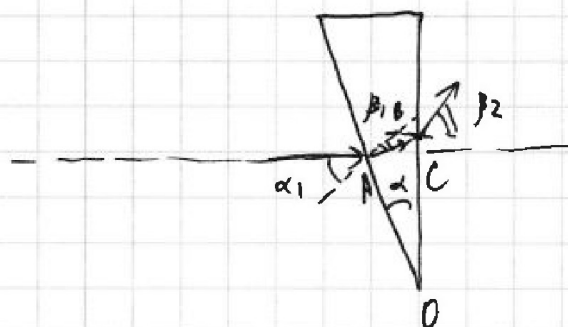
$$a = 194 \text{ cm}$$

$$n_B = 1,0$$

$$\alpha = 81$$

$h = 9 \text{ cm}$

1) $h_1 = h_B$, значит $1 \frac{q^2}{2}$ относится к базису
и пропорционально классу



1) β_2 ?

2) $x_-?$

3) $X_2 = ?$

$$\text{3-к членна } \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = k_2 \quad ; \quad \alpha_1 = \alpha - \cos \alpha$$

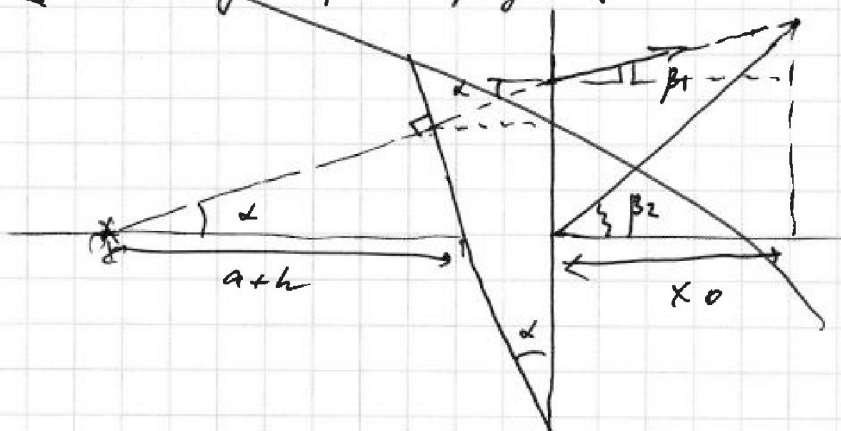
$$\frac{\alpha_1}{\beta_1} = n_2;$$

из $\triangle ABC$ - углов $\angle C = 180^\circ - \alpha$,
из $\triangle ABC$ $\angle C = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2 =$
 $= \alpha - \beta_1$

$$\alpha_2 = \alpha - \beta_1$$

$$\left(\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2}\right)^{-1} = h_2 \quad \beta_2 = (h_2 - 1) \cdot \alpha = 97^\circ \alpha = 90.7^\circ \text{ tag}$$

2) ~~Площадь при изл. пог. грани Δ много раз больше~~
~~на пог. грани призм.~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МОТИ

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



$$203. \quad \frac{17}{10} - \frac{10}{17} = \frac{17 \cdot 17 - 100}{10 \cdot 17 - 100} = \frac{289 \cdot 100}{19} \cdot 203$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 203 \overline{) 19} \\ \underline{19} \\ 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 174 \overline{) 17} \\ \underline{17} \\ 24 \end{array}$$

