



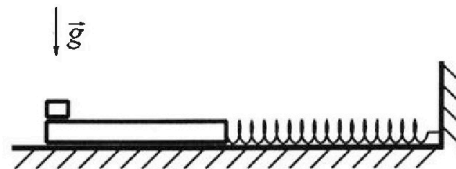
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

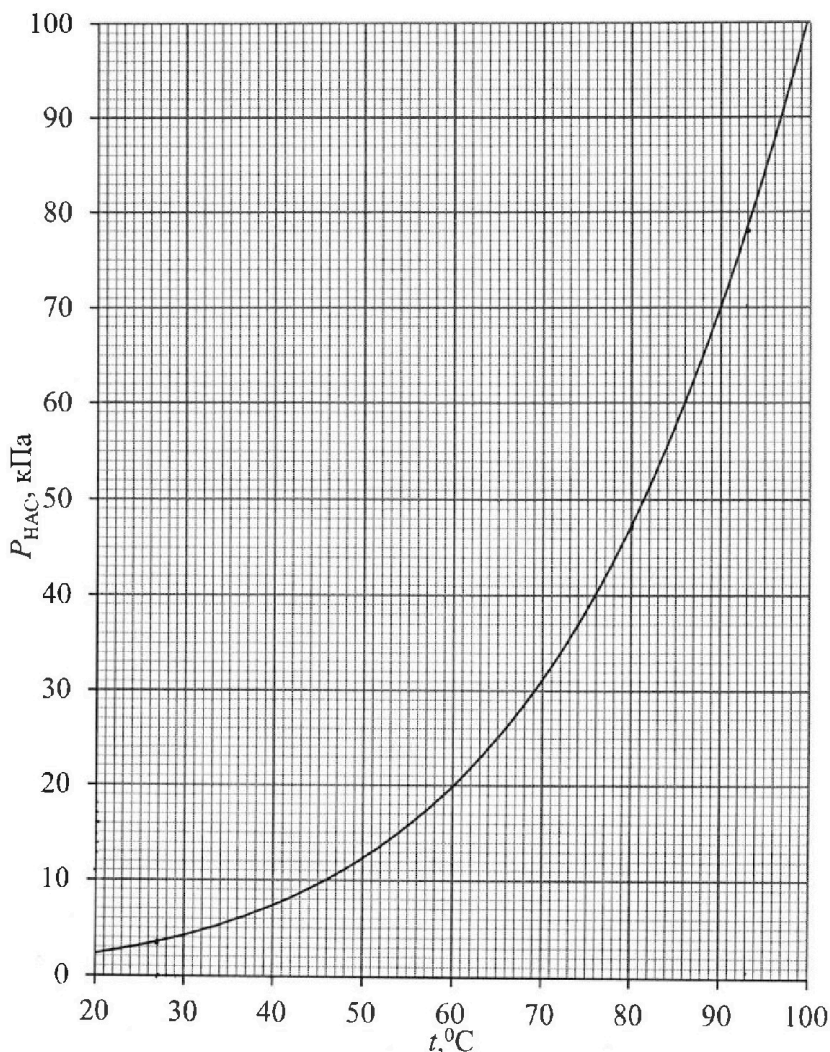


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

Объём жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





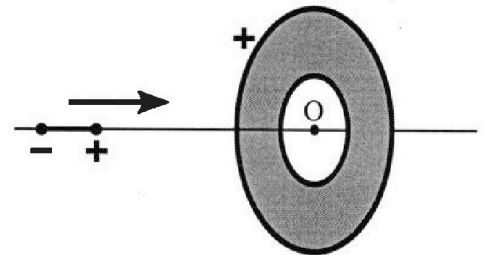
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

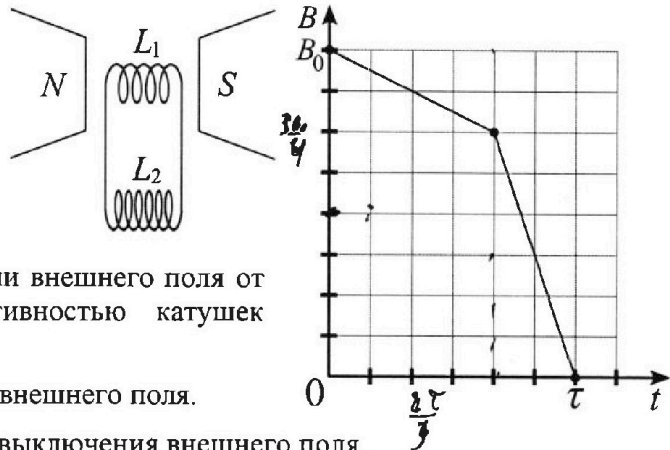


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



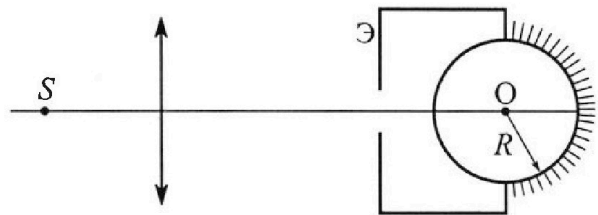
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекающий через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2311 из Друзья

$$K_x - F_{\text{тр}} = Ma$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg = ma \quad \text{акрив}$$

$$K_x - \mu mg = M \mu g$$

$$K_x = (M + m) \mu g$$

$$x = 3 \cdot \frac{0,3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = \frac{18}{100} = 0,18(2)$$



