

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

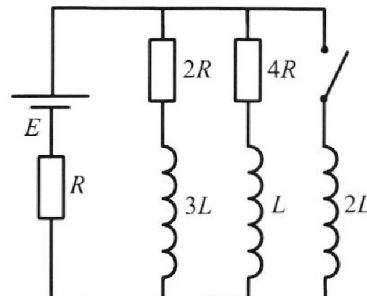
Вариант 11-04

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

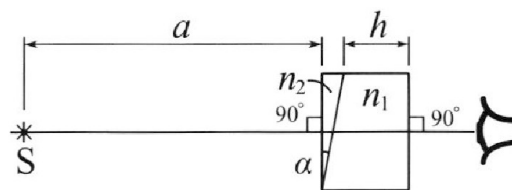
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 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 $a = 100$ 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.



(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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



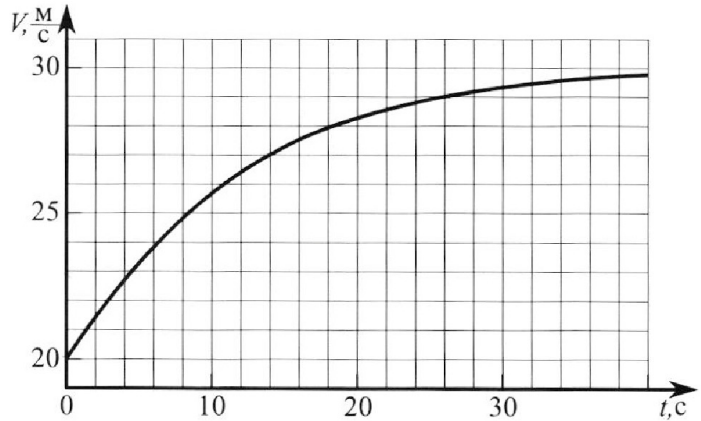
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 $F_k = 200$ 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?

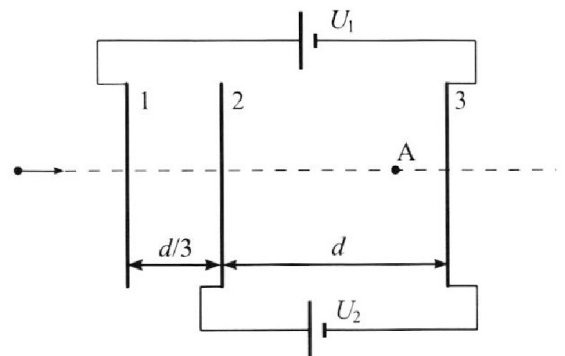
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 объема 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 $d/3$ (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 A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

№1.

Дано: $F_t = 200 \text{ Н}$
 график $v(t)$
 1) $a_0 = ?$
 2) $F_0 = ?$
 3) $\lambda = \frac{N_c}{N} = ?$

Решение:
 1) ~~$a_0 = \frac{dv}{dt} = v$~~
 то есть a - это производная графика $v(t)$, или тангенс угла наклона касательной.

Отсюда ~~$a_0 \approx \frac{23}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 5,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~
 $a_0 \approx \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) Пусть N - мощность передаваемая на колёса. $N = F_p \cdot v$, где F_p - сила подаваемая на колесо - разгоняющая, v - скорость мотоцикла.

В конце разгона $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и $a \approx 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ значит $F_p = F_{\text{сопр.}}$

ИЗМ: $m\vec{a} = \vec{F}_{\text{сопр.}} + \vec{F}_p$

Ох: $ma = F_p - F_{\text{сопр.}}, a = 0.$

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!

По условию в конце $F_{\text{comp}} = F_k$

$$\text{Тогда } N = F_p \cdot v = F_k \cdot v_k$$

v_k — скорость в конце

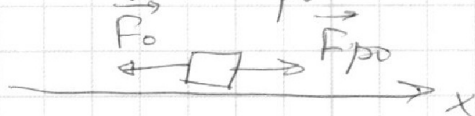
Т.к. на протяжении всего разгона

$$N = \text{const}, \text{ то}$$

$$F_{p0} \cdot v_0 = v_k \cdot F_k$$

$$F_{p0} = \frac{v_k}{v_0} \cdot F_k$$

$$m \vec{a}_0 = \vec{F}_{p0} + \vec{F}_0$$



$$\text{Откуда } ma_0 = F_{p0} - F_0$$

$$F_0 = F_{p0} - ma_0$$

$$F_0 = \frac{v_k}{v_0} F_k - ma_0$$

$$F_0 = \frac{30}{20} \cdot 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{23}{4} \text{ Н}$$

$$F_0 = 300 \text{ Н} - 60 \cdot 23 \text{ Н} = 1080 \text{ Н}$$

$$F_0 = \frac{30}{20} \cdot 200 \text{ Н} - 240 \cdot \frac{3}{4} \text{ Н} = 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

$$F_0 = 120 \text{ Н}$$

$$3) \quad \alpha = \frac{N_{\text{comp}}}{N}, \quad N_{\text{comp}} = F_{\text{comp}} \cdot v$$

$$N = v_k \cdot F_k$$



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!

