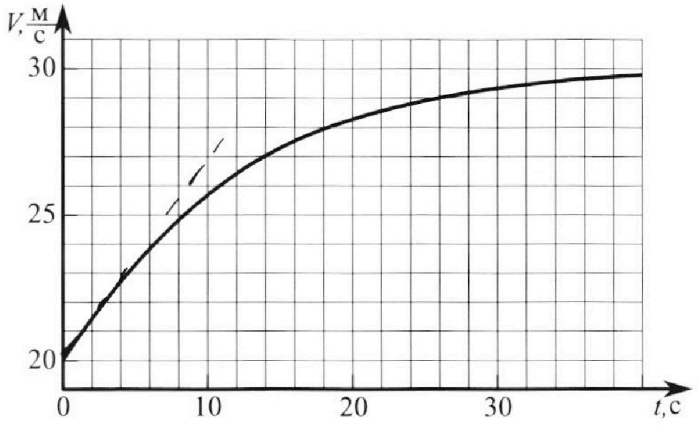
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_к = 200$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

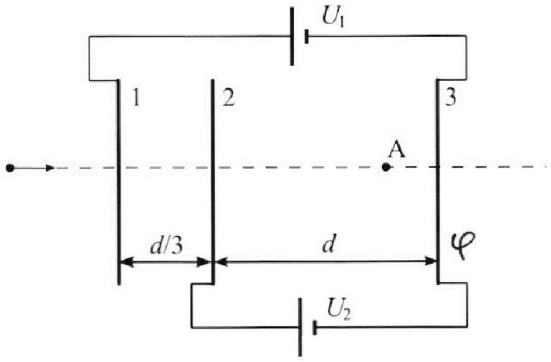
Требуемая точность числен ного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0{,}6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м^3·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 $P_{АТМ}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d. Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. 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.



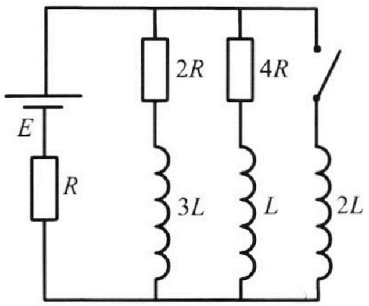
1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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

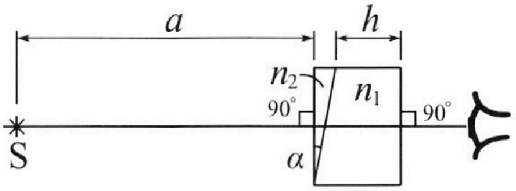
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.



1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэ ффициентами 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 $n_в = 1{,}0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 100$ 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 $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
2) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

Чистовик

Задача 1

1) По определению $a = \frac{dv}{dt}$ – касательная графику $v(t)$

$$a_0 = \frac{v(10) - v(0)}{10} = \frac{27 - 20}{10} = \frac{7}{10} \ \frac{м}{с^2}$$

2) Мощность передаваемая на колесо идёт на разгон и преодоление сопротивления

В конце $P = F_к v_к$ – разгона не происходит

II Закон Ньютона

$$ma = \frac{P}{v_0} - F_0$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = \frac{F_к \cdot 30}{20} - 240 \cdot \frac{7}{100}$$

$$F_0 = 300 - 168 = 132 \text{ Н}$$

3) Мощность В конце : $P = F_к v_к$

Мощность силы сопротивления $P_c = F_c v_0$

$$\eta = \frac{P_c}{P} = \frac{F_к v_0}{F_к v_к} = \frac{132 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{132}{300}$$

Ответ: $a_0 = 0{,}7 \ м/с^2$

$F_0 = 132$ Н

$\eta = \frac{132}{300}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

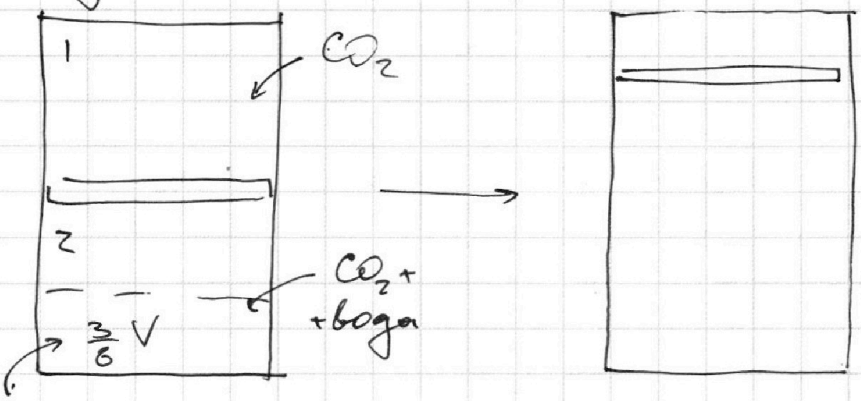
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

чистовик

Задача 2



Закон Менделеева - Клапейрона для 1

До нагрева $p_0 \frac{1}{8} V = \nu R T_0$

После $p_к \frac{1}{8} V = \nu R \cdot \frac{4}{3} T_0$

$\frac{p_0}{p_к} \cdot 4 = \frac{3}{4}$ $\quad p_к = \frac{16}{3} p_0$

До нагрева углекислый газ не растворялся в воде $\longrightarrow \nu_y$

После нагрева количество вещества углекислого газа

$\nu_y' = \nu_y - \Delta\nu = \nu_y - k p_к \cdot \frac{3}{8} V$

В начале мы пренебрегали давлением пара

$p_0 \cdot \frac{V}{8} = \nu_y R T_0$

$\nu_y = \frac{p_0 V}{8 R T_0}$

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!

