

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

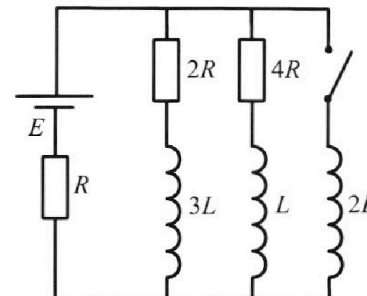
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



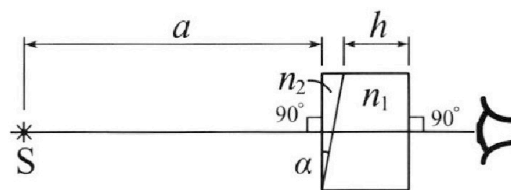
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



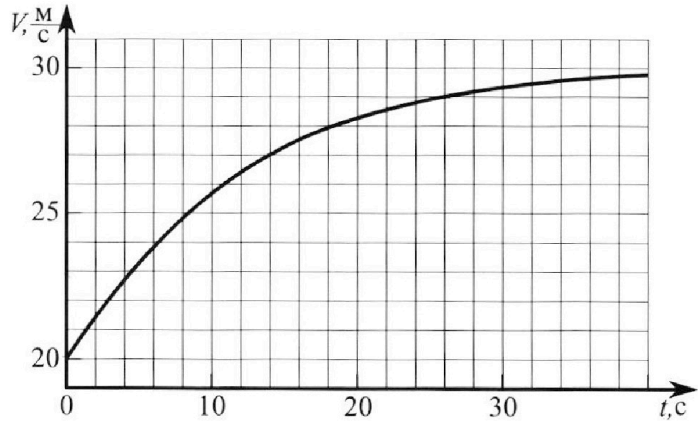
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



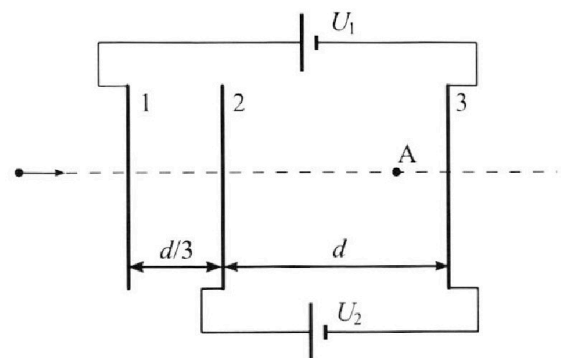
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численно го ответа на первый 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 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 А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 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                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**МФТИ**

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

№1.

Дано!

траект.

$$F_r = 200 \text{ Н}$$

$$1) a_0 = ?$$

$$2) F_0 = ?$$

$$3) \lambda = \frac{m_0}{N} = ?$$

Решение:

$$1) \text{  ~~} a_0 = \frac{dv}{dt} = v \text{ '}~~$$

то есть  $a$  - это

производная траектика  $v(t)$ ,

или тангенс угла наклона

касательной.

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

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

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  $F_p = F_{\text{сопр}}$ .

$$\text{II закон: } m\vec{a} = \vec{F}_{\text{сопр}} + \vec{F}_p$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

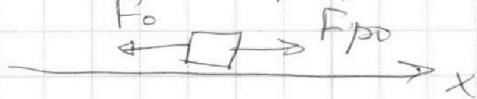
Т.к. на протяжении всего разгона

$$N = \text{const}, \text{ то}$$

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

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

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



$$\text{От } m a_0 = F_{p0} - F_0$$

$$F_0 = F_{p0} - m a_0$$

$$F_0 = \frac{v_k}{v_0} F_k - m a_0$$

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

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

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

$$F_0 = 120 \text{ Н}$$

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



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!

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

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

$N_{\text{сопр}}$  — мощность потребляемая  
этой сопротивлением.