~~$\alpha = \frac{F_0 v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{120 \cdot 20}{30 \cdot 200}$~~

$$\alpha = \frac{F_0 v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{120 \cdot 20}{200 \cdot 30} = \frac{12}{30} = \frac{4}{10} = 0,4.$$

$N_{\text{собр}}$ — мощность потребляемая
емкой сопротивлением.

$N = \text{const} \Rightarrow$ не обязательно

$$N = F_{p0} \cdot v_0.$$

Ответ: 1) $a_0 \approx 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_0 = 120 \text{ Н}$.

3) $\alpha = 0,4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

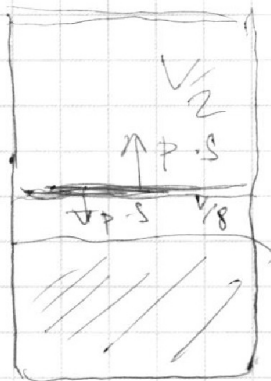
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

~ 2.



1) Так, поршень невесом
и находится в состоянии
равновесия, то давление
газов равно

ИЗМ: $ma = p_1 S - p_2 S, a = 0$
 $p_1 = p_2 = p_0$

$$p_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$p_2 \frac{V}{8} = \nu_2 R T_0$$

$$V_2 = \frac{V}{2} - \frac{3}{8} V_0 = \frac{V}{8}$$

$$\frac{\frac{V_0}{2}}{\frac{V}{8}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = 4, \quad \text{Ответ: 4.}$$

2)

$$p_1 V_{1k} = \nu_1 R \frac{4}{3} T_0$$

$$V_{1k} = \frac{V}{8}$$

$$p_2 V_{2k} = (\nu_2 - \Delta \nu) R \frac{4}{3} T_0$$

$$\Delta \nu = k p_2 \frac{3}{8} V$$

$$V_{1k} + V_{2k} = \frac{5}{8} V$$

$$p_1 = p_2 = p_k \quad (\text{конечное})$$

$$p_k \cdot \frac{5}{8} V = (\nu_1 + \nu_2 - \Delta \nu) R T$$

$$p_k \frac{5}{8} V = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2} + \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_k \frac{3}{8} V R T$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$p_k \frac{5}{8} V = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2} + \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_k \frac{5}{8} V R T / V$$

$$\frac{5}{8} p_k = \frac{4}{3} p_0 + \frac{4}{24} p_0 - k p_k \frac{5}{8} R T$$

$$p_k V_k = \nu R \frac{4}{3} T_0$$

$$p_k \cdot \frac{V}{8} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2}$$

$$p_k = \frac{32}{6} p_0 = \frac{16}{3} p_0$$

уравнение Менгера-Келана для верхней части в конце

в нижней части находится углекислый газ и водной пар т.к. $T = 373\text{K}$, то $p_{\text{пар}} = p_{\text{атм}}$ знаем по закону Дальтона:

$$p_k = p_{\text{атм}} + p_y$$

p_y — парциальное давление ~~для~~ углек. газа.

$$p_y \cdot \frac{V}{2} = (\nu_2 - \nu) R \frac{4}{3} T_0$$

$$\text{объем } V_2 = V - \frac{V}{8} - \frac{3}{8} V$$

↑
верхняя часть ↑
влага

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!

$$p_y \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 R T_0 - \Delta p R T$$

$$p_y \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_y \frac{3}{8} V R T$$

$$\frac{1}{2} p_y = \frac{p_0}{3} - k p_y \frac{3}{4} R \frac{4}{3} T_0$$

$$3 \cdot \left(\frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T \right) p_y = p_0$$

$$p_y = p_0 \cdot \frac{\frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T}{3} = p_0 \cdot \frac{\frac{1}{2} + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3}{3} =$$

$$= p_0 \cdot \frac{\frac{27}{20} + \frac{10}{20}}{3} = \frac{37}{60} p_0$$

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

$$p_k = p_{\text{атм}} + \frac{37}{60} p_0$$

$$\frac{16}{3} p_0 + \frac{37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{16 \cdot 20 + 37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{320 + 37}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{283}{60} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \frac{60}{283} p_{\text{атм}}$$

Отв Ветр: $\frac{60}{283} p_{\text{атм}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



№3

1) между сетками 2 и 3 переде-
живается постоянная разность
потенциалов $\Delta\varphi_{23} = U_2 = U$

с другой стороны трубки
(м/у пластинами) поле однородно
и $\Delta\varphi_{23} = E_{23} \cdot d$, E_{23} поле
между 2 и 3 пласт.

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

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

$$\text{по 1-му зм: } m\vec{a} = q\vec{E}_{23}$$

$$\vec{a} = \gamma \vec{E}$$

$$\gamma = \frac{q}{m}$$

$$|a| = \frac{qU}{md}$$

2) По теореме об изменении кин
энергии работа ~~по перемеще-~~
~~нию~~ ~~массы~~ равна изменению
кин энергии $A_{23} = \Delta K_{23} = K_3 - K_2$



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!

A_{23} - работа по перемещению

заряда от пластинки 2 до

пластинки 3. Пластина 2 имеет

положительный заряд, т.к.