$$194 \overline{) 17}$$

$$\begin{array}{r} 203 \overline{) 17} \\ \underline{17} \\ 29 \end{array}$$

$$\frac{h+a}{n-1}$$

$$\begin{array}{r} 400 \overline{) 17} \\ \underline{34} \\ 60 \end{array}$$

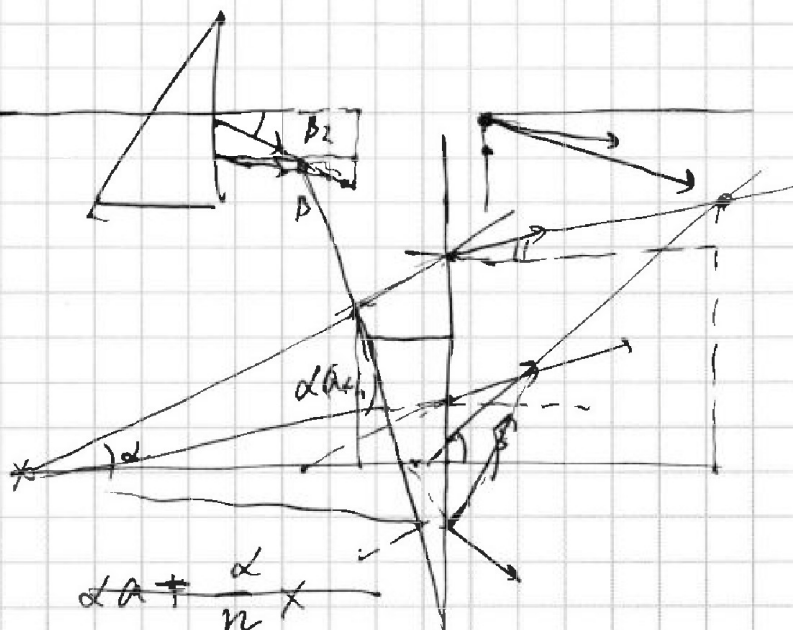
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\alpha(a+h) + \frac{\alpha}{n} X = \beta X$$

$$\beta = (n-1)/X$$

$$(n-1) \alpha X = \alpha(a+h) + \frac{\alpha}{n} X$$

$$\alpha(a+h) = X \left(\frac{\alpha}{n} + \alpha - \alpha \right)$$

$$70 + 42 = 112$$

$$X \left(n-1 - \frac{1}{n} \right) = a+h$$

$$X = \frac{a+h}{n-1 - \frac{1}{n}}$$

$$\frac{194 + 9}{87 - \frac{10}{17}} = \frac{203}{\frac{7 \cdot 17 - 10 \cdot 10}{170}}$$

$$\frac{203 \cdot 170}{19}$$

$$203 \cdot \frac{17}{19}$$

$$a+h + \frac{a+h}{(n-1 - \frac{1}{n})} = (a+h) \left(\frac{n-1 - \frac{1}{n} + 1}{n-1 - \frac{1}{n}} \right) = (a+h)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

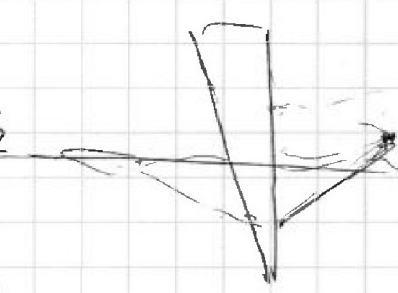
$$2Ry_1 - L \frac{dy_1}{dt} = 3L \frac{dy_2}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$2Ry_1 - L \Delta y_1 = 3L \Delta y_3 \quad ; \quad y_3 = \frac{\varepsilon}{R}$$

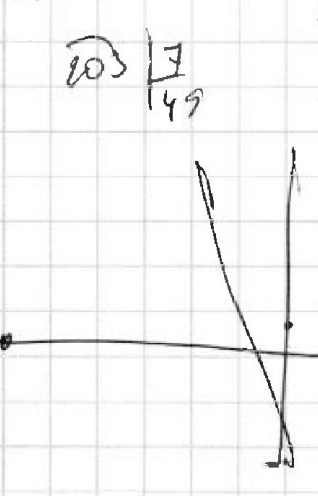
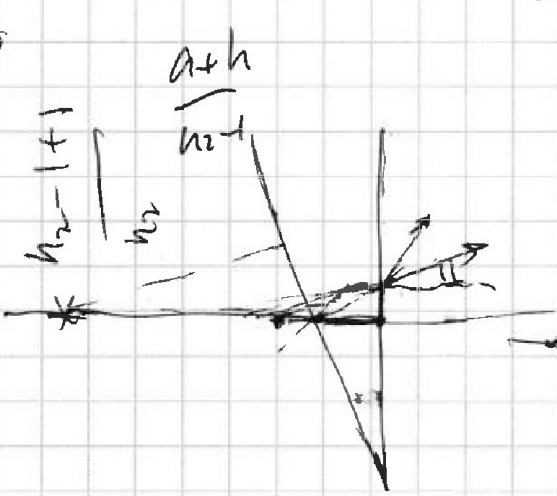
$$2Ry_1 - L \cdot \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R} = 3L \cdot \frac{\varepsilon}{R} \quad y_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$y_1 = \left(\frac{33}{11} L \cdot \frac{\varepsilon}{R} + \frac{3}{11} L \frac{\varepsilon}{R} \right) \cdot \frac{1}{2R}$$