Чистовик

Продолжение задачи 2

$$\frac{p_0 V}{8RT_0} - k\,\frac{16}{3}\,p_0 \cdot \frac{3}{8} V = \nu_y' -$$

Количество углекислого газа в конце

$$\frac{p_0 V}{8RT_0} - 2k p_0 V = \nu_y'$$

При $T = 373\ K$ $\quad p_n = p_0$

Тогда парциальное давление газов
(вверху углекислый газ)

$$\frac{16}{3} p_0 = p_2' + p_0 \leftarrow \text{давление Н.П}$$

$$p_2' \left(\frac{1}{8} + \frac{3}{8}\right) V = \left(\frac{p_0 V}{8RT_0} - 2k p_0 V\right) RT$$

$$p_2' = \left(\frac{p_0 V}{8RT_0} - 2k p_0 V\right) \frac{2RT}{V}$$

$$\frac{16}{3} p_0 = \frac{2RT}{V} p_0 \left(\frac{V}{8RT_0} - 2k \frac{p_0}{p_0} V\right) + p_0$$

$$p_0 = \frac{1}{\frac{16}{3} - \frac{2RT}{V}\left(\frac{V}{8RT_0} - 2k \frac{p_0}{p_0} V\right)}\, p_A$$

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. Порча QR-кода недопустима!

Числовик

$$p_0 = \frac{1}{\frac{16}{3} - 2RT\left(\frac{\nu}{8RT_0} - 2k\nu\right)} p_A$$

$$p_0 = \frac{1}{\frac{16}{3} - \frac{2R\,\frac{1}{3}T_0}{8RT_0} + 2RT \cdot 2k} p_A$$

$$p_0 = \frac{1}{\frac{16}{3} - \frac{1}{3} + 4 \cdot 3 \cdot 10^{8} \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^{-5}} p_A$$

$\frac{11}{5}$ $\quad$ $7{,}2$

Пункт 1

До нагревания в (1)

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

в (2) $\Rightarrow$ $\quad 4 = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

$$p_0 \frac{1}{8} V = \nu_2 R T_0$$

Ответ: $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$

$$p_0 = \frac{10}{122} p_A$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☑ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

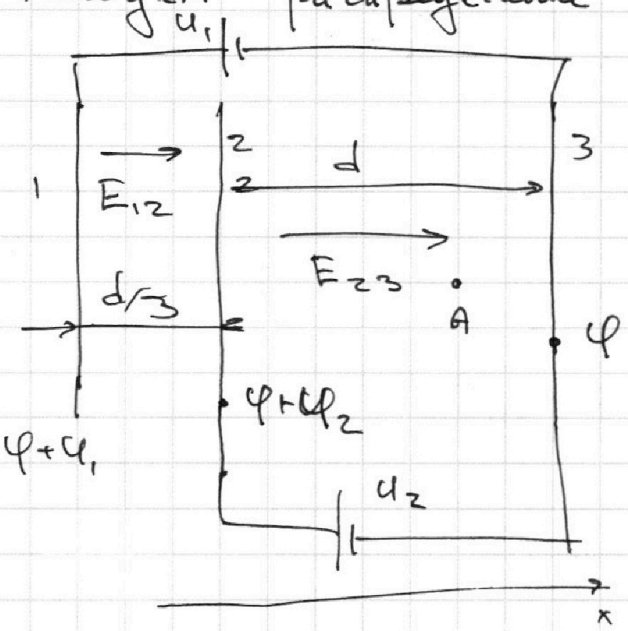
МФТИ

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

Чистовик

Задача 3

Найдем распределение полей



$U_1 = 5U$

$U_2 = U$

1) Расставим потенциалы в системе

По определению

$$\Delta\varphi = \int E\,dl$$

2) $\varphi_1 - \varphi_2 = 5U - U = 4U$

$\varphi_1 - \varphi_2 = 4U = E_{12}\, d/3$ $\quad E_{12} = 12\,\frac{U}{d}$

$\varphi_2 - \varphi_3 = U = E_{23}\, d$ $\quad E_{23} = U/d$

3) I Закон Ньютона на ox:

$$ma = F_к = E_{23} q$$

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

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Задача 3 продолжение числовым

г) Th об изменении кин энергии

$$A = K_2 - K_2 = \int F_к \, dl$$

$$\Delta K_{23} = Uq$$

3) $$E_{12} \, q\frac{d}{3} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$E_{23} \, \frac{3}{4} d = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

$$4Uq + \frac{U}{d} \cdot q \cdot \frac{3}{4} d = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{19}{4} Uq = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_q = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$

Ответ: $a = \frac{U}{d} q/m$

$$K_3 - K_2 = Uq$$

$$V_A = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{Uq}{m} + V_0^2}$$

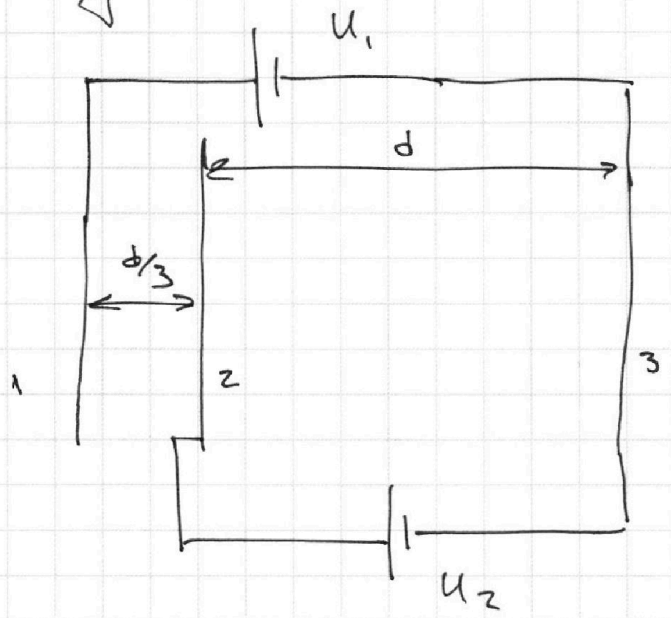
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

