



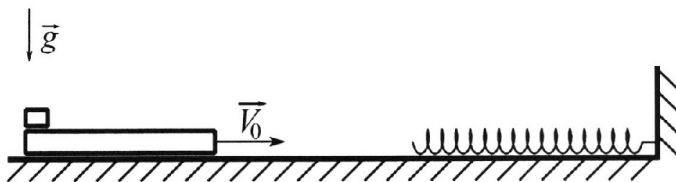
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

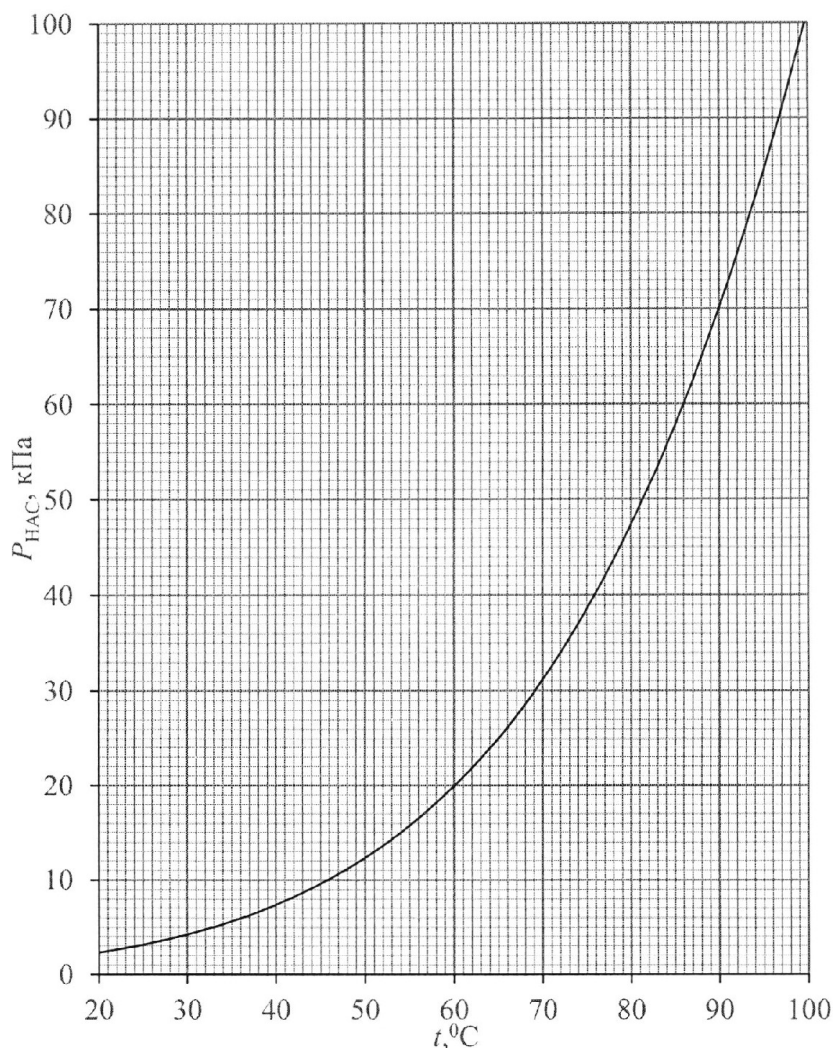


1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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 тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



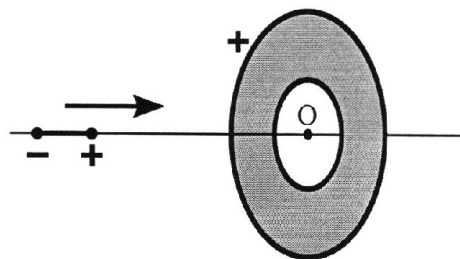
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

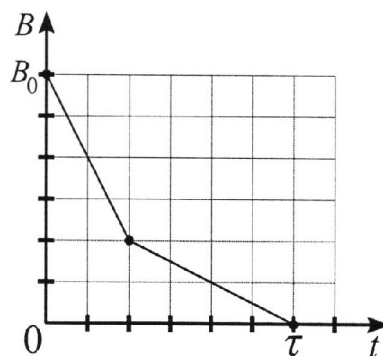
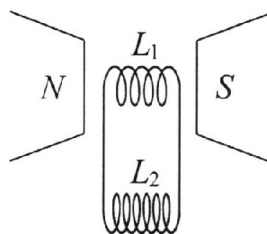


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $2V_0$.