подключена к плюсу батареи и

значит $A_{23} > 0$

$$A_{23} = q\varphi_2 = q\varphi.$$

$$K_3 - K_2 = q\varphi =$$

$$3) \text{ По ЗСЭ: } K_0 = q\varphi_A + \frac{mv^2}{2}$$

$$K_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_A + \frac{mv^2}{2}$$

~~Но функцию φ_A не рассчитать~~

~~и предлагаю найти эквипотенциальную поверхность, которая замкнута, и бесконечность~~

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

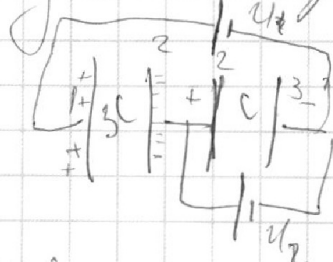
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

и прохорит $u_{\text{дог}} - \text{то}$ $u_{\text{плу}}$ $u_{\text{пластиномы}}$
и $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{пластиномы}}$ $u_{\text{дог}}$
при переносе до точки A
заряда.

По пути если "обити" на
безомогость $u_{\text{пластиномы}}$ будут
магнитизировать $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{дог}}$
и $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{дог}}$
 $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{дог}}$ $u_{\text{дог}}$.

q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6 q_7 q_8 q_9 q_{10} q_{11} q_{12} q_{13} q_{14} q_{15} q_{16} q_{17} q_{18} q_{19} q_{20} q_{21} q_{22} q_{23} q_{24} q_{25} q_{26} q_{27} q_{28} q_{29} q_{30} q_{31} q_{32} q_{33} q_{34} q_{35} q_{36} q_{37} q_{38} q_{39} q_{40} q_{41} q_{42} q_{43} q_{44} q_{45} q_{46} q_{47} q_{48} q_{49} q_{50} q_{51} q_{52} q_{53} q_{54} q_{55} q_{56} q_{57} q_{58} q_{59} q_{60} q_{61} q_{62} q_{63} q_{64} q_{65} q_{66} q_{67} q_{68} q_{69} q_{70} q_{71} q_{72} q_{73} q_{74} q_{75} q_{76} q_{77} q_{78} q_{79} q_{80} q_{81} q_{82} q_{83} q_{84} q_{85} q_{86} q_{87} q_{88} q_{89} q_{90} q_{91} q_{92} q_{93} q_{94} q_{95} q_{96} q_{97} q_{98} q_{99} q_{100} q_{101} q_{102} q_{103} q_{104} q_{105} q_{106} q_{107} q_{108} q_{109} q_{110} q_{111} q_{112} q_{113} q_{114} q_{115} q_{116} q_{117} q_{118} q_{119} q_{120} q_{121} q_{122} q_{123} q_{124} q_{125} q_{126} q_{127} q_{128} q_{129} q_{130} q_{131} q_{132} q_{133} q_{134} q_{135} q_{136} q_{137} q_{138} q_{139} q_{140} q_{141} q_{142} q_{143} q_{144} q_{145} q_{146} q_{147} q_{148} q_{149} q_{150} q_{151} q_{152} q_{153} q_{154} q_{155} q_{156} q_{157} q_{158} q_{159} q_{160} q_{161} q_{162} q_{163} q_{164} q_{165} q_{166} q_{167} q_{168} q_{169} q_{170} q_{171} q_{172} q_{173} q_{174} q_{175} q_{176} q_{177} q_{178} q_{179} q_{180} q_{181} q_{182} q_{183} q_{184} q_{185} q_{186} q_{187} q_{188} q_{189} q_{190} q_{191} q_{192} q_{193} q_{194} q_{195} q_{196} q_{197} q_{198} q_{199} q_{200} q_{201} q_{202} q_{203} q_{204} q_{205} q_{206} q_{207} q_{208} q_{209} q_{210} q_{211} q_{212} q_{213} q_{214} q_{215} q_{216} q_{217} q_{218} q_{219} q_{220} q_{221} q_{222} q_{223} q_{224} q_{225} q_{226} q_{227} q_{228} q_{229} q_{230} q_{231} q_{232} q_{233} q_{234} q_{235} q_{236} q_{237} q_{238} q_{239} q_{240} q_{241} q_{242} q_{243} q_{244} q_{245} q_{246} q_{247} q_{248} q_{249} q_{250} q_{251} q_{252} q_{253} q_{254} q_{255} q_{256} q_{257} q_{258} q_{259} q_{260} q_{261} q_{262} q_{263} q_{264} q_{265} q_{266} q_{267} q_{268} q_{269} q_{270} q_{271} q_{272} q_{273} q_{274} q_{275} q_{276} q_{277} q_{278} q_{279} q_{280} q_{281} q_{282} q_{283} q_{284} q_{285} q_{286} q_{287} q_{288} q_{289} q_{290} q_{291} q_{292} q_{293} q_{294} q_{295} q_{296} q_{297} q_{298} q_{299} q_{300} q_{301} q_{302} q_{303} q_{304} q_{305} q_{306} q_{307} q_{308} q_{309} q_{310} q_{311} q_{312} q_{313} q_{314} q_{315} q_{316} q_{317} q_{318} q_{319} q_{320} q_{321} q_{322} q_{323} q_{324} q_{325} q_{326} q_{327} q_{328} q_{329} q_{330} q_{331} q_{332} q_{333} q_{334} q_{335} q_{336} q_{337} q_{338} q_{339} q_{340} q_{341} q_{342} q_{343} q_{344} q_{345} q_{346} q_{347} q_{348} q_{349} q_{350} q_{351} q_{352} q_{353} q_{354} q_{355} q_{356} q_{357} q_{358} q_{359} q_{360} q_{361} q_{362} q_{363} q_{364} q_{365} q_{366} q_{367} q_{368} q_{369} q_{370} q_{371} q_{372} q_{373} q_{374} q_{375} q_{376} q_{377} q_{378} q_{379} q_{380} q_{381} q_{382} q_{383} q_{384} q_{385} q_{386} q_{387} q_{388} q_{389} q_{390} q_{391} q_{392} q_{393} q_{394} q_{395} q_{396} q_{397} q_{398} q_{399} q_{400} q_{401} q_{402} q_{403} q_{404} q_{405} q_{406} q_{407} q_{408} q_{409} q_{410} q_{411} q_{412} q_{413} q_{414} q_{415} q_{416} q_{417} q_{418} q_{419} q_{420} q_{421} q_{422} q_{423} q_{424} q_{425} q_{426} q_{427} q_{428} q_{429} q_{430} q_{431} q_{432} q_{433} q_{434} q_{435} q_{436} q_{437} q_{438} q_{439} q_{440} q_{441} q_{442} q_