Задача 3



$U_1 = 5U$

$U_2 = U$

$q > 0$; m ; V_0

1) q_{23}

2) $K_3 - K_2$

3) $V_0 - ?$

Решение

1) По определению $\Delta\varphi = E$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

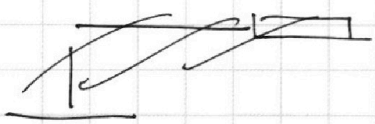
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

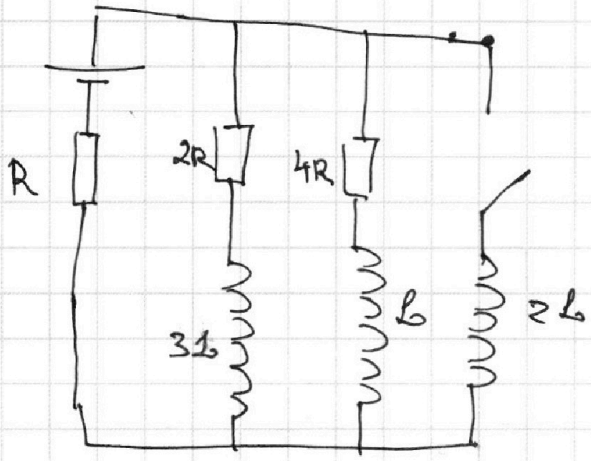
МФТИ

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

Чистовик

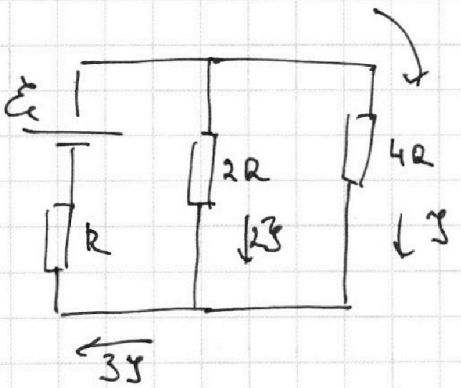
Задача 4





Решение

1) В установившемся режиме катушки — перемычки



Расставляю токи в цепи в соответствии с Законом Ома и правилами Кирхгофа

Обход по Кирхгофу: $\mathcal{E} = 4IR + 3IR$

$I = \frac{\mathcal{E}}{7R}$ $\quad I_{20} = I = \frac{\mathcal{E}}{7R}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

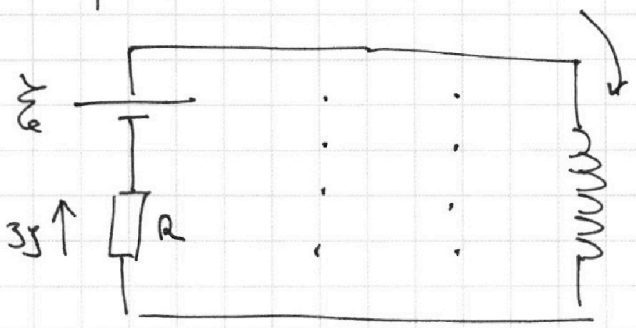
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ

Чтобы

2) сразу после замыкания ток через резистор R не поменяется



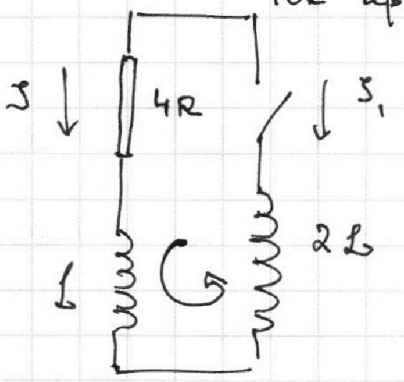
Кирхгоф

$$\mathcal{E} - 2L\frac{dJ}{dt} = 3JR$$

$$\frac{\mathcal{E} - 3JR}{2L} = \frac{dJ}{dt}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \frac{3}{7}\mathcal{E}}{2L} = \frac{dJ}{dt} \qquad \frac{dJ}{dt} = \frac{\frac{4}{7}\mathcal{E}}{2L} = \frac{2}{7}\frac{\mathcal{E}}{L}$$

3) В установившемся режиме катушка 2L - перемычка ⇒ через 4R ток не течет; ток через 2R не течет; весь ток течёт через катушку 2L



Кирхгоф:

$$-L\frac{dJ}{dt} - \left(-2L\frac{dJ_1}{dt}\right) = J4R$$

$$2L\,dJ_1 - L\,dJ = dq\,4R$$

⇓

проинтегрировав получено выражение

$$\left(2L(J_к - 0) - L(0 - J_{20})\right)\frac{1}{4R} = \Delta q$$

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

Чистовик

Продолжение задачи 4 п. 3

$$\Delta q = (2L\,\gamma_k + L\,\gamma_{20})\,\frac{1}{4R}$$

где $\gamma_k = \frac{\varepsilon}{R}$

$$\Delta q = \frac{1}{4R}\left(2L\,\frac{\varepsilon}{R} + L\,\frac{\varepsilon}{2R}\right)$$

$$\Delta q = \frac{15}{28}\,\frac{\varepsilon L}{R^2}$$

Ответ: 1) $\gamma_{20} = \frac{\varepsilon}{2R}$

2) $\frac{d\gamma}{dt} = \frac{2}{7}\,\frac{\varepsilon}{L}$

3) $\Delta q = \frac{15}{28}\,\frac{\varepsilon L}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☑	☐	☐