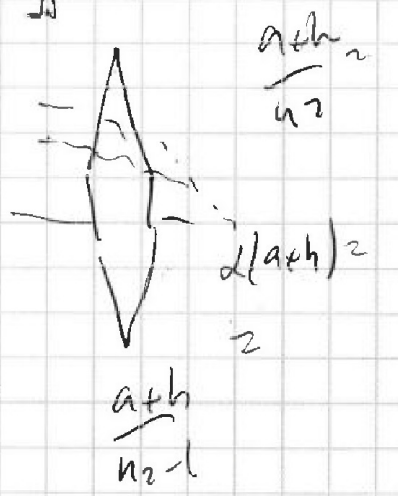
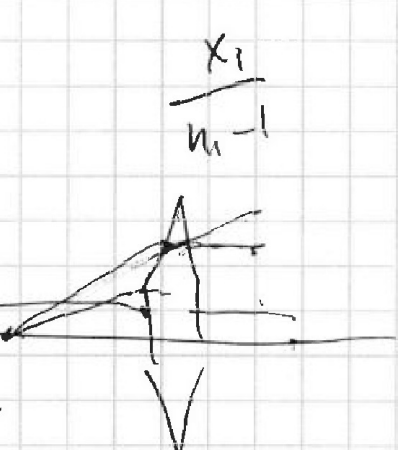
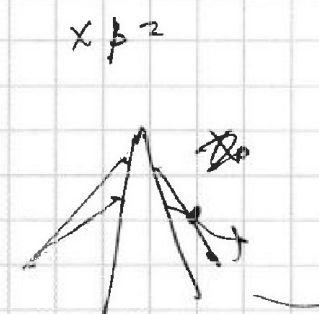
$$y_1 = \frac{36}{11} \cdot \frac{1}{2R} L \cdot \frac{\varepsilon}{R} = \frac{18}{11} \frac{L \varepsilon}{R^2}$$



$\alpha(a+h)/2$
 $p_1 x_0$
 $x_0 \sim \frac{\alpha(a+h)/2}{n_2-1}$
 $\frac{\alpha(a+h)/2}{n_2-1}$



$\cos \frac{\pi}{49}$
 $600 \text{ см} \cdot \frac{\pi \cdot 0.10}{18}$
 77



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!

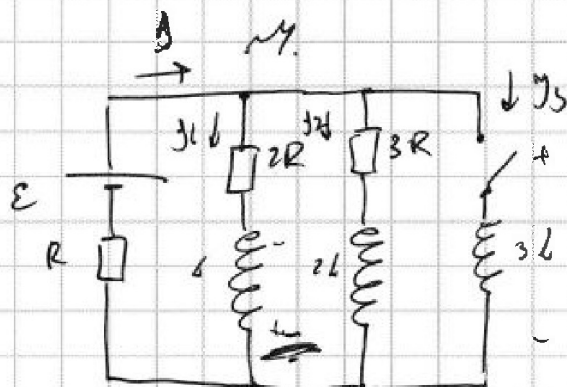
МФТИ



$$E_2 d = E_{23} \cdot t_1 ; t_1 = \frac{2Ud}{5U} = \frac{2d}{5U}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = 2U +$$

- 1) $j_{10} - ?$
- 2) $\frac{dj_3}{dt} - ?$
- 3) $22 - ?$



$$1) P_0 = \frac{2R \cdot 3R}{5R} + R = \frac{6}{5}R + R = \frac{11}{5}R$$

$$j_0 = \frac{5E}{11R} ; \frac{j_0}{5} \cdot 3 = j_{10} ; j_{10} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5E}{11R} = \frac{3E}{11R}$$

$$2) U_L = 2R j_{10} = \frac{6E}{11R} ; j_{20} = \frac{2E}{11R}$$

$$U_L = 3L \cdot \frac{dj_3}{dt} ; \frac{dj_3}{dt} = \frac{U_L}{3L} = \frac{2E}{11R \cdot L}$$

$$3) 2R j_1 - L \frac{dj_1}{dt} = E - j_2 R$$

$$3R j_2 = E + L \frac{dj_2}{dt} - j_2 R$$

$$E - j_2 R = 3L \cdot \frac{dj_3}{dt} ; j_1 + j_2 + j_3 = j$$

$$2R j_1 - L \frac{dj_1}{dt} = 3R j_2 - L \frac{dj_2}{dt}$$

$$2R j_1 - L \frac{dj_1}{dt} = 3L \cdot \frac{dj_3}{dt}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