{443} q_{444} q_{445} q_{446} q_{447} q_{448} q_{449} q_{450} q_{451} q_{452} q_{453} q_{454} q_{455} q_{456} q_{457} q_{458} q_{459} q_{460} q_{461} q_{462} q_{463} q_{464} q_{465} q_{466} q_{467} q_{468} q_{469} q_{470} q_{471} q_{472} q_{473} q_{474} q_{475} q_{476} q_{477} q_{478} q_{479} q_{480} q_{481} q_{482} q_{483} q_{484} q_{485} q_{486} q_{487} q_{488} q_{489} q_{490} q_{491} q_{492} q_{493} q_{494} q_{495} q_{496} q_{497} q_{498} q_{499} q_{500} q_{501} q_{502} q_{503} q_{504} q_{505} q_{506} q_{507} q_{508} q_{509} q_{510} q_{511} q_{512} q_{513} q_{514} q_{515} q_{516} q_{517} q_{518} q_{519} q_{520} q_{521} q_{522} q_{523} q_{524} q_{525} q_{526} q_{527} q_{528} q_{529} q_{530} q_{531} q_{532} q_{533} q_{534} q_{535} q_{536} q_{537} q_{538} q_{539} q_{540} q_{541} q_{542} q_{543} q_{544} q_{545} q_{546} q_{547} q_{548} q_{549} q_{550} q_{551} q_{552} q_{553} q_{554} q_{555} q_{556} q_{557} q_{558} q_{559} q_{560} q_{561} q_{562} q_{563} q_{564} q_{565} q_{566} q_{567} q_{568} q_{569} q_{570} q_{571} q_{572} q_{573} q_{574} q_{575} q_{576} q_{577} q_{578} q_{579} q_{580} q_{581} q_{582} q_{583} q_{584} q_{585} q_{586} q_{587} q_{588} q_{589} q_{590} q_{591} q_{592} q_{593} q_{594} q_{595} q_{596} q_{597} q_{598} q_{599} q_{600} q_{601} q_{602} q_{603} q_{604} q_{605} q_{606} q_{607} q_{608} q_{609} q_{610} q_{611} q_{612} q_{613} q_{614} q_{615} q_{616} q_{617} q_{618} q_{619} q_{620} q_{621} q_{622} q_{623} q_{624} q_{625} q_{626} q_{627} q_{628} q_{629} q_{630} q_{631} q_{632} q_{633} q_{634} q_{635} q_{636} q_{637} q_{638} q_{639} q_{640} q_{641} q_{642} q_{643} q_{644} q_{645} q_{646} q_{647} q_{648} q_{649} q_{650} q_{651} q_{652} q_{653} q_{654} q_{655} q_{656} q_{657} q_{658} q_{659} q_{660} q_{661} q_{662} q_{663} q_{664} q_{665} q_{666} q_{667} q_{668} q_{669} q_{670} q_{671} q_{672} q_{673} q_{674} q_{675} q_{676} q_{677} q_{678} q_{679} q_{680} q_{681} q_{682} q_{683} q_{684} q_{685} q_{686} q_{687} q_{688} q_{689} q_{690} q_{691} q_{692} q_{693} q_{694} q_{695} q_{696} q_{697} q_{698} q_{699} q_{700} q_{701} q_{702} q_{703} q_{704} q_{705} q_{706} q_{707} q_{708} q_{709} q_{710} q_{711} q_{712} q_{713} q_{714} q_{715} q_{716} q_{717} q_{718} q_{719} q_{720} q_{721} q_{722} q_{723} q_{724} q_{725} q_{726} q_{727} q_{728} q_{729} q_{730} q_{731} q_{732} q_{733} q_{734} q_{735} q_{736} q_{737} q_{738} q_{739} q_{740} q_{741} q_{742} q_{743} q_{744} q_{745} q_{746} q_{747} q_{748} q_{749} q_{750} q_{751} q_{752} q_{753} q_{754} q_{755} q_{756} q_{757} q_{758} q_{759} q_{760} q_{761} q_{762} q_{763} q_{764} q_{765} q_{766} q_{767} q_{768} q_{769} q_{770} q_{771} q_{772} q_{773} q_{774} q_{775} q_{776} q_{777} q_{778} q_{779} q_{780} q_{781} q_{782} q_{783} q_{784} q_{785} q_{786} q_{787} q_{788} q_{789} q_{790} q_{791} q_{792} q_{793} q_{794} q_{795} q_{796} q_{797} q_{798} q_{799} q_{800} q_{801} q_{802} q_{803} q_{804} q_{805} q_{806} q_{807} q_{808} q_{809} q_{810} q_{811} q_{812} q_{813} q_{814} q_{815} q_{816} q_{817} q_{818} q_{819} q_{820} q_{821} q_{822} q_{823} q_{824} q_{825} q_{826} q_{827} q_{828} q_{829} q_{830} q_{831} q_{832} q_{833} q_{834} q_{835} q_{836} q_{837} q_{838} q_{839} q_{840} q_{841} q_{842} q_{843} q_{844} q_{845} q_{846} q_{847} q_{848} q_{849} q_{850} q_{851} q_{852} q_{853} q_{854} q_{855} q_{856} q_{857} q_{858} q_{859} q_{860} q_{861} q_{862} q_{863} q_{864} q_{865} q_{866} q_{867} q_{868} q_{869} q_{870} q_{871} q_{872} q_{873} q_{874} q_{875} q_{876} q_{877} q_{878} q_{879} q_{880} q_{881} q_{882} q_{883} q_{884} q_{885} q_{886} q_{887} q_{888} q_{889} q_{890} q_{891} q_{892} q_{893} q_{894} q_{895} q_{896} q_{897} q_{898} q_{899} q_{900} q_{901} q_{902} q_{903} q_{904} q_{905} q_{906} q_{907} q_{908} q_{909} q_{910} q_{911} q_{912} q_{913} q_{914} q_{915} q_{916} q_{917} q_{918} q_{919} q_{920} q_{921} q_{922} q_{923} q_{924} q_{925} q_{926} q_{927} q_{928} q_{929} q_{930} q_{931} q_{932} q_{933} q_{934} q_{935} q_{936} q_{937} q_{938} q_{939} q_{940} q_{941} q_{942} q_{943} q_{944} q_{945} q_{946} q_{947} q_{948} q_{949} q_{950} q_{951} q_{952} q_{953} q_{954} q_{955} q_{956} q_{957} q_{958} q_{959} q_{960} q_{961} q_{962} q_{963} q_{964} q_{965} q_{966} q_{967} q_{968} q_{969} q_{970} q_{971} q_{972} q_{973} q_{974} q_{975} q_{976} q_{977} q_{978} q_{979} q_{980} q_{981} q_{982} q_{983} q_{984} q_{985} q_{986} q_{987} q_{988} q_{989} q_{990} q_{991} q_{992} q_{993} q_{994} q_{995} q_{996} q_{997} q_{998} q_{999} q_{1000}