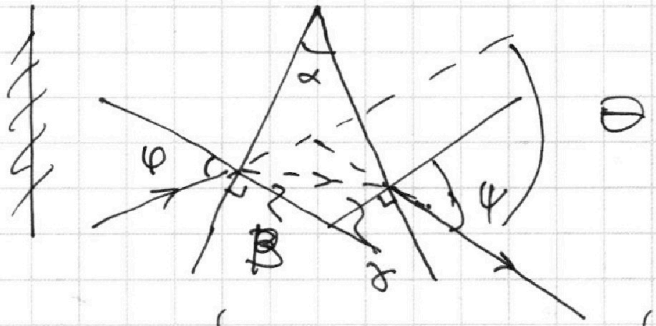
МФТИ

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

Чистовик

Задача 5

Для первых 2 пунктов можно заменить систему на просто клин и воздух



В рамках параксиального приближения

$\sin\alpha \approx \alpha$

$\Theta = (\varphi - \beta + \psi - \gamma$

$\pi - \alpha = -(\beta + \gamma) + \pi \qquad \alpha = \beta + \gamma$

$1 \sin\varphi = n \sin\beta$

$\varphi = n\beta$

$\psi = n\gamma$

$\Theta = n\beta - \beta + n\gamma - \gamma$

$\Theta = (n-1)\alpha$

Тогда угол отклонение:

$$\Theta = (n-1)\alpha = (1{,}7-1)\,0{,}1 = 0{,}7 \cdot 0{,}1 = 0{,}07 \text{ рад}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

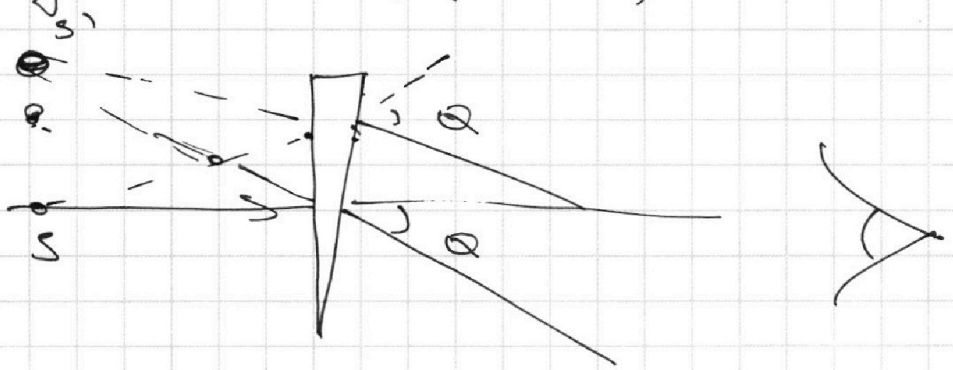
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☑	☐	☐

МФТИ

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

чистовик

Задача 5 (продолжение)



Очевидно, что ~~все пути~~ продолжение всех лучей пересечётся в одной точке S', т.к α мал, то $\rho(SS') = a \tan \Theta$

$\rho = a\Theta = a\alpha(n-1) = 100 \cdot 0{,}07 = 7$ см

Здесь мы пренебрегаем смещением по горизонтали

Ответ: $\Theta = 0{,}07$

$\rho = 7$ см

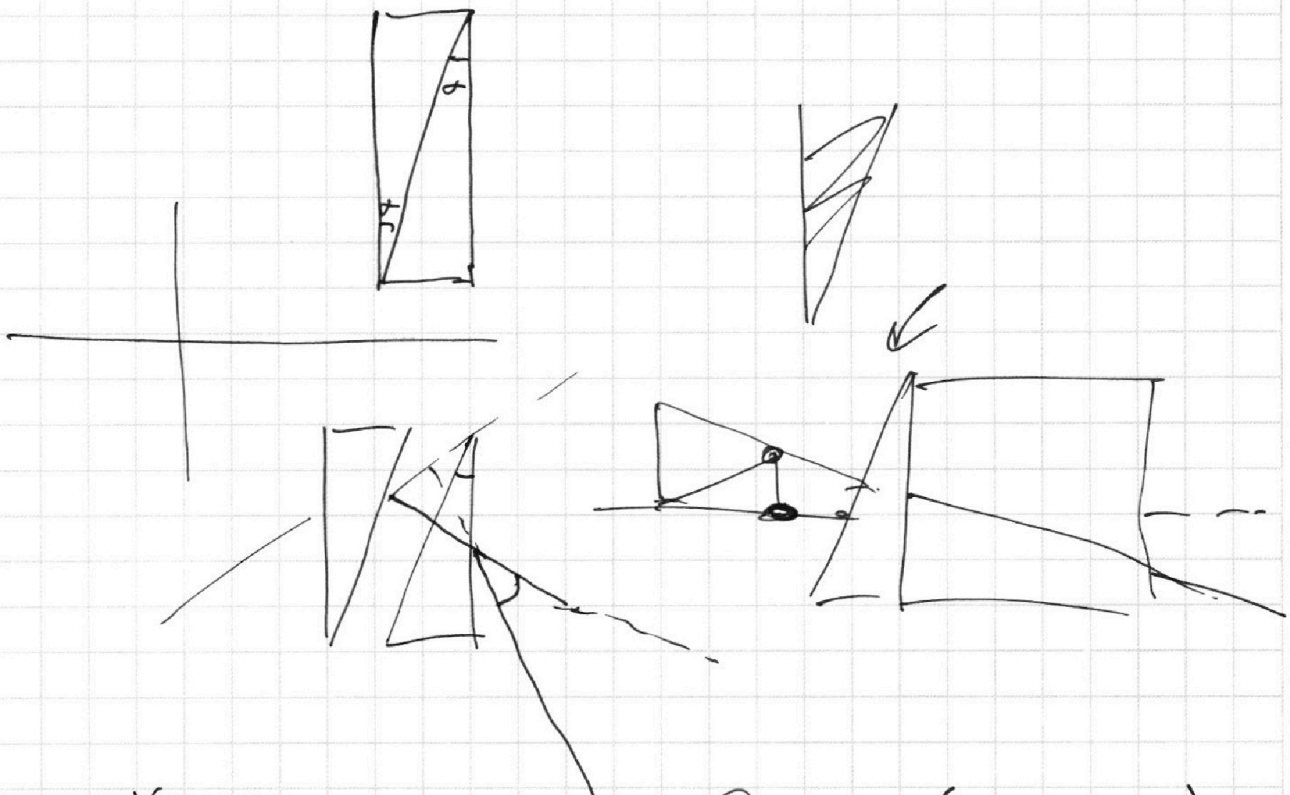
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☑	☐	☐