1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

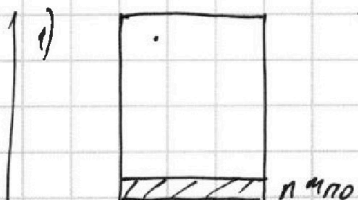
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 2

$$t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$t = 37^\circ\text{C}$$

$$n = 11$$



- 1) $\frac{m_{\text{по}}}{m_{\text{пк}}}$ - ? $v_{\text{во}}$ - кол-во воздуха в помещении
- 2) t^* - ? $v_0, m_{\text{по}}$ - кол-во пара и масса пара в помещении
- 3) φ - ? $n m_{\text{по}}$ - масса воды в помещении

В конце вся вода испарится, ~~а не пара~~ ^{масса испарившейся массы}

пара равна $m_{\text{пк}}(n+1)m_{\text{по}}$

$$\text{Отражение: } \frac{m_{\text{пк}}}{m_{\text{по}}} = \frac{(n+1)m_{\text{по}}}{m_{\text{по}}} = n+1 = 12$$

$$2) \text{ Пока } t < t^* \quad p_{\text{пара}} = p_{\text{н.п.}}$$

Когда $t = t^* \Rightarrow$ вся вода испарилась: $v_n = (n+1)v_{\text{по}}$

а затем $p_{\text{пара}} < p_{\text{н.п.}}$ при одной температуре.

$$p_{\text{пара}}(t^*) = p_{\text{н.п.}}(t^*)$$

$$p_{\text{пара}} V = v_n \cdot R \cdot T^*$$

$$p_{\text{пара}} = \frac{(n+1)v_{\text{по}} R}{V} T^*$$

$$p_{\text{пара}} = (n+1) \frac{p_{\text{н.п.}}(t_0)}{T_0} T^*$$

$$\text{В нач. мом: } \frac{p_{\text{н.п.}}(t_0)}{T_0} V = v_{\text{по}} R T_0$$

$$\frac{p_{\text{н.п.}}(t_0)}{T_0} = \frac{v_{\text{по}} R}{V}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По графику: $p_{н.п.}(t_0) = 35 \text{ кПа}$
~~то~~

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

~~По графику:~~

Из графика: $t^* \approx 80^\circ \text{C}$

3) ~~По формуле $V = \nu_0 R T$~~
~~даны: ν_0 , R , T~~

$$p_n \cdot V = (n+1) \nu_0 R T$$

$$p_n = (n+1) T \left(\frac{\nu_0 R}{V} \right) = (n+1) T \cdot \frac{p_{н.п.}(t_0)}{T_0}$$

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{н.п.}(T)} = \frac{(n+1) T \cdot p_{н.п.}(t_0)}{T_0 \cdot p_{н.п.}(T)}$$

$$p_{н.п.}(T) = 78 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{12 \cdot 373 \cdot 35}{300 \cdot 78} = \frac{7 \cdot 37}{5 \cdot 78} = \frac{7 \cdot 37}{39 \cdot 10} = 0,7$$

Ответ: 1) $\frac{m_{по}}{m_{пк}} = 12$

$$2) t^* = 80^\circ \text{C}$$

$$3) \varphi = 0,7$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\frac{N^3}{V_0}$
 $q \rightarrow \frac{q}{2}$

1) $g_c - ?$
 2) $g_{max} - g_{min}$

1) Найдем потенциальную энергию груза W
 $W = q\phi(x+l) - q\phi(x) \approx$
 $\approx q l \frac{d\phi}{dx} = -q l E_x \quad (1)$

2) Пусть на бесконечности груза скорость g_0 . Тогда условие того, что он пройдет эту цепочку ~~туда~~ можем быть выразить пот: $E_k > 0$ в любой момент до конца.

$\frac{m g^2}{2} = E_k + W$

$\frac{m g^2}{2} - W > 0$

$W < \frac{m g^2}{2}$

$W_{max} < \frac{m g^2}{2}$

Тогда при $g = g_0$: $W_{max} = \frac{m g_0^2}{2}$

W_{max} - наиб. пот. энергия груза в поле груза + с пружиной.