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

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

Ответ: 1)  $a_0 \approx 0,75 \frac{m}{c^2}$   
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:

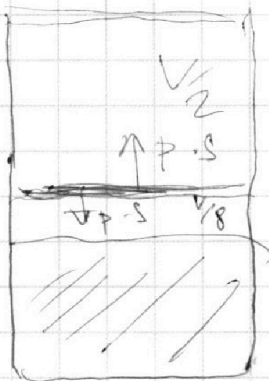
1  2  3  4  5  6  7

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 давления газов равно

$$\text{ИЗМ: } m a = p_1 S - p_2 S, a = 0$$

$$p_1 = p_2 = p_0$$

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

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

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

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

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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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



$$p_k \frac{5}{8} V = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{2} + \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k p_k \frac{5}{8} V RT / V$$
$$\frac{5}{8} p_k = \frac{4}{3} p_0 + \frac{4}{24} p_0 - k p_k \frac{3}{8} RT$$

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

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

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

у р-ие идеал-  
- газа. где  
берем газ  
в конце

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

$$p_k = p_{\text{атм}} + p_y$$

$p_y$  - ~~парциальное~~ парциальное давлени-  
е ~~парциальное~~ уменьш. газа.

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

объем  $V_{21} = V - \frac{V}{8} - \frac{3}{8} V$

↑  
верный  
газ

↑  
газ



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$p_y \frac{V}{2} = \frac{4}{3} \nu_2 R T_0 - \Delta \nu R T$$

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

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

$$3 \cdot \left( \frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T_0 \right) p_y = p_0$$

$$p_y = p_0 \frac{\frac{1}{2} + k \frac{3}{4} R T_0}{3} = p_0 \frac{\frac{1}{2} + \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3}{3} =$$
$$= p_0 \cdot \frac{\frac{27}{20} + \frac{10}{20}}{3} = \frac{37}{60} p_0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{Our Best! } \frac{60}{283} p_{\text{атм}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

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

$$U \Delta\varphi_{23} = E_{23} \cdot d, E_{23} \text{ поле}$$

между 2 и 3 пласт.

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

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

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

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

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

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

2) По теореме об изменении кин  
энергии работа ~~по перемеще-~~  
~~нию~~ ~~частицы~~ 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**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 полюсу батареи 2

значит  $A_{23} > 0$

$$A_{23} = qU_2 = qU.$$

$$K_3 - K_2 = qU =$$

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

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

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

~~Но по формуле  $\varphi_A$  не рассчитать~~

~~и предлагаю найти эквипотен~~

~~циальную поверхность которая~~

~~замкнута на бесконечности~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

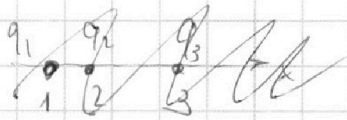
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

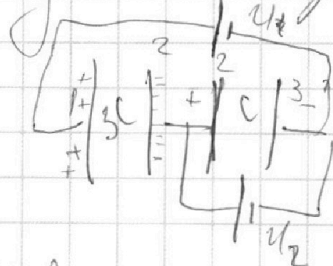
и прохорит ~~удов~~ - то эту пластину  
и далее послать работу  
при переносе до точки ~~A~~  
заряда.

По сути если "обйти" на  
безопасность пластины будут  
маневрировать токовое зарядот.  
и остаться на той же точке  
нулевыми потенциалом.



система пластин  
разбивается на 2

кондера и катушка



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

$$C_{23} = C \quad \text{т.к.} \quad S_{23} = S_{12}$$
$$d_{23} = 3d_{12}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

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

$$q_1 > 0$$

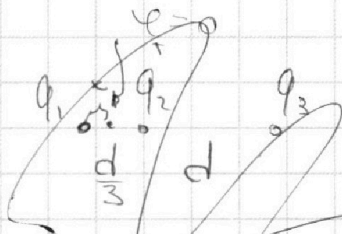
$$q_1 = 12Cu$$

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

$$q_{23} > 0$$

$$q_3 = -q_{23}$$

$$q_{23} = Cu$$



Пусть эта точка  $M(x, y, z)$ .