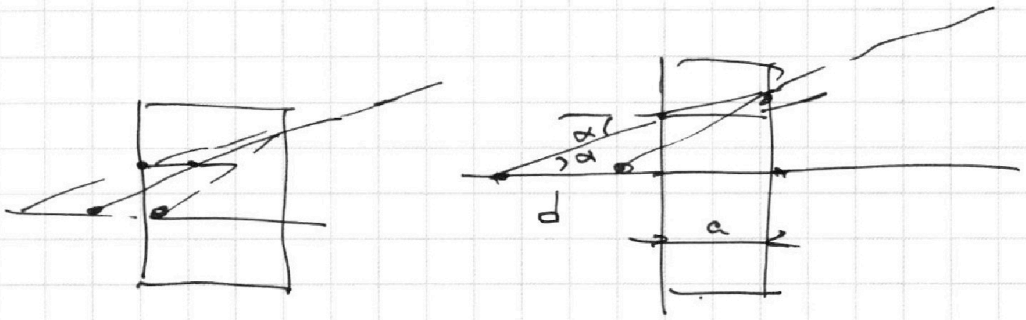
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Задача 5 (продолжение) Пункт 3



Угол отклонения $\theta_1 = \alpha(n_1 + n_2 - 2)$



$$\rho = \sqrt{(\alpha(n_1 + n_2 - 2)a)^2 + d^2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
X	✓	X	X	X	X	X

МФТИ

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

Черновик

Задача 1

1) Построим касательную к начальному участку графика

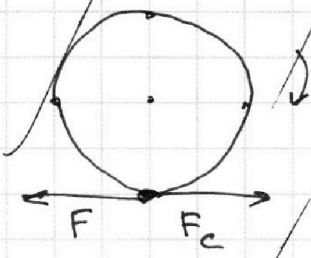
По определению:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{v(10) - v(0)}{10} = \frac{27 - 20}{10} = \frac{7}{10}\ \frac{м}{с^2}$$

2) Мощность, передаваемая на колесо

$P = F v$

~~II Закон Ньютона~~



Закон сохранения энергии за время dt

$$P\,dt = \frac{\Delta K}{2} + F_c v\,dt$$

В начале $P\,dt = \frac{m a^2 (dt)^2}{2} + F_c v\,dt$

В конце $P\,dt' = F_c v\,dt$

$$\frac{m a^2 dt^2}{2} = \frac{m a^2 (dt)^2}{2} + F_c v\,dt$$

$$P\,dt = \frac{m a^2 (dt)^2}{2} + F_c v\,dt$$

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!

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!

Черновик

2) Th об изменении кинетической энергии:

$$A = K_3 - K_2 = \int F_к \, dL$$

$$\Delta K_{32} = \frac{U}{d} q d = Uq$$

3) Аналогично

$$E_{12} q = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$E_{23} \cdot \frac{3}{4} d = \frac{m V_4^2}{2} - mV$$

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

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

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☒	☒	☒	☐

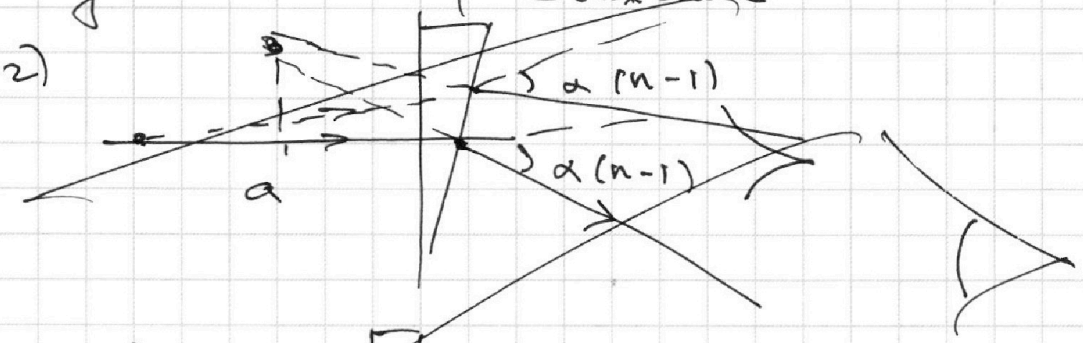
МФТИ

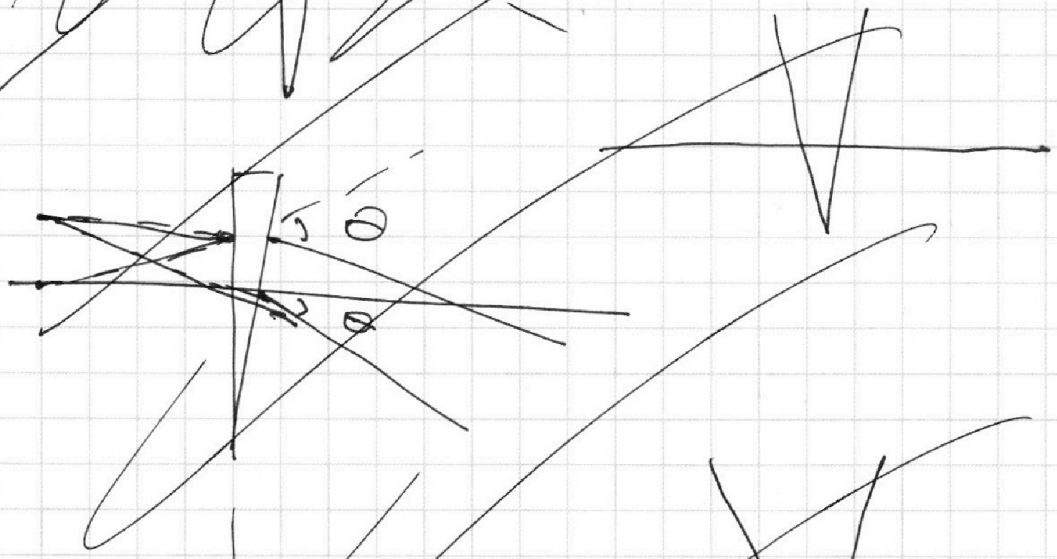
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