3) Из того, что поле груза симметрично и изотропно (1) ясно, что $W_{min} = -W_{max}$.

~~Вот~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4) Теперь рассмотрим динат, у к-го $q' = \frac{q}{2}$.
При преломлении $1/3$ свет $E \rightarrow 0 \Rightarrow W = 0 \Rightarrow J_c = J_0$ (*)
(3С7)

~~При преломлении $1/3$ свет $E \rightarrow 0 \Rightarrow W = 0 \Rightarrow J_c = J_0$ (*)~~
При (*) заряд q' уменьшился, поэтому сила брассо-действа его с полем тоже уменьшилась, ~~и~~
~~при этом динат с большим зарядом сила~~
~~преломления $1/3$ свет $E \rightarrow 0 \Rightarrow W = 0 \Rightarrow J_c = J_0$ (*)~~
новый тоже светит. В силу симметрии так же
получить, что динат светит динатом Брассо
на $2J_0$ мк. на $\varnothing$, т.е. все выходящее излучение
на оси он затмивает)

$$3C7: \frac{m J_0^2}{2} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + W_{\min} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + W_{\max} \quad (2)$$

$$\frac{m J_{\max}^2}{2} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + 2 W_{\max}$$

$$\frac{m J_0^2}{2} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + \frac{m J_{\max}^2}{4} - \frac{m J_{\min}^2}{4}$$

$$2 J_0^2 = 2 J_{\min}^2 + J_{\max}^2 - J_{\min}^2$$

$$2 J_0^2 = J_{\max}^2 - J_{\min}^2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5) Вернёмся к диалогу q . В положении
конб. пот. энергии у него макс. Кинетическая,
т.к. м.к. J_0 - крит. угловая $E_k = 0$

$$W_{\max} = \frac{m J_0^2}{2}$$

у диала q это в силу (1) та же энергия
будет q и q раз меньше
 $W_{\max} = \frac{m J_0^2}{4}$

Вернёмся к (2):

$$\frac{m J_0^2}{2} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + \frac{m J_0^2}{4}$$

$$\frac{m J_0^2}{4} = \frac{m J_{\min}^2}{2}$$

$$m J_0^2 = 2 m J_{\min}^2$$

$$m J_0^2 = 2 m J_{\min}^2$$

$$J_{\min} = \frac{J_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{m J_{\max}^2}{2} = \frac{m J_{\min}^2}{2} + 2 W_{\max} = \frac{m J_0^2}{4} + \frac{m J_0^2}{2} = \frac{3 m J_0^2}{4}$$

$$J_{\max}^2 = \frac{3}{2} J_0^2$$

$$J_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} J_0$$

$$J_{\max} - J_{\min} = \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) J_0$$

$$\begin{aligned} \text{Ответ: } 1) J_c &= J_0 \\ 2) J_{\max} - J_{\min} &= \\ &= \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) J_0 \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 6L$$

$$n, S_1$$

$$1) I_0$$

$$2) q$$

1) 2 Пр-го Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_{ind1} + \mathcal{E}_{ind2} = 0$$

$$\mathcal{E}_{ind2} = -L_2 \dot{I}$$

$$\mathcal{E}_{ind1} = -\dot{\Phi}_{ext} - L_1 \dot{I}$$

Применяем

$$-(L_1 + L_2) \dot{I} - \dot{\Phi}_{ext} = 0$$

$$(L_1 + L_2) \dot{I} + \dot{\Phi}_{ext} = 0 \quad \text{Применяем закон Фарадея:}$$

$$(L_1 + L_2) (I - 0) + (\Phi_{ext} - \mu_0 n S_1) = 0$$

$$(L_1 + L_2) I + \Phi_{ext} - \mu_0 n S_1 = 0 \quad (1)$$

2) В момент времени:

$$\Phi_{ext} = \mu_0 n S_1 - \frac{4/8 \mu_0 n S_1}{2/4 \mu_0 n S_1} = \frac{2/4 \mu_0 n S_1}{2/4 \mu_0 n S_1} = \frac{3/4 \mu_0 n S_1}{2/4 \mu_0 n S_1} = \frac{3}{4} \mu_0 n S_1$$

$$\Phi_{ext} = \mu_0 n S_1 - \mu_0 n S_1$$

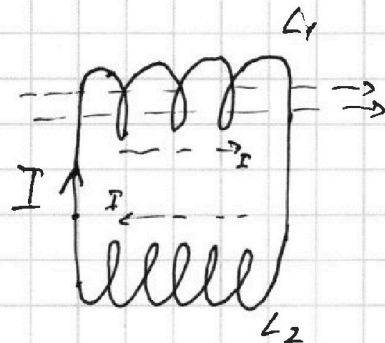
$$(L_1 + L_2) I = \mu_0 n S_1$$

2) В момент:

$$\Phi_{ext} = 0$$

$$(L_1 + L_2) I_0 - \mu_0 n S_1 = 0$$

$$L I_0 = \frac{\mu_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{\mu_0 n S_1}{7L}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) Проинтегрируем (1):

$$(L_1 + L_2) q + n S_1 \int_0^{\tau} B dt - B_0 n S_1 \tau = 0$$

~~$7L q$~~ найдем площадь под графиком:

$$\int_0^{\tau} B dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{B_0}{4} \cdot \frac{2\tau}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau}{2} \cdot \frac{3B_0}{4} + \frac{3B_0}{4} \cdot \frac{2\tau}{3} =$$

$$= \frac{B_0 \tau}{12} + \frac{B_0 \tau}{8} + \frac{B_0 \tau}{2} = \left(\frac{2}{24} + \frac{3}{24} + \frac{12}{24} \right) B_0 \tau =$$

$$= \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$$7L q + n S_1 \cdot \frac{17}{24} B_0 \tau - n S_1 B_0 \tau = 0$$

$$7L q + n S_1 B_0 \tau \cdot \frac{7}{24} = 0$$

$$L q - \frac{n S_1 B_0 \tau}{24} = 0$$

$$q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24 L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$
2) $q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24 L}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



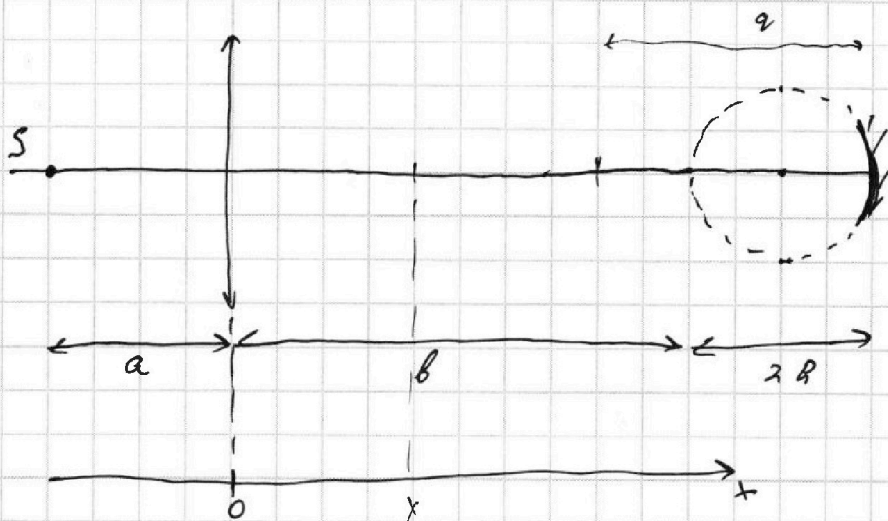
СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 5

$$\begin{aligned} a &= 2R \\ b &= 7R \\ \Delta &= 4R \end{aligned}$$

- 1) F - ?
- 2) n - ?



- 1) В л.п. изображение совпадает с источником кри
в этом случае
и n , поэтому будем считать, что $n = 1$.

Тогда шар представляет собой только сферическое зеркало.

- 2) Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \quad (1), \text{ где } x - \text{координата изображения,} \\ \text{находящееся перед линзой.} \\ (x \text{ может быть } < 0)$$

Фокусное расстояние сферического зеркала равно $\frac{R}{2}$:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R}, \text{ где } p - \text{расстояние от источника} \\ \text{(шар. в линзе) до зеркала}$$

$$p = b + 2R - x \quad q - \text{расстояние от зеркала} \\ \text{до шара в зеркале}$$

~~x' - новая коор~~
 ~~x - коор~~

x' - координата изображения после отражения в зеркале
 $x' = b + 2R - q$; $q = b + 2R - x'$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Формула тонкой линзы после стр. в зеркале:

$$\frac{1}{x'} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \quad \text{т.к. (учим, что изображение совпадает с начальным предметом)}$$

Сравнивая с (1) получаем, что $x' = x$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \\ \frac{1}{b+2R-x} + \frac{1}{b+2R-x} = \frac{2}{R} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \\ b+2R-x = R \quad ; \quad x = b+R = 8R \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} &= \frac{1}{F} \\ \frac{5}{8R} &= \frac{1}{F} \end{aligned}$$

$$F = \frac{8R}{5}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☐☐☐☐

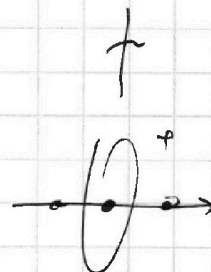
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$d\varphi = \frac{k dQ}{r}$$