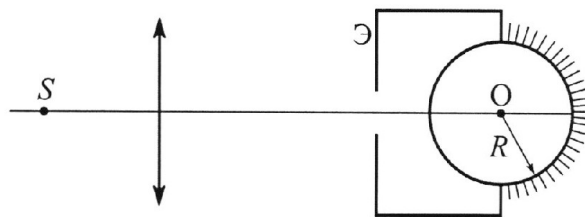
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). 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 $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, 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 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!

до начала относительного движения: II З. И. для доски:

$$0x: -Ma = F_{\text{сп}} - F_{\text{п}} \quad F_{\text{п}} - \text{сила упр. пружины}$$

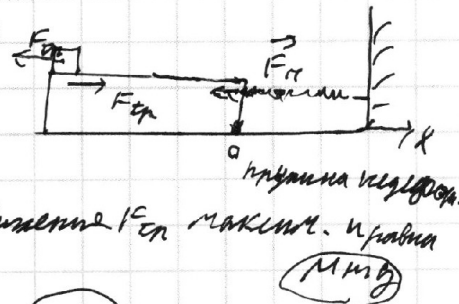
для бузды:

$$0x: -ma = -F_{\text{сп}}; \quad a = \frac{F_{\text{сп}}}{m}$$

$$Ma = F_{\text{п}} - ma$$

$(m+M)a = kx$; в момент начала отн. движения $F_{\text{сп}}$ максим. и равна

$$k\Delta l = \frac{mg}{m}(m+M) = Mg(m+M)$$



$$1) \Delta l = \frac{Mg}{k}(m+M) = \frac{0.3 \cdot 10}{24} \cdot (1+2) = \frac{3 \cdot 3}{24} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

2) до начала отн. движения II З. И. для системы доска + груз:

$$(M+m)\ddot{x} = -kx$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m+m}x = 0 \Rightarrow x(t) = A \sin(\sqrt{\frac{k}{m+m}}t + \varphi_0); \quad \text{т.к. } x=0 - \text{не деформ.}$$

$$3. \text{С. 7: } E_{\text{к0}} = \frac{(m+M)V_0^2}{2}; \quad \text{энергия системы при полном сжатии пружины:}$$

$$t=0 - \text{начало сжатия: } x(0)=0 \Rightarrow \varphi_0=0$$

$$E_{\text{к0}} = 0 \Rightarrow E_{\text{к0}} = E_{\text{п1}}; \quad (m+M)V_0^2 = kA^2$$

пусть момент начала отн. движения - t_1

$$x(t_1) = \Delta l = A \sin(\sqrt{\frac{k}{m+m}}t_1)$$

$$\sin(\sqrt{\frac{k}{m+m}}t_1) = \frac{\Delta l}{A} = \frac{1}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{24}{2}}} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{k}{m+m}}t_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \approx \frac{3}{6} \cdot \sqrt{\frac{3}{24}} = \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$[t_1] = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{1}{6} \text{ с}$$