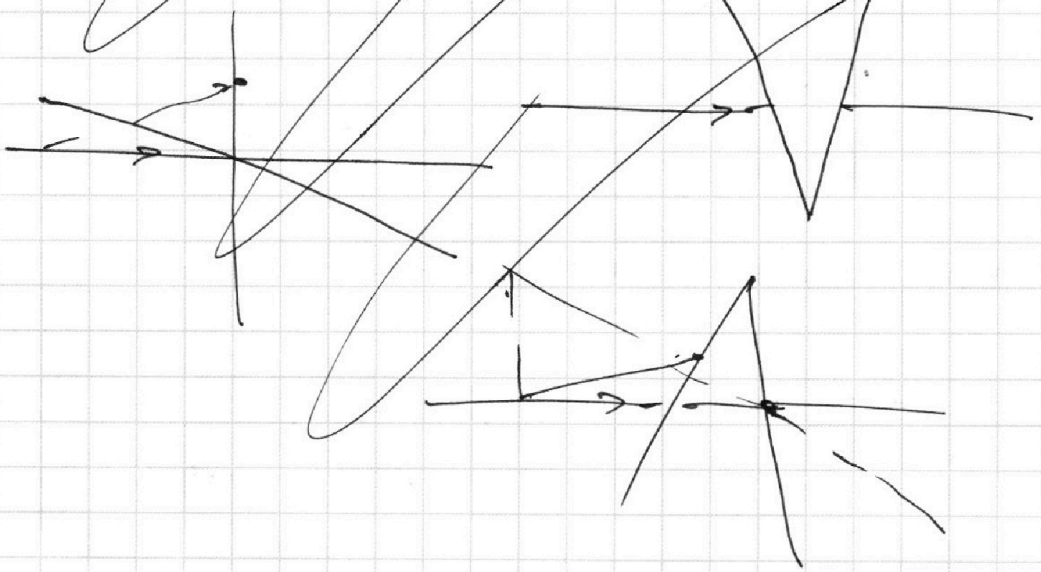
Черновик

Задача 5 Дождевик

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!

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!

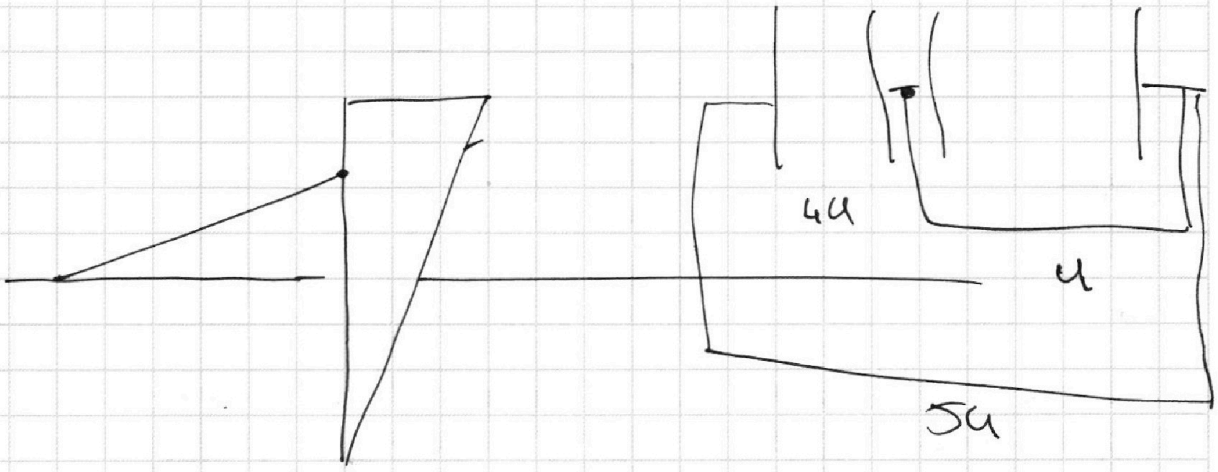
МФТИ

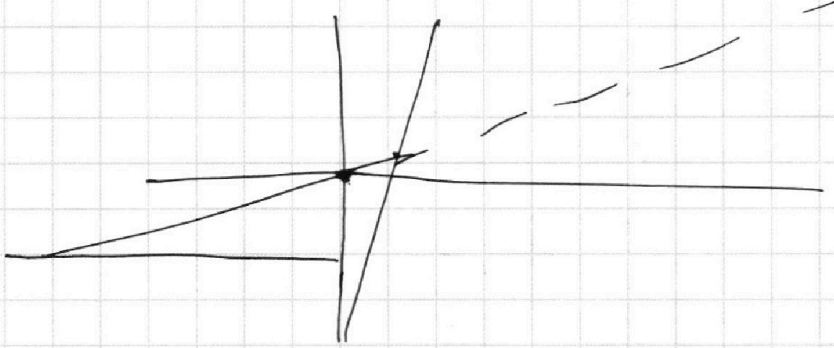
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