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{-kQ}{r^2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = W_c = q \ell \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_c$$



$$m = W_{max} =$$

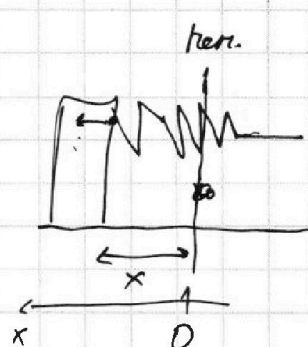
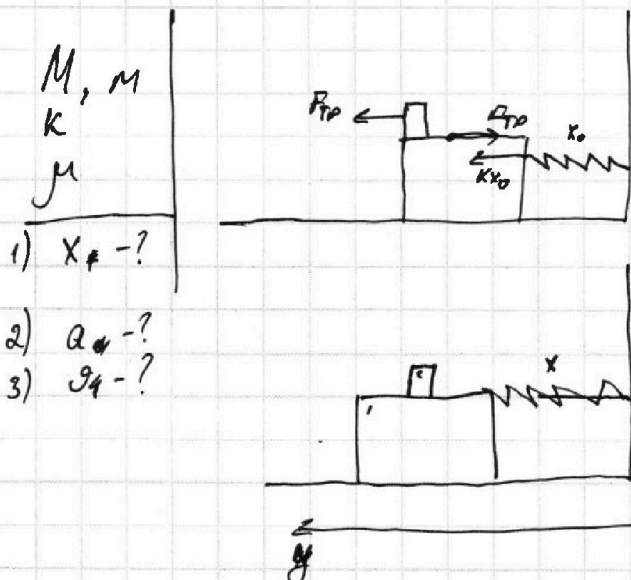


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$Kx - F_{TP} = Ma_{1y}$$
$$F_{TP} = ma_{2y} = \mu mg \quad a = \mu g$$

$$Kx - ma_{2y} = Ma_{1y}$$
$$Kx = (M + m)a = (M + m)\mu g$$

$$Kx = F_{TP}$$

$$Kx = F_{TP} = \mu mg$$

$$x = \frac{\mu mg}{K} \leftarrow \text{отп. гб-е пропр.}$$

$$Kx - F_{TP} = \frac{M}{m}$$

$$\frac{Kx}{F_{TP}} = \frac{M+m}{m}$$

$$Kx - F_{TP} = M\ddot{x}$$
$$Kx - \mu mg = M\ddot{x}$$

$$a_{2y} = \mu g$$

$$\frac{a_{1x}}{a_{2y}} = \frac{m}{M} \quad \frac{Kx - F_{TP}}{F_{TP}}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

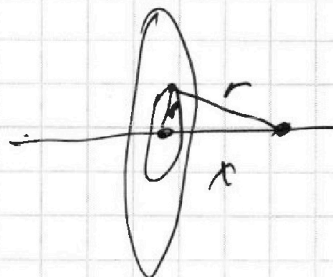
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~Задача~~ Потенциал. Беск. тонкого кабеля

$$d\varphi = \frac{k dq}{r} = \frac{k dq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{k dq}{\sqrt{R^2 + x^2}} \cdot 2x$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3

$\frac{V_0}{V_0}$

1) q - заряд гитала ($q > 0$)

l - плечо

m - масса гитала ; $\mathcal{E}$ - скорость на бесконечности

1) Для того, чтобы он пролетел
2) $\frac{1}{3}$ гитала необходимо и достаточно:
 $E_k > 0$ в любой момент времени.

ЗСЭ:

(или стандартно)

$$\frac{m v_a^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + W$$

$$E_k = \frac{m v_a^2}{2} - W > 0$$

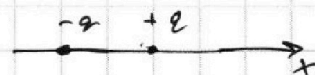
$$W < \frac{m v_a^2}{2} \Leftrightarrow W_{\max} < \frac{m v_a^2}{2}$$

2)

Найдем зависимость пот. энергии гитала W от распределения потенциала:

$$W = q \varphi(x+l) - q \varphi(x) \approx$$

$$\approx q l \frac{d\varphi}{dx}$$



3) Теперь определим точку в которой система гиталов даёт ~~наибольшее~~ наибольшее W

$$W = W_{\max} \Leftrightarrow \frac{d\varphi}{dx} = \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_{\max}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Delta \varphi = 2\pi k \times \sigma \left(\frac{L}{\cos \alpha_0} - \frac{1}{\cos \alpha} \right) = 2\pi k \times \sigma \left(\frac{\sqrt{x^2 + r^2}}{x} - 1 \right) =$$

$$= 2\pi k \sigma (\sqrt{x^2 + r^2} - x)$$

4) Две гирля с зарядами

$$\varphi = 2\pi k \sigma (\sqrt{x^2 + R_1^2} - R_1 - \sqrt{x^2 + R_2^2} + R_2) =$$

$$\varphi = 2\pi k \sigma (\sqrt{x^2 + R_1^2} - \sqrt{x^2 + R_2^2}) + 2\pi k \sigma (R_2 - R_1)$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = 2\pi k \sigma \left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + R_1^2}} - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R_2^2}} \right) =$$