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\Delta x^2 = 13d^2 + 11d^2 > 0$$
$$\Delta = 100d^2 - 24 \cdot 11d^2 < 0$$

знаю зарядов пластин майгюм

$$\varphi_A = \frac{q_1}{S_1 2\epsilon_0} \cdot \left(\frac{d}{3} + \frac{3d}{4}\right) + \frac{q_2}{S_2 2\epsilon_0} \cdot \frac{3d}{4} + \frac{q_3}{S_3 2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{4}$$

$$\varphi_A = \frac{12 \epsilon_0 S U}{d \cdot 2 \epsilon_0 S} \cdot \frac{13}{4} d + \frac{11 \epsilon_0 S U}{d S 2 \epsilon_0} \cdot \frac{3d}{4} - \frac{\epsilon_0 S U}{d S 2 \epsilon_0} \cdot \frac{d}{4} = \frac{13}{2} U - \frac{33}{8} U - \frac{U}{8} = \frac{13}{2} U - \frac{17}{4} U = \frac{26 - 17}{4} U = \frac{9}{4} U$$

ЗЦЗ:

$$\frac{m v_0^2}{2} = -q \cdot \left(\frac{9}{4} U - 0\right) + \frac{m v^2}{2}$$

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

~~Handwritten scribbles and crossed-out text.~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

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

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

Ответы: 1)  $\frac{qU}{md}$

2)  $qU$

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

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

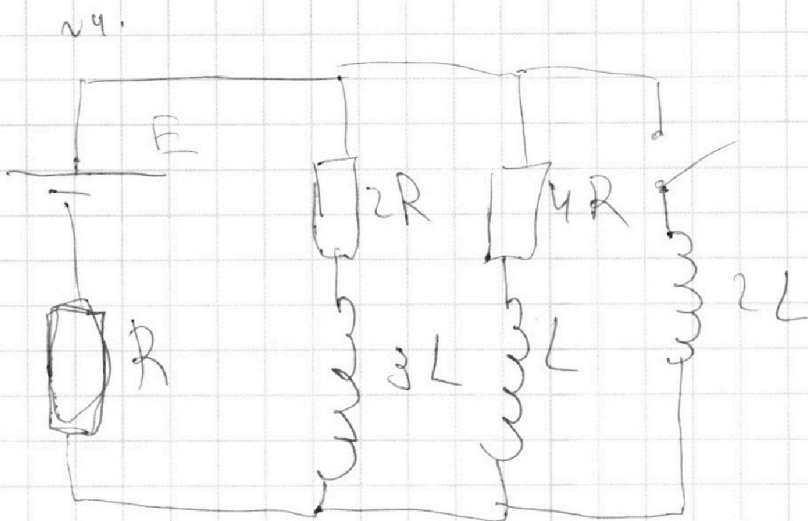
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

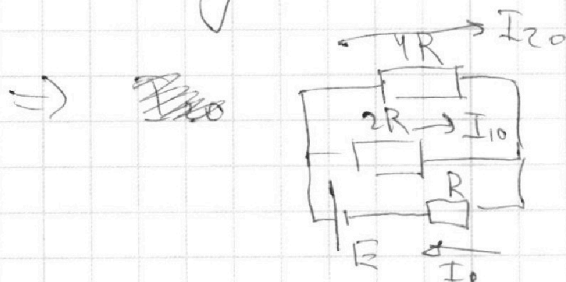
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



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 уср. реж.

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

~~$I_0 = I_{10} + I_{20}$  по 1-ому правилу 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

 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) запишем правило Кирхгофа

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:

$$4R \cdot \Delta q + L(I_{2k} - I_{20}) - 2L(I_{2kk} - I_{2k0}) = 0$$

~~то~~

сразу после замыкания ключа  
через катушку  $2L$  ток не

потеряет, т.к. в таком направлении

протекать катушка стремится сохра-  
нить свой ток. В уст решение

$2L$  станет "перемычкой"  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow I_{2k} = 0, \text{ а } I_{2kk} = \frac{E}{R}$$

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

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

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

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

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

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 стремится сохранить свой ток и т.к. индуктивности постоянны то сразу после замыкания ток в катушках останется прежним (только на этот момент) значит и ток через резистор  $R$  но из-за  $I_0 = I_{20} + I_{10}$   
останутся