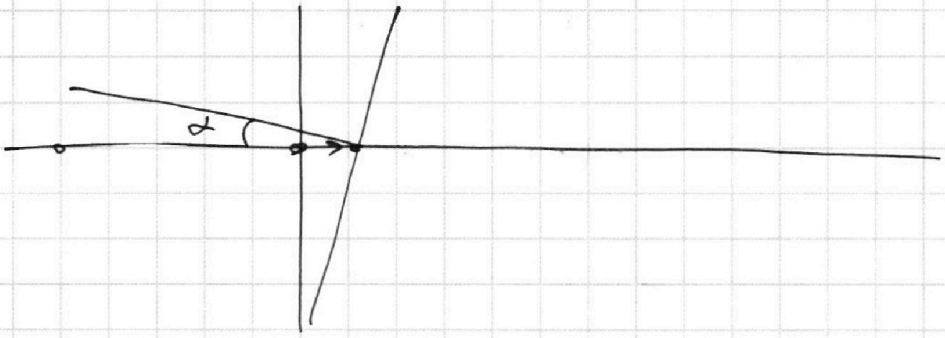
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☑

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

МФТИ







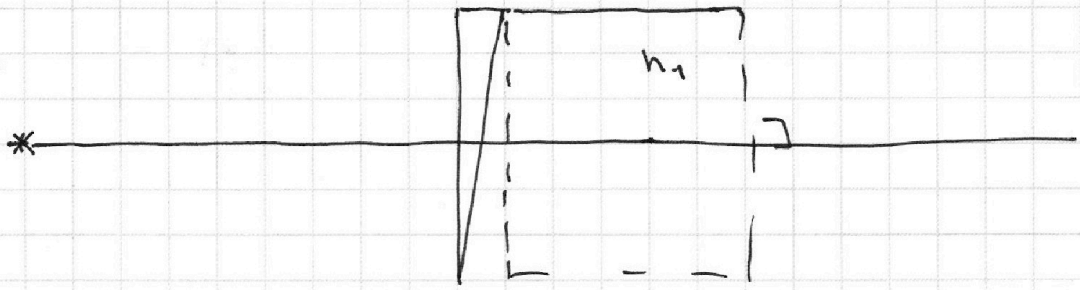
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☑	☐	☐

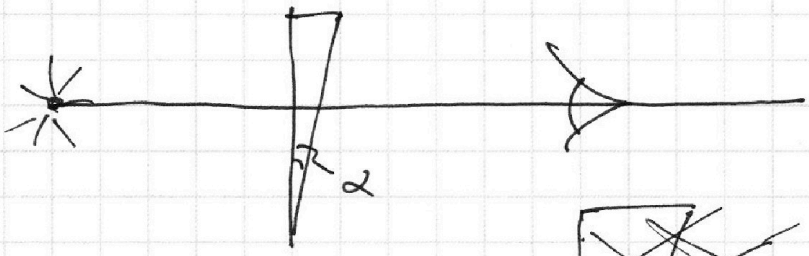
МФТИ

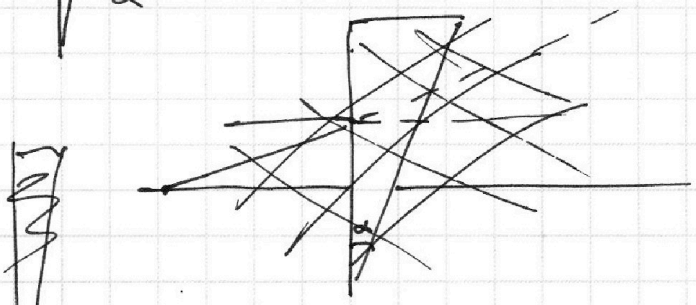
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

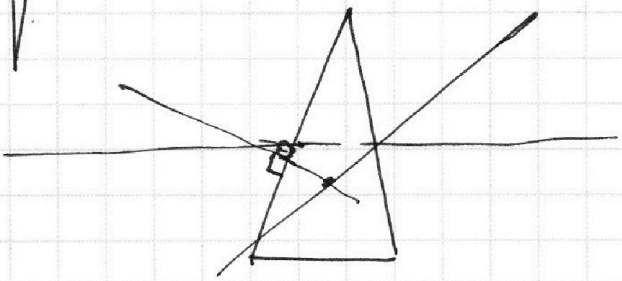
Задача 5

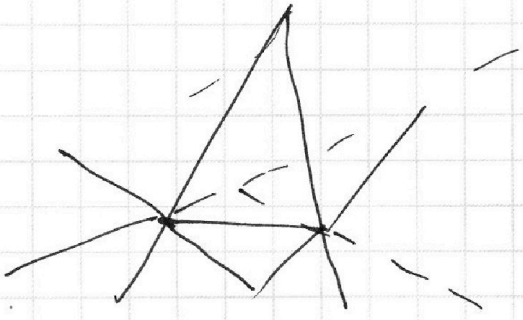


Для первых 2 пунктов можно заметить всё на систему воздух – жидкость – воздух









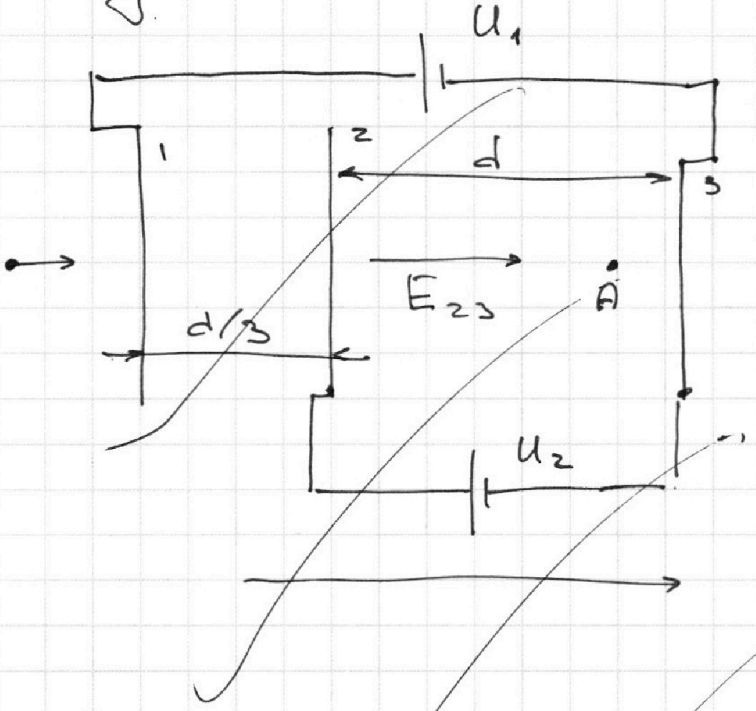
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 3