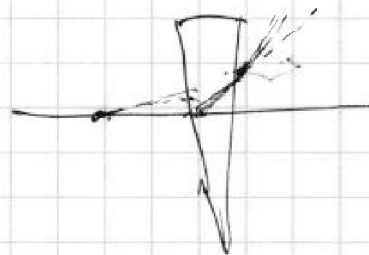
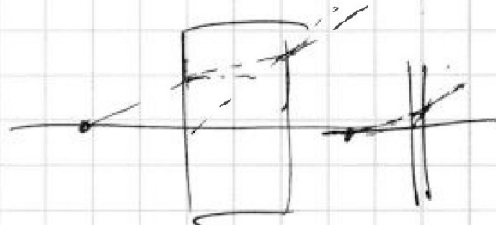
МФТИ

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

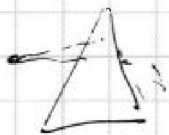
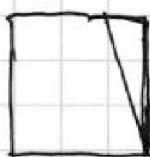
$$\varphi = \frac{f}{a} ; \beta = \frac{f}{x_1} ; \gamma = \varphi a$$

$$\beta = (n_2 - 1)(\alpha - \varphi) ; x_1 = \frac{f}{\beta}$$

$$l = \beta + h \quad x_1 = \frac{\varphi a}{(n_2 - 1)(\alpha - \varphi)}$$



3)

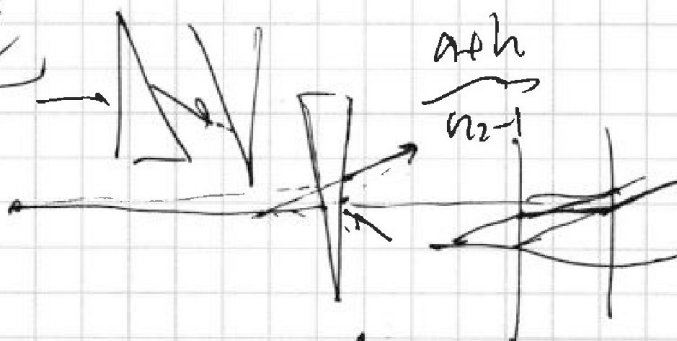


$$\frac{(\varphi a + h \cdot \beta)}{x_1} = \varphi ; x_1 = \frac{\varphi a + h \cdot \frac{\varphi}{n}}{\varphi}$$

$$\beta = \frac{\varphi}{n}$$

$$a_1 = h + a - x_1 = a - \left(a + \frac{h}{n}\right) + h = h \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{n-1}{n} h$$

$$a_2 = x_1 = a + \frac{h}{n}$$



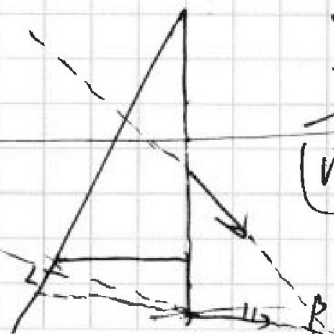
$$a_2 =$$

$$\beta = \frac{\varphi}{n}$$

$$(a+h) = \frac{203 \cdot 10}{7} = 2900 \text{ мкм}$$

$$\alpha = \frac{203}{63} \approx 3.22^\circ$$

$$x_1 = \frac{a+h}{(n_2-1)(n_1-1)}$$



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!