концы и сатара



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C_{23} = C \quad \text{т.к.} \quad S_{23} = S_{12}$$

$$C_{12} = 3C \quad d_{23} = 3d_{12}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$u_{12} = 4u \Rightarrow q_{12} = C_{12} 4u = 12Cu$$

$$q_1 > 0$$

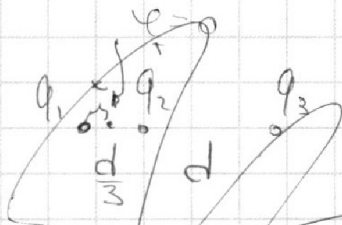
$$q_1 = 12Cu$$

$$q_2 = -q_{12} + q_{23} = -11Cu$$

$$q_{23} > 0$$

$$q_3 = -q_{23}$$

$$q_{23} = Cu$$



Пусть эта точка x — искомая.

$$\varphi = \frac{kq_1}{x} + \frac{kq_2}{\frac{d}{3} - x} + \frac{kq_3}{d + \frac{d}{3} - x} = 0$$

$$\frac{q_1}{x} + \frac{q_2}{\frac{d}{3} - x} + \frac{q_3}{d + \frac{d}{3} - x} = 0$$

$$\frac{12Cu}{x} + \frac{-11Cu}{\frac{d}{3} - x} + \frac{Cu}{\frac{4}{3}d - x} = 0$$

$$\frac{12}{x} - \frac{11}{\frac{d}{3} - x} + \frac{1}{\frac{4}{3}d - x} = 0$$

$$\frac{12(\frac{d}{3} - x) - 11x}{(\frac{d}{3} - x)x} = \frac{1}{\frac{4}{3}d - x}$$

$$\frac{4d - 12x - 11x}{\frac{d}{3}x - x^2} = \frac{1}{\frac{4}{3}d - x}$$



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!