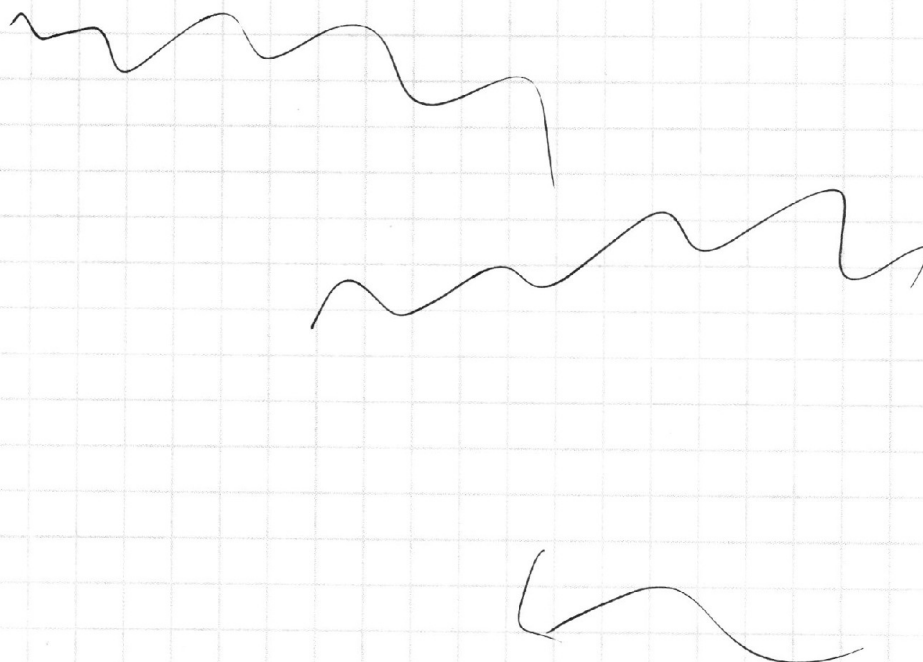
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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!

Относ. влажность $\varphi = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{нас}}}$ по определению

из графика $p_{\text{нас}}$ при $t_0 = 86^\circ\text{C}$: $p_{\text{нас},1} = 60 \text{ кПа}$

$$1) \varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас},1}} \Rightarrow p_1 = \varphi_0 p_{\text{нас},1} = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ кПа} = 40 \text{ кПа}$$

ответ 1

$$2) pV = \nu RT; \text{ для воздуха и пара } V - \text{объём, } T - \text{температура} \Rightarrow p_{\text{пар}} \sim \nu$$

до начала конденс. $\frac{\partial \nu}{\partial p_{\text{пар}}} = \text{const}$; а т.к. p_0 состоит из $p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}$,
то начало конденсации $p_{\text{пар}} = p_{\text{нас}}$ $\left\{ \begin{array}{l} p_{\text{пар}} = \text{const} \\ p = p_0 = \text{const} \end{array} \right.$

$p_1 = p_{\text{нас}}$; из графика t^* : $p_1 = 40 \text{ кПа}$

ответ 2: $t^* = 76^\circ\text{C}$

3) В конце вода $\rightarrow$ пар насыщен $\Rightarrow p_{\text{пар кон}} = 10 \text{ кПа}$ из табл.

из закона Дальтона: $p_{\text{возд},1} = p_0 - p_{\text{пар кон}} = 150 - 10 = 140 \text{ кПа}$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_0 V = (\nu - \nu_{\text{возд}}) R T_{\text{м}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\nu - \nu_{\text{возд}}}{\nu} \cdot \frac{T_{\text{м}}}{T_0}$$

$p_{\text{пар}} \sim \nu$:

$$\frac{\nu_{\text{пар},0}}{\nu_{\text{возд},0}} = \frac{p_1}{p_0 - p_1}$$

$$\frac{\nu_{\text{пар},1}}{\nu_{\text{возд},1}} = \frac{p_{\text{пар кон}}}{p_{\text{возд},1}}$$

$$\frac{\nu - \nu_{\text{возд},1}}{\nu} = \frac{\nu_{\text{возд},1} + \nu_{\text{пар},1}}{\nu_{\text{возд},1} + \nu_{\text{пар},0}} = \frac{\nu_{\text{возд},1} + \nu_{\text{пар},1} \frac{p_{\text{пар кон}}}{p_{\text{возд},1}}}{\nu_{\text{возд},1} + \nu_{\text{пар},1} \frac{p_1}{p_0 - p_1}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1 + \frac{10}{140}}{1 + \frac{10}{150 - 10}} = \frac{(