$U_1 = 5U$

$U_2 = U$

m; $q > 0$

V_0

1) a_{23}

2) $K_3 - K_2$

3) U_A

Решение

1) Так как ~~Обкладки~~ сетки много больше d, то поле между ними E_{23} можно считать однородным

По определению

$$\varphi_2 - \varphi_3 = \int E\,dl \Rightarrow E_{23} d = \varphi_2 - \varphi_3 = U_2$$

$$E_{23} d = U \Rightarrow E_{23} = U/d$$

II Закон Ньютона на ox

$$m a_{23} = F_к = E_{23} q$$

$$a_{23} = \frac{U}{d}\frac{q}{m}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

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

МФТИ

Продолжение п. 3 Задачи 4

$$\Delta q = (2L(\gamma_к - 0) + L\gamma_{20})\,1/4R$$

где $\gamma_к = \xi/2R$

$$\Delta q = \frac{1}{4R}\left(2L\frac{\xi}{2R} + L\frac{\xi}{7R}\right)$$

$$\Delta q = \frac{1}{4R}\left(\frac{2\cdot 7+1}{7R}\xi L\right) = \frac{15}{28}\frac{\xi L}{R^2}$$

Ответ: 1) $\gamma_{20} = \dfrac{\xi}{7R}$

2) $\dfrac{d\gamma}{dt} = \dfrac{2}{7}\dfrac{\xi}{L}$

3) $\Delta q = \dfrac{15}{28}\dfrac{\xi L}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	X	X	X	X

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

МФТИ

2) По Th об изменении кинетической энергии

$A = K_3 - K_2$, где A – работа внешних сил $A = \int F_E dL =$ ~~$E_{23} q$~~

$A = E_{23} q \cdot d = Uq = K_3 - K_2$

3) ~~Найдем разность потенциалов между точками 1 и 2~~

При проходе через 1-2

Th об изменение кин энергии

$$E_{12} q \frac{d}{3} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2}$$

$$E_{12} = \frac{U_1 - U_2}{d/3} = \frac{3}{d}(5U - U) = 12\,U/d$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} = 12 \frac{U}{d} q \frac{d}{3} = 4Uq \qquad (1)$$

4) При проходе 2 – A

$$E_{23} q \frac{3}{4} d = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{U}{d} q \cdot \frac{3}{4} d = \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} \qquad (2)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	X	X	X	X

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

МФТИ

Задача 3 (продолжение)

Сложим (1) и (2)

$$\frac{3}{4}Uq + 4Uq = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\left(\frac{19}{4}Uq + \frac{mv_0^2}{2}\right)\frac{2}{m} = v_A^2$$

$$v_A^2 = \frac{19}{2}\frac{Uq}{m} + v_0^2$$

$$v_A = \sqrt{\frac{19}{2}\frac{Uq}{m} + v_0^2}$$

Ответ: 1) $q_{23} = \frac{U}{d}\frac{q}{m}$

2) $K_3 - K_2 = Uq$

3)

$P = F_c v$ F_T

$ma = \frac{F_T}{\cdot} -$

$P = F_c v = F_T v$ $F_T = \frac{24}{168}$

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

Задача

126

$\frac{36}{5} = 7,2$

12,2

10

122

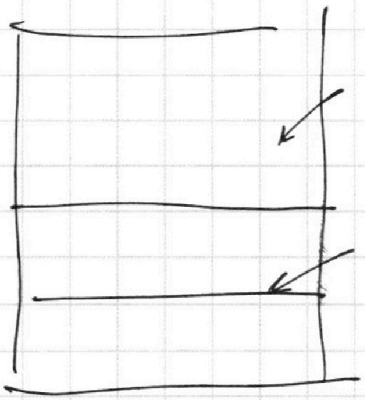
$4Uq = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$

+

$\frac{3}{4}Uq = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$

$\left(\frac{3}{4} + 4\right)Uq = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2}$

$\sqrt{\frac{19}{2}\frac{Uq}{m} + V_0^2} = v_0$



$p_0 \frac{1}{8}V = \nu RT_0$

$p_0 \frac{4}{3}V = p_K \frac{1}{8}V \frac{4}{3}$ ОК

$p_K = 4p_0$

$p \cdot \frac{4}{3}V = \nu RT_0$

$p_K \frac{1}{8}V = \nu RT_0 \frac{4}{3}$

$\frac{p}{p_K} 4 = \frac{3}{4}p_0$

$p_K = \frac{16}{3}p_0$

$p_0 = p_{CO_2} + p_{\Pi} = p_{CO_2} + p_{n.\Pi}$

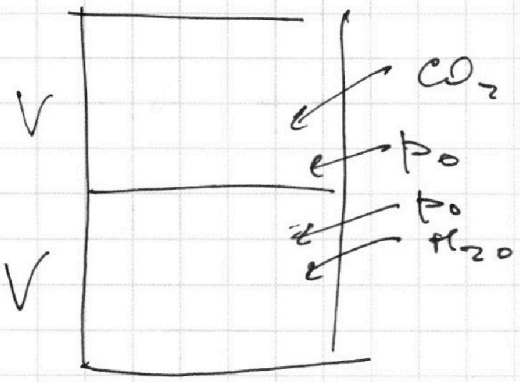
4

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$\frac{3V}{2}$

До нагревания

$$\begin{cases} p_{O_2}\frac{V}{2} = \nu R T_0 \\ p_0 \frac{V}{2} = \nu R T_0 \end{cases}$$

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!

Сло