$$\delta x^2 - 13dx + 11d^2 > 0$$
$$\Delta = 169d^2 - 44d^2 < 0$$

знаю зарядов и расстояний между ними

φ_A

$$\varphi_A = \frac{q_1}{S_1 2\epsilon_0} \cdot \left(\frac{d}{3} + \frac{3d}{4} \right) + \frac{q_2}{S_2 2\epsilon_0} \cdot \frac{3d}{4} +$$
$$+ \frac{q_3}{S_2 2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{4}$$

$$\varphi_A = \frac{12 \cdot 10^{-9} \cdot 13}{d \cdot 2 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{13d}{4} + \frac{11 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{d \cdot 8 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{3d}{4} -$$
$$= \frac{10^{-9}}{d \cdot 8 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{d}{4} = \frac{13}{2} \cdot 10 - \frac{33}{8} \cdot 10 - \frac{10}{8} =$$
$$= \frac{13}{2} \cdot 10 - \frac{17}{4} \cdot 10 = \frac{26 - 17}{4} \cdot 10 =$$
$$= \frac{9}{4} \cdot 10$$

ЗЦЗ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = -q \cdot \left(\frac{9}{4} \cdot 10 - 0 \right) + \frac{mv^2}{2}$$

$$\Delta = -q \Delta \varphi$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2q\Delta\varphi}{m}}$$

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!

$$v = \sqrt{\left(\frac{mv_0^2}{2} + \frac{q}{4} qU\right) \frac{2}{m}}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{q}{2} \frac{q}{m} U}$$

Ответы: 1) $\frac{qU}{md}$

2) qU

3) $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{q}{2} \frac{q}{m} U}$

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

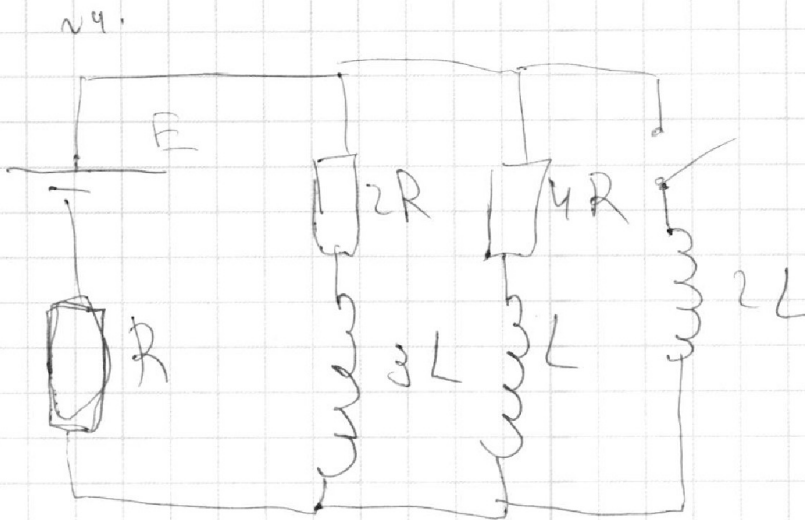
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



1) В установившемся режиме катушка становится перемычкой



R_{01} — экв. резистор гал. $4R$ и $2R$

$$R_{01} = \frac{4R \cdot 2R}{4R + 2R} = \frac{8}{6} R = \frac{4}{3} R$$

R_0 — экв. резистор гал цепи в уст. реж.

$$R_0 = \frac{7}{3} R \rightarrow I_0 = \frac{3E}{7R}$$

~~$I_0 = I_{10} + I_{20}$ по 1-ую правую~~
~~Кирхгофа~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

U_{4R} — напряжение на резисторе $4R$.

U_R — напряжение на резисторе R

$$U_{4R} = E - U_R = E - I_0 R$$

$$U_{4R} = I_{20} \cdot 4R$$

$$I_{20} \cdot 4R = E - I_0 R = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E$$

$$I_{20} = \frac{1}{7} \frac{E}{R} =$$

3) заменим правильно киркгофа
для контура из $2L, L, 4R$

$$U_{4R} + U_L - U_{2L} = 0$$

$$I_2 \cdot 4R + L \cdot \frac{dI_2}{dt} - 2L \cdot \frac{dI_{2L}}{dt} = 0$$

$$I_2 = \frac{dq_R}{dt}$$

dq_R — заряд протекающий через
резистор за dt

$$4R \frac{dq_R}{dt} + L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 0 \quad / \cdot dt$$
$$4R dq_R + L dI_2 - 2L dI_{2L} = 0$$



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!

Суммируем все величины:

$$4R \cdot \Delta q + L(I_{2k} - I_{20}) - 2L(I_{21k} - I_{210}) = 0$$

~~то~~

сразу после замыкания ключа
через катушку $2L$ ток не
потечёт, т.к. в таком направлении
прежняя катушка стремится сохра-
нить свой поток. В уст решение
 $2L$ станет "перемычкой" $\Rightarrow$
 $\Rightarrow I_{2k} = 0$, а $I_{21k} = \frac{E}{R}$

$$4R \cdot \Delta q + L(0 - \frac{1}{7} \frac{E}{R}) - 2L(\frac{E}{R} - 0) = 0$$

$$4R \Delta q - \frac{1}{7} \frac{L}{R} E - 2L \frac{E}{R} = 0$$

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

$$4R \Delta q = \frac{15}{7} \frac{L}{R} E$$

$$\Delta q = \frac{15}{28} \frac{L}{R^2} E //$$



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!