$$n_1, n_2, n_3 = 1, 0$$

$$a = 194 \text{ см}$$

$$\alpha = 91^\circ 19'$$

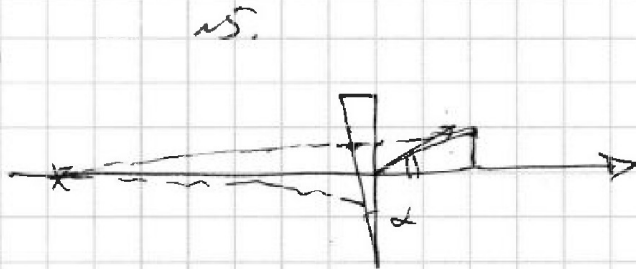
$$h = 9 \text{ см}$$

$$1) n_1 = n_3 = 1, 0$$

$$n_2 = 1, 7$$

$$\beta = ?$$

$$2) X = ?$$



$$180 - \alpha$$

$$180 - (180 - \alpha) - \beta_2 = \alpha - \beta_2$$

$$\beta_2 = 180 - \alpha$$

$$\alpha_2 = 180 - (180 - \alpha) - \beta_1$$

$$\alpha_2 = \alpha - \beta_1$$

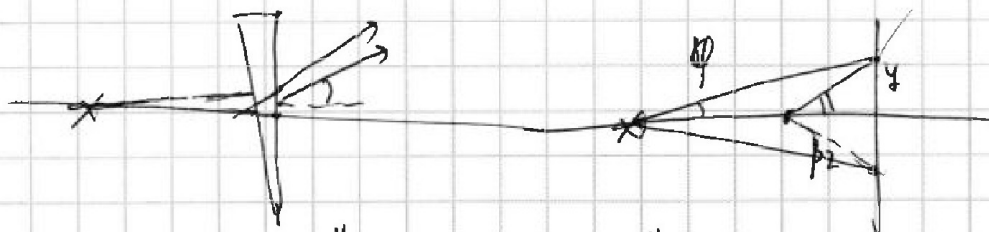
$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = n_2$$

$$\beta_2 = \alpha_2 \cdot n_2 = n_2 \cdot \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right)$$

$$\beta_2 = (n_2 - 1) \cdot \alpha = 97^\circ \alpha$$



$$2)$$



$$\tan \varphi = \frac{y}{a}; \quad \tan \beta = \frac{y}{x'}$$

$$\beta = (n_2 - 1) / (\alpha - \varphi); \quad \varphi = \frac{y}{a}$$

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. Печать QR-кода недопустима!

$$k_2 \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot 19 \sqrt{2}}$$

CO₂

$$T = \sum_4 T_0 = 100^\circ \text{C}$$

$$1) \frac{p_0}{p_H} = ?$$

$$2) p_0 = ?$$

Ратм

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = p_0 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = p_H R T_0 ; p_H = \frac{p_0 V}{4 R T_0} ; T_0 = \frac{4}{5} T$$

$$1) \frac{p_0}{p_H} = 2 ; p_H = \frac{5 p_0 V}{16 R T} \cdot 2 = \frac{5}{8} \frac{p_0 V}{R T}$$

$$2) \Delta p = p_0 k \frac{V}{4}$$

$$p_H' = p_H + \Delta p = \frac{p_0 V \cdot 5}{4 R \cdot 4 T} + p_0 k \frac{V}{4} = \frac{5 p_0 V}{16 R T} + p_0 k \frac{V}{4}$$

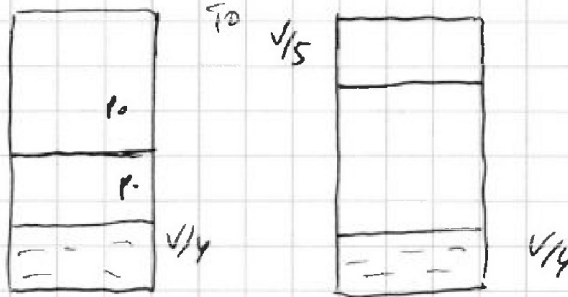
$$p \cdot \frac{V}{5} = p_0 R T ; p = \frac{5 p_0 V}{R} \cdot \frac{5}{8} \frac{p_0 V}{R T} = \frac{25}{8} p_0$$

$$p_H + p_2 = p ; p_H = \text{Ратм}$$

$$p_2 \cdot \frac{11}{20} V = p_H' \cdot R T ; \text{Ратм} + p_2 = \frac{25}{8} p_0$$

$$p_2 = \frac{20}{11} \frac{R T \cdot p_H'}{V} = \frac{20}{11} \frac{R T}{V} \cdot p_0 V \left(\frac{5}{16 R T} + \frac{k}{4} \right)$$

$$\text{Ратм} = \frac{25}{8} p_0 - \frac{20}{11} R T p_0 \left(\frac{5}{16 R T} + \frac{k}{4} \right)$$



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

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!