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

$$U_{2L} = E - \frac{3}{7} E = \frac{4}{7} E \quad \text{на катушке } 2L$$

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

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

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

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



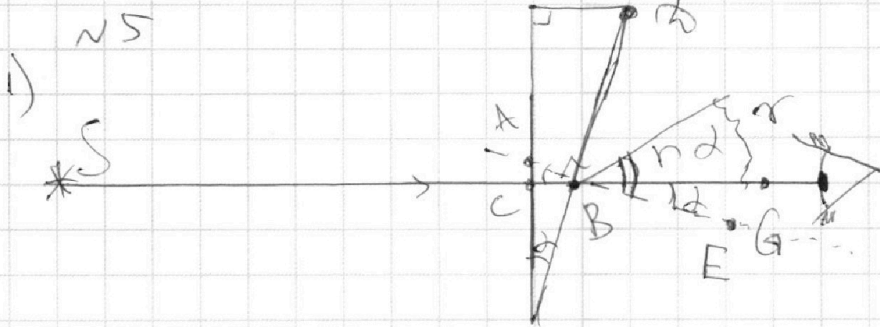
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



1)  $\angle ABC = \alpha$ , т.к.  $\begin{cases} CB \perp AC \\ AB \perp BS \end{cases}$

$AB \perp BS$  где построили

Т.к. луч света проходит  $\perp$   
нормалью к поверхности клина то он  
не преломится, далее он упадет  
под углом  $\alpha$  к нормали к поверхности  
кривой поверхности клина, это  
показано выше.

По закону преломления

$$n \sin \alpha = \sin \beta, \quad \alpha, \beta - \text{малые}$$
$$\text{углы} \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha, \quad \sin \beta \approx \beta$$

$$\beta \approx n_2 \alpha$$

$$\angle GBE = \alpha \text{ т.к. вертикальный с } \angle ABC$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

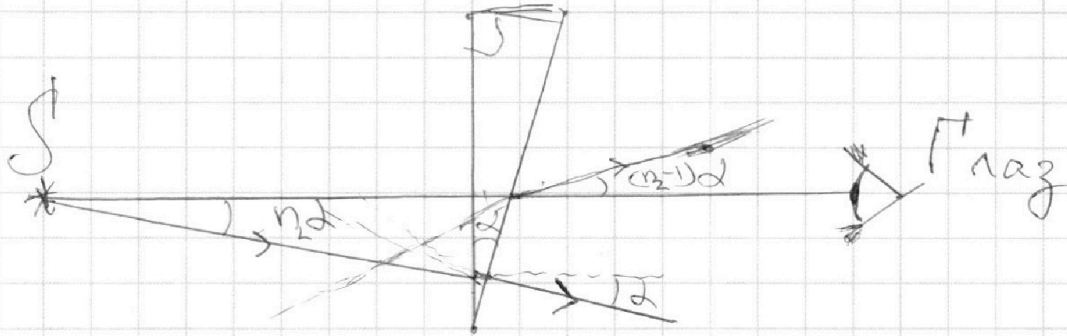
МФТИ

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



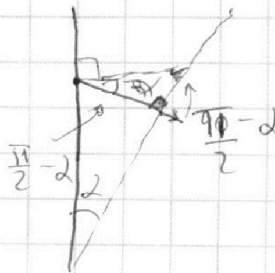
Значит угол отклонения  $\delta = \beta - \alpha =$   
 $= (n_2 - 1)\alpha = 0,07 \text{ рад.}$

2)



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

То сначала он преломится ~~и~~ при  
~~каждом~~ переходе через левую  
поверхность линзы и будет двигаться  
под углом  $\alpha$  от линии "ист. - глаз"  
и перпендикулярно ~~преломится~~  
попадёт на правую поверх-  
ность, не исказив преломление  
войдет



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

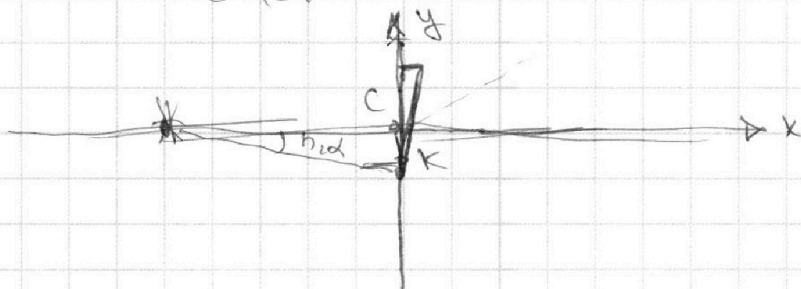
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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