2) В переходном процессе катушка
стараются сохранить свой ток
и т.к. индуктивности постоянны
то сразу после замыкания
тока в катушках остаются
прежними (только на этот момент)
значит и ток через резистор R
но из-за $I_0 = I_{20} + I_{10}$
останутся

$$U_{2L} = E - I_0 R, \quad U_{2L} - \text{напряжение на катушке } 2L$$

$$U_{2L} = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E$$

$$U_{2L} = 2L \cdot \dot{I}_{2L}, \quad I_{2L} - \text{ток на катушке } 2L$$

$$2L \dot{I}_{2L} = \frac{4}{7} E$$

$$\dot{I}_{2L} = \frac{2}{7} \frac{E}{L}$$

Ответ: 1) $\frac{1}{7} \frac{E}{R}$; 2) $\frac{2}{7} \frac{E}{L}$; 3) $\frac{15}{28} \frac{L E}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

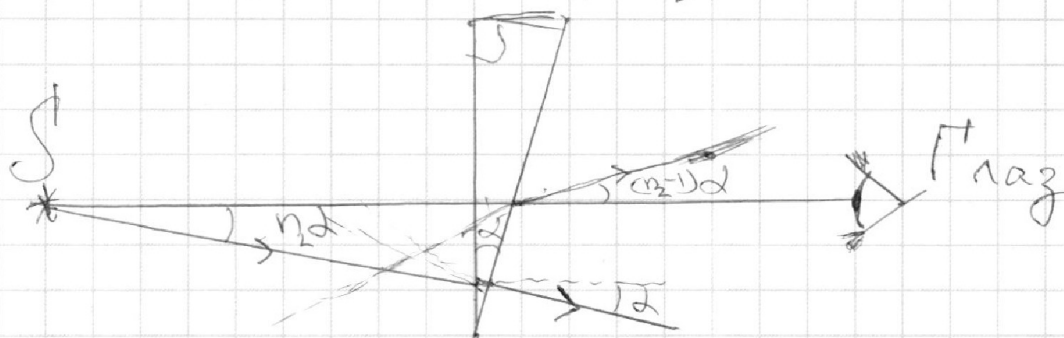
МФТИ

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



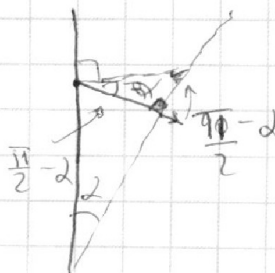
знают угол отклонения $\delta = \beta - \alpha =$
 $= (n_2 - 1)\alpha = 0,07 \text{ рад.}$

2)



еще пусть луч под углом
 $n\alpha$ к линии "источник - глаз"

То сначала он преломится ~~и~~ при
~~переходе~~ переходе через левую
 поверхность линзы и будет двигаться
 под углом α от линии "ист. - глаз"
 и перпендикулярно ~~преломится~~
 попадет на правую поверх-
 ность, не испытывая преломления
 выйдет



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

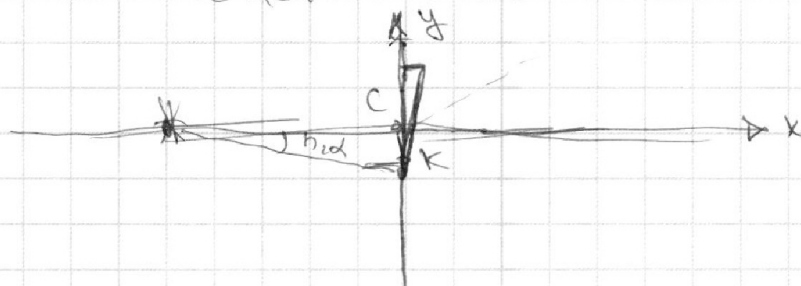
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Введя координатную систему x, y
где y направлен вверх по
левой стороне призмы, а x
направлен вдоль линии
~~что~~ "источник - глаз"



Тонкостью призмы можно пренебречь
по сравн. с h , тем более по
сравн. с a

уравнение лучей (лучей на которые
они падают):

$$y = (n_2 - 1) \alpha x$$

т.к. $\operatorname{tg}((n_2 - 1) \alpha) \approx (n_2 - 1) \alpha$

$$y = -\alpha x - n_2 \alpha \cdot a$$

$$x_k \approx n_2 \alpha \cdot a \quad (\operatorname{tg}(n_2 \alpha) \approx n_2 \alpha)$$

k - точка куда попадает второй
~~луч~~ ~~луч~~ ~~переход~~ ~~луч~~



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!

луч при переходе через левую
грань призмы

$$\begin{cases} y = \cancel{n_2 \alpha} (n_2 - 1) \alpha x \\ y = -\cancel{n_2} \alpha x - n_2 \alpha a \end{cases}$$

$$-n_2 \alpha x$$

$$n_2 \alpha x - \alpha x = -\alpha x - n_2 \alpha a$$

$$x = -a$$

$$y = (1 - n_2) \alpha a$$

S имеет координаты $(-a; 0)$

d = расстояние от S до его изобр.

$$d = (n_2 - 1) \alpha a = 0,07 \cdot 100 \text{ см} = 7 \text{ см.}$$

Заметьте, что x , от α не
зависит!