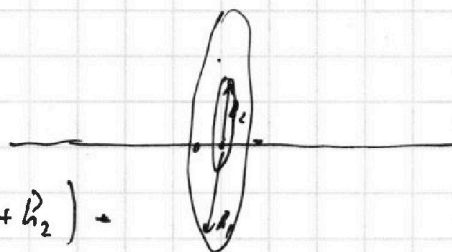
$$\frac{m v_0^2}{2} = p$$

$$W = q l E_{\text{max}} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$W = -q l E_x$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} + W_{\text{min}}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} + W_{\text{min}} = \frac{m v_{\text{min}}^2}{2} + W_{\text{max}}$$



$$W = q \int p \, d\varphi$$

$$W_{\text{min}} = -W_{\text{max}} \text{ if } p = -E_x l_0$$

2



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

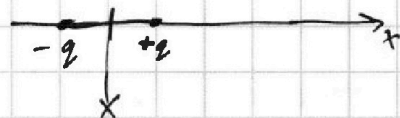
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N3

1) Найдём зависимость энергии диполя от потенциала:



$$E = q\varphi(x+l) - q\varphi(x)$$

$$\Delta E = q\varphi(x+l) - q\varphi(x) \approx ql \frac{d\varphi}{dx}$$

2) Мин. скорость, необх. для прелёта совб. случаю, когда в точке, где $\frac{d\varphi}{dx}$ ~~минимальное~~ скорость, почти равна 0.

$$3C3: \frac{m v_0^2}{2} = ql \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_{\text{мин}}$$

3) Найдём зависимость $\varphi(x)$ для дуги.

$$d\varphi = \frac{k Q dQ}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{dQ}{dS} = \sigma$$

$$dQ = \sigma \cdot 2\pi R dR$$

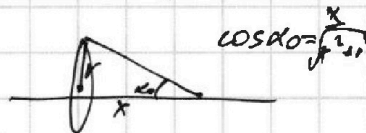
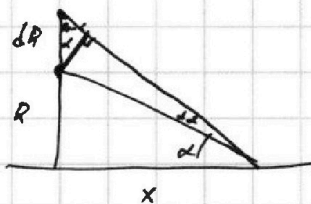
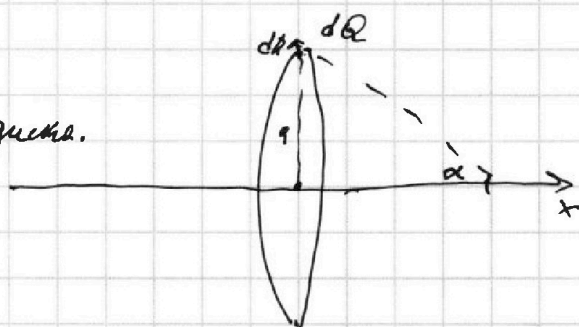
$$d\varphi = \frac{k \sigma \cdot 2\pi R dR \cdot \sin \alpha}{R} = 2\pi k \sigma dR \sin \alpha$$

$$dR \cos \alpha = \frac{R}{\sin \alpha} \cdot d\alpha$$

$$dR \sin \alpha \cdot dR = \frac{R d\alpha}{\sin \alpha \cos \alpha}$$

$$\varphi = \int_0^{\alpha_0} 2\pi k \sigma dR \sin \alpha = \int_0^{\alpha_0} 2\pi k \sigma \frac{R d\alpha}{\cos \alpha} = 2\pi k \sigma \int_0^{\alpha_0} \frac{x dy \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$2\pi k \sigma \int_0^{\alpha_0} \frac{\sin \alpha d\alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{2} 2\pi k \sigma \int_0^{\alpha_0} \frac{1}{\cos^2 \alpha} d(\cos \alpha) =$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

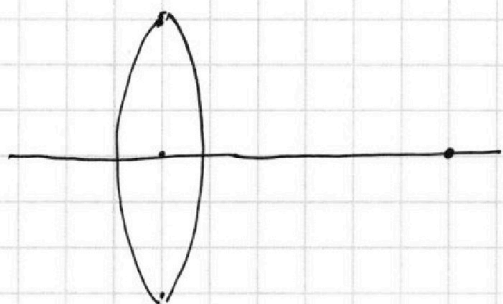
5
☐

6
☐

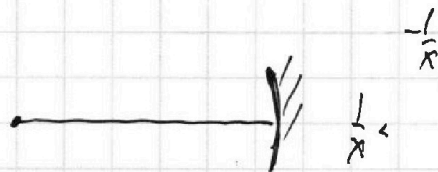
7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\varphi(c) \sim \varphi(m)$$