МФТИ

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



Введу координатную систему  $x, y$   
где  $y$  направлена вверх по  
левой стороне призмы, а  $x$   
направлена вдоль длины  
~~что~~ "источник - шаг"



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

Уравнение лучей (прицел на который  
они летят):

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

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

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

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

~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~  
 $k$  - точка куда попадает второй

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

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \cancel{n_2 \alpha} (n_2 - 1) \alpha x \\ y = -\cancel{n_2} \alpha x - n_2 \alpha a \end{array} \right.$$

$$-2n_2 \alpha x$$

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

$$x = -a$$

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

$S$  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  $d$  не  
зависит!



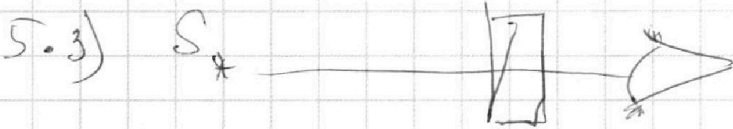
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

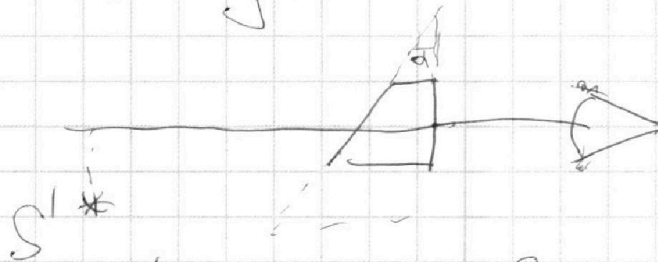
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

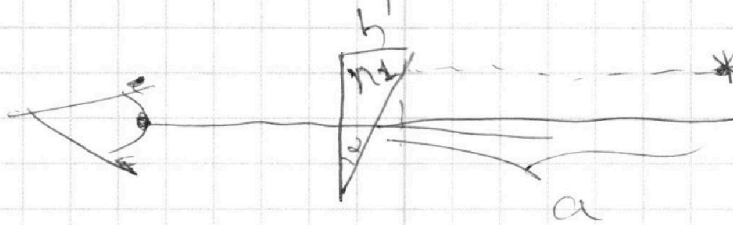
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



по пути точки source,  $S^*$



$S'$  — 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                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

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

$$\frac{1}{3}d - x - x^2 = 4d \left( \frac{4}{3}d - x \right) \cdot 3$$

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

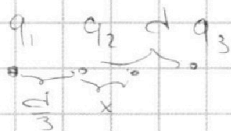
$$d - 3x^2 = 16d^2 - 12dx$$

$$3x^2 - 12dx + 16d^2 = 0$$

$$D = 144d^2 =$$

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

Такой точки там нет.



$$\frac{kq_1}{\frac{1}{3}d + x} + \frac{kq_2}{x} + \frac{kq_3}{d - x} = 0$$

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

$$\frac{12C\mu}{\frac{1}{3}d + x} = -\frac{11C\mu}{x} - \frac{C\mu}{d - x}$$

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

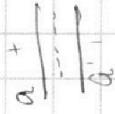
1  2  3  4  5  6  7



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



н.д.

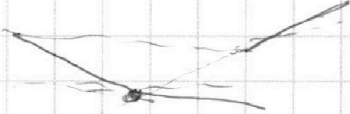
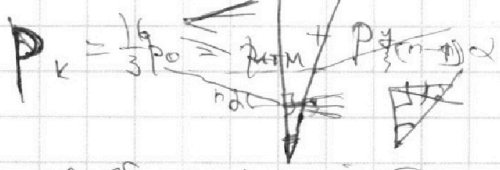


$$\frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2} + \frac{5}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{2}$$