МФТИ

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_{\text{comp}} \sim v$$

$$F_{\text{comp}} = kv$$

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$1) v_i = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a_i ?$$

$$2) F_i ?$$

$$3) P_i ?$$

$$1) F_k = kv$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} ; v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$3) P_i = v_i \cdot F_i$$

$$2) ma_i = F_i - kv_i ; a_i = \frac{F_i - kv_i}{m}$$

$$F_i = ma_i + kv_i$$

$$a_i = \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \text{ с}} = \frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_i = m \cdot a_i + kv_i = 1800 \text{ кг} \cdot \frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = (450 + 400) \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

$$P_i = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 850 \text{ Н} = 17000 \text{ Вт} = 17 \text{ кВт}$$

$$\begin{array}{r} \times 850 \\ 20 \\ \hline 17000 \end{array}$$

$$V, T_0, \frac{1}{4}$$

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

$$\frac{1}{5}$$

$$\Delta P = k p w$$

$$k A \frac{1}{3}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$p_{\text{атм}} = p_0 \left[\frac{25}{8} - \frac{20.5}{11.16} - \frac{20}{11} \frac{RT}{4} \right]$$

$$p_0 = \frac{25 \cdot 2.11 - 20.5}{16.11} = \frac{550 - 100}{16.11} = \frac{450}{16.11}$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{450}{16.11} - \frac{20}{11} \cdot \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{\text{моль} \cdot 4 \cdot 3 \cdot \text{с}^2 \cdot \text{Па}}}$$

$$\frac{450}{16.11} - \frac{20 \cdot 4}{11.16} = \frac{450 - p_0}{16.11} = \frac{370}{16.11} \quad \cdot 15$$

$$p_0 = \frac{16.11}{370} p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \frac{176}{370} p_{\text{атм}} \quad \frac{88}{185} p_{\text{атм}}$$

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 11 \\ \hline 16 \\ 11 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 176 \overline{) 2176} \\ \underline{10} \\ 16 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

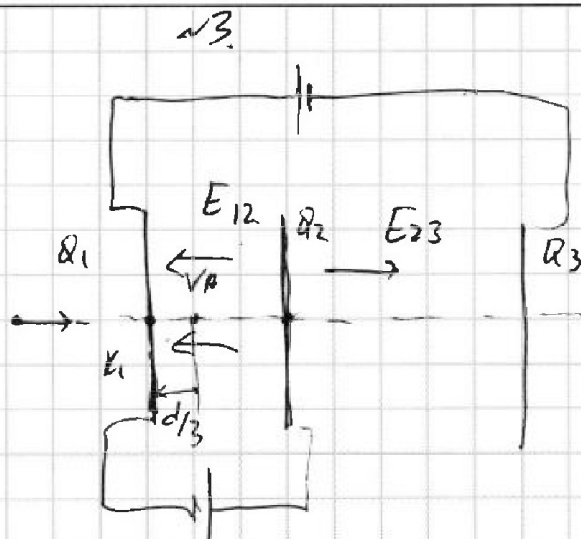
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$d, 2d$
 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 v_0, q, m



1) $a_{12} = ?$

2) $k_1 - k_2 = ?$

3) $\frac{d}{3}, v_A = ?$

$$E_{12} \cdot d = U \quad ; \quad E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$-E_{12} \cdot d + E_{23} \cdot 2d = 4U \quad ;$$

$$E_{23} \cdot 2d = 5U$$

$$E_{23} = \frac{5U}{2d}$$

$$E_{12} \cdot q = ma$$

$$a = \frac{E_{12} q}{m} = \frac{U q}{md}$$

$$2) k_1 - k_2 = qE_{12} \cdot d = qU$$

$$3) E_{12} \cdot d = E_{23} \cdot f$$

$$f = \frac{U \cdot 2d}{5U} = \frac{2d}{5}$$

$$d + \frac{2d}{5} = \frac{7d}{5}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} - qE_{12} \cdot \frac{2d}{3} + qE_{23} \cdot \frac{2d}{5} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} - q \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{U}{d} + q \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{5U}{2d} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} + \frac{1}{3} qU = \frac{mv_0^2}{2} \quad ; \quad v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{2}{3} \frac{qU}{m}}$$