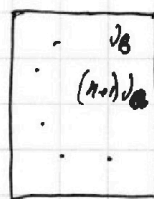
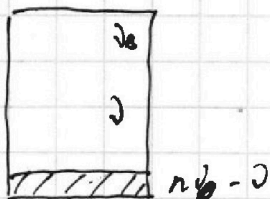
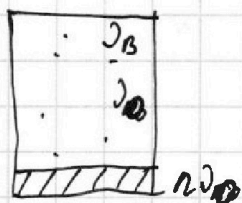


$$\cos \alpha \lg \alpha = \frac{R}{x}$$

$$R = x \lg \alpha$$

$$\frac{\lg \alpha}{\cos \alpha} d\alpha = \frac{\ln \alpha}{\cos^2 \alpha} d\alpha =$$

=



$$p_{n,n}^{(1)} V = V_B R T_0$$

$$p_{B_0} V = V_B R T_0$$



$$p_{n,n} \rightarrow p_{n,n}$$

$$p_{n,n} \leq p_{n,n}^{(1)}$$

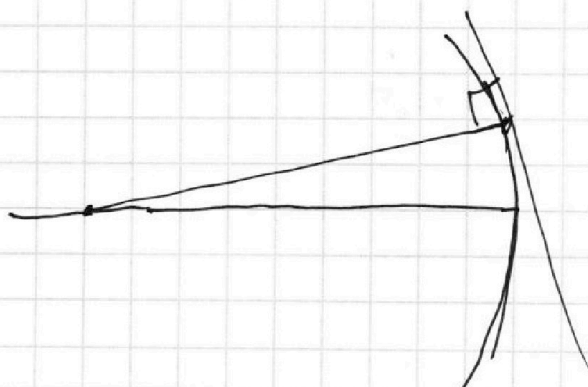
$$p_{n,n}(t^*) \cdot V = (n+1) V_B R T^*$$

$$p_{n,n}(t^*) = (n+1) \frac{p_{n,n}(t_0)}{T_0} T^*$$

$$\varphi = \frac{p_n}{p_{n,n}}$$

$p_n - ?$

φ



$$E_k \geq 0$$

$$E_k + W = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - W > 0$$

$$W < \frac{m v_0^2}{2}$$

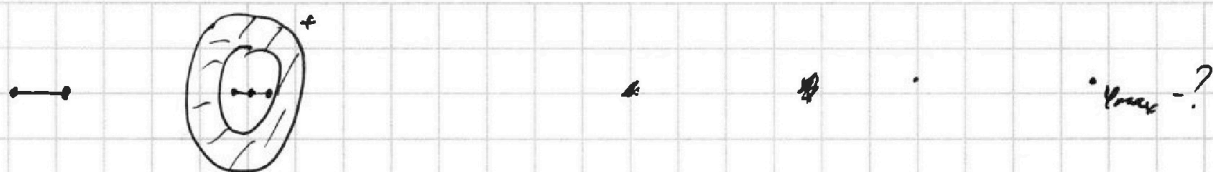


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

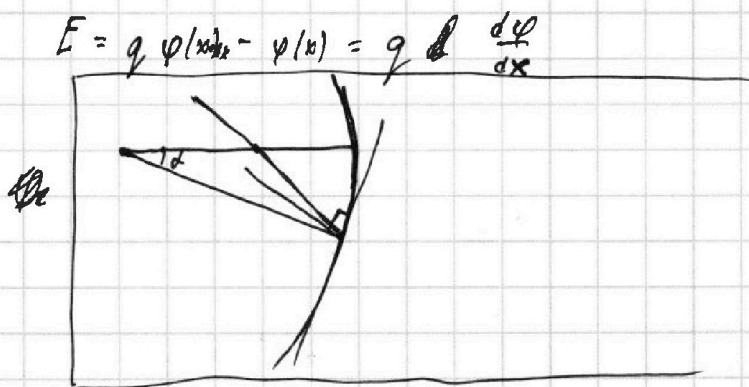
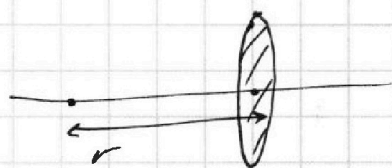
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$F_x = q E_{x+} - q E_{x-} = q (E_{x+} - E_{x-}) =$$
$$F_x = q E(x+l) - q E(x) = q (E(x+l) - E(x)) = q l \frac{dE}{dx} =$$
$$= \rho \cdot \frac{dE}{dx}$$