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

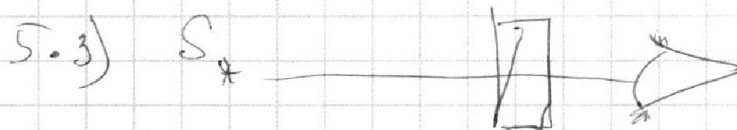
5
☒

6
☐

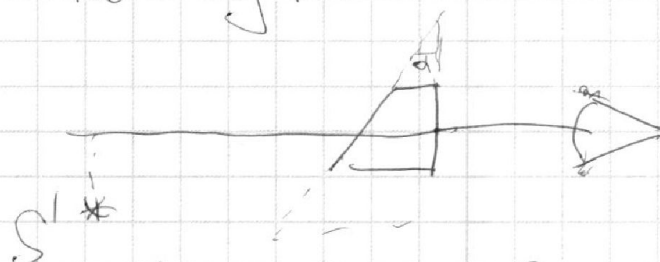
7
☐

МФТИ

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



по пути тонне самое, збв



S' — изобр S в призме с n_2





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☐	☐

МФТИ

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

$$\frac{4d - 23x}{\frac{d}{3}x - x^2} = \frac{1}{\cancel{4d} - x + \frac{4}{3}d}$$

$$\frac{d}{3}x - x^2 = 4d \left(\frac{4}{3}d - x \right) \cdot 3$$

$$dx - 3x^2 = 12d \left(\frac{4}{3}d - x \right)$$

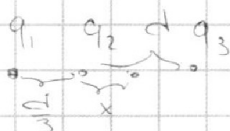
$$dx - 3x^2 = 16d^2 - 12dx$$

$$3x^2 - 13dx + 16d^2 = 0$$

$$\Delta = 169d^2$$

$$\Delta = 169d^2 - 16 \cdot 12d^2 < 0.$$

Такой точки там нет.



$$\frac{kq_1}{\frac{d}{3} + x} + \frac{kq_2}{x} + \frac{kq_3}{d - x} = 0$$

$$\frac{12C\varphi}{\frac{d}{3} + x} + \frac{11C\varphi}{x} + \frac{C\varphi}{d - x} = 0$$

$$\frac{12C\varphi}{\frac{d}{3} + x} = -\frac{11C\varphi}{x} - \frac{C\varphi}{d - x}$$

$$\frac{36}{d + 3x} = \frac{11(d - x) + x}{dx - x^2}$$

$$36dx - 36x^2 = (11d - 10x)(d + 3x)$$

$$36dx - 36x^2 = 11d^2 - 30x^2 + 23dx$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

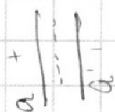
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

н.д.

1) $a = \frac{dv}{dt}$ - тангенс угла наклона касательной к $v(t)$. $a = \frac{23}{4} \frac{м}{с^2} = \frac{23 \cdot 25}{100} \frac{м}{с^2}$



$$\frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2} + \frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2}$$

$$\frac{23 \cdot 25}{100}$$

$$\frac{25}{23}$$

$$75$$

$$\frac{50}{575}$$

$$a = 5,75 \frac{м}{с^2}$$

$$P_k = \frac{16}{3} p_0 = p_{atm} + p_{st}(\rho \cdot v^2)$$

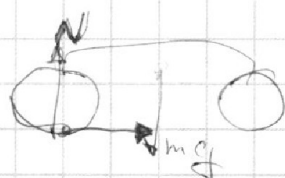


$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_2 - \Delta r}{r_1 - \Delta r}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_2 - \Delta r}{r_1 - \Delta r}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_2 - \Delta r}{r_1 - \Delta r}$$

$$N = F \cdot v = m \cdot a \cdot v = m \cdot v \cdot v = const$$



$$m \cdot g$$

$$(m \cdot v \cdot v) = 0$$

$$m \cdot v \cdot v = 0$$

$$N = F \cdot v = const \quad p_{y \frac{v}{2}} = (r_2 - \Delta r) \frac{4}{3} p_0 \quad p_k = \frac{16}{3} p_0$$

$$N_c (p_{atm} + p_c) = p_k$$

$$v_k \cdot F_{pk} = const$$

$$F_{pk} = F_k$$

$$p_{y \frac{v}{2}} = \frac{4}{3} p_0 \quad p_c \frac{v}{2} = (r_2 - \Delta r) \frac{4}{3} p_0$$

$$N = F_p \cdot v_0$$

$$N_c = F_0 \cdot v_0$$

$$\frac{120 \cdot 20}{300 \cdot 20}$$

$$\frac{12}{20} \cdot \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$ma = F_p - F_0$$

$$v_0 F_p = v_k F_k$$

$$\frac{F_0 \cdot v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{200}$$

$$ma = F_p - F_0$$



$$12:17$$

$$-10:47$$

$$14:77$$

$$10:47$$

$$1:30$$

$$23 \times 60$$

$$23 \times 60$$

$$1380$$