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

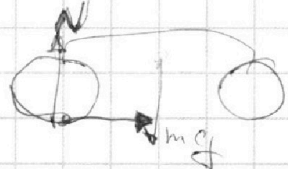
$$\frac{23 \cdot 25}{100} = \frac{25}{4} = 6.25$$

$$a = 5.75 \frac{m}{c^2}$$



$$\frac{30}{575}$$

$$N = P \cdot v = m \cdot a \cdot v = m \cdot 5.75 v = const$$



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

$$m \cdot (2v \cdot v) = 0$$

$$N = F \cdot v = const \quad p_y \frac{v}{2} = (p_x - p_0) \frac{4}{3} \frac{v}{2} \quad p_x = \frac{16}{3} p_0$$

$$N_c (p_{ax} + p_c) = p_x$$

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

$$F_{pk} = F_k$$

$$p_y \frac{v}{2} = \frac{4}{3} p_0 \quad p_c \frac{v}{2} = (p_x - p_0) \frac{v}{2}$$

$$N = F_p \cdot v_0$$

$$N_c = F_0 \cdot v_0$$

$$120 \cdot 20$$

$$300 \cdot 20$$

$$\frac{F_0 \cdot v_0}{v_k \cdot F_k} = \frac{2}{3} = \frac{200}{300}$$

$$ma = F_p - F_0$$

$$v_0 \cdot F_p = v_k \cdot F_k$$

$$\frac{v_2}{32} = \frac{v_1 - v_2}{v_1}$$

$$\frac{v_1}{32} = \frac{v_1 - v_2}{v_1}$$

$$12:17$$

$$-10:47$$

$$14:77$$

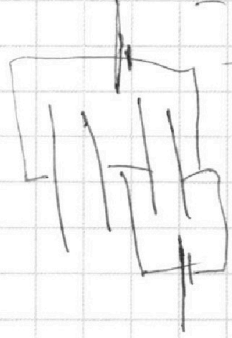
$$10:47$$

$$1:30$$

$$23$$

$$\times 60$$

$$\hline 1380$$



$$p_x \frac{v}{2} = (p_x - p_0) \frac{v}{2}$$

$$p_x \frac{v}{2} = p_x \frac{v}{2} - p_0 \frac{v}{2}$$

$$p_0 \frac{v}{2} = 0$$



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!



12:54  
10:47  
2:17

$V_1/2$   
 $V_2/8$   
расширения  
 $\frac{3}{8}V$

~~1 2 3 4 5~~  
~~12312 124 125 126~~

$\frac{p_0}{2} = \frac{p_k}{8}$   
 $\frac{p_0}{10} = \frac{p_k}{\frac{3}{8}V}$   
 $4p_0 = \frac{3p_k}{4}$   
 $\Delta V = k p_k \frac{3V}{8}$

$\frac{m v_0^2}{2} = 9\varphi + \frac{mv^2}{2} = 13.20$   
 $\frac{12.80}{2} = \frac{10.47}{2} + \frac{mv^2}{2}$   
 $2.33 = \frac{mv^2}{2}$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$   
 $p_1 V_1 = p_2 V_2$   
 $\frac{3}{4} \cdot 4 p_1 = p_2$   
 $3p_1 = p_2$

$p \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$   
 $p \cdot \frac{V}{8} = \nu_2 RT_0$   
 $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4$   
 $\nu_1 = 4\nu_2 = 4\nu$

$\frac{p_0}{p_k} = \frac{n_0 T_0 k_B}{n_k T_k k_B}$   
 $\frac{p_0}{p_k} = \frac{n_0}{n_k}$   
 $\frac{p_0}{p_k} = \frac{\nu_0}{\nu_k}$

$p_k \frac{V}{2} = (p_2 - \Delta p) RT$   
 $p_k \frac{V}{2} = \nu_2 \frac{4}{3} RT_0 - \Delta p RT$   
 $\frac{32}{6} p_0 \frac{V}{2} = \frac{4}{3} p_0 \frac{V}{8} - k \frac{32}{6} p_0 \cdot \frac{3}{8} V \cdot RT$   
 $\frac{32}{12} p_0 V = \frac{4}{24} p_0 V - 2 k RT p_0 V$   
 $(\frac{16}{6} - \frac{1}{6}) p_0 V = 2 k RT p_0 V$   
 $\frac{15}{6} = \frac{5}{2}$   
 $4U + \frac{5}{4} U = 4.75U$   
 $\frac{5}{2} = 2.5 = 12 \cdot 3 = 36$

$3\nu_2 = 9 k p_k V = 6\nu_2$   
 $\frac{4}{3} \nu_2 = \frac{5}{2}$   
 $\nu_2 = \frac{15}{8}$