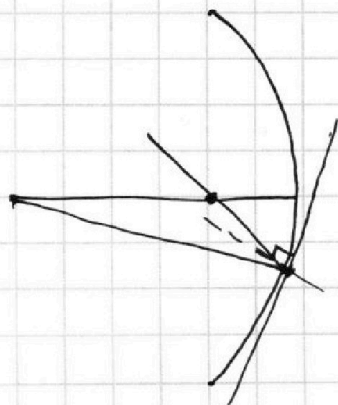


$$\varphi = \frac{kQ}{\sqrt{r^2 + R^2}}$$

$$\sigma = \frac{Q}{\pi \cdot 2R dR}$$

$$dQ = \sigma \pi \cdot 2R dR$$
$$\varphi = \frac{k \sigma \pi \cdot 2R dR}{\sqrt{r^2 + R^2}}$$

$$\frac{R}{r} = \frac{Q}{Q} = 1$$
$$\frac{1}{r} + \frac{1}{r} = \frac{2}{r}$$



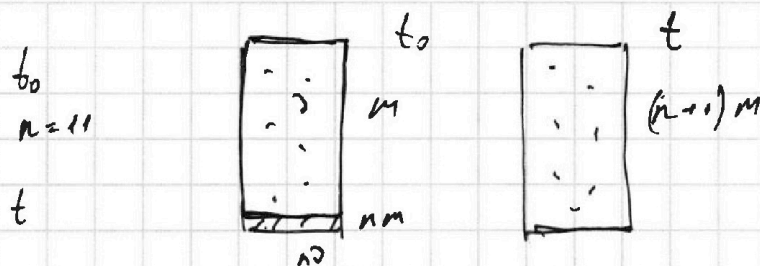


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



~~$p_{n,n}(t_0) = p_{n,n}(t)$~~

~~$p_{n,n}(t_0) = p_{n,n}(t)$~~

~~$p_{n,n}(t_0) = p_{n,n}(t)$~~

$$(p_{n,n}(t_0) + p_B) V = (j_B + j_{n,n}) R T_0$$

$$p_{n,n}(t_0) \cdot V = j_n R T_0$$

Усл: ~~$p_{n,n}(t_0) = p_{n,n}(t)$~~ $p_{n,n} \geq p_{n,n}$

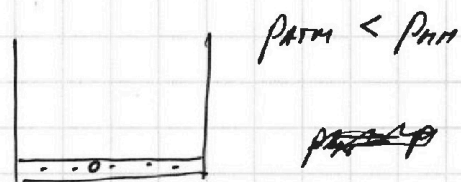
$$p_{n,n}(t^*) \approx p_{n,n} =$$

~~$p_{n,n}(t^*) = p_{n,n}$~~

$$p_{n,n} V = j_n R t^*$$

$$p_{n,n}(t^*) = \frac{j_n}{V} R t^*$$

$$p_{n,n}(t^*) = \frac{(j_B + (n+1)j_n) R t^*}{V}$$



$p_{n,n} < p_{n,n}$

~~$p_{n,n} = p_{n,n}$~~

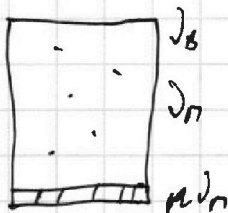
$$p_{n,n} V = (j_B + j_{n,n}) R T_0$$

$$(p_{n,n} + p_{n,n}(t_0)) V =$$

~~$p_{n,n} = p_{n,n}$~~

$$j_{n,n} = j_{n,n} + (n+1)j_n$$

$$= \left(\frac{j_B}{V} + (n+1) \frac{j_n}{V} \right) R t^*$$



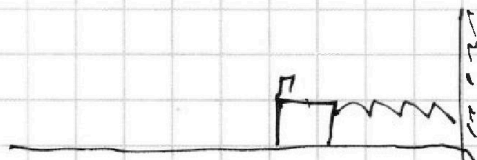


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$Kx - F_{\text{тр}} = Ma_1$$

$$F_{\text{тр}} = \mu a_1$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$\mu mg = Ma_1$$

$$a_1 = \mu g$$

$$Kx = M\mu g + \mu mg$$



$$Kx_0 - F_{\text{тр}0} = Ma_0$$

$$F_{\text{тр}0} = \mu mg$$

$\frac{1}{2}$

$$\frac{1}{2} \cdot \mu mg = Kx$$

$$\mu mg = Kx$$

$$Kx = (m+M)g$$

$\frac{1}{2}$



$$\mu mg = ma_1$$

$$a_1 = \mu g$$

$$Kx - \mu mg = Ma_2$$

$$\rho = \frac{12 \cdot 3,5}{300} \quad T^* = \frac{42}{300} \quad T^* = \frac{7}{50} \quad 12 \cdot \frac{7}{2} = 42$$

$$= \frac{21}{150} = \frac{7}{50} \quad T^* = \frac{7}{50} (t^* + 273)$$

$$t^* = 70 \text{ K}$$

$$t^* = 80$$

$$\rho = \frac{7}{50} \cdot 350 = 49$$

$$\rho = 13 \text{ K}$$

$$\rho = 80$$

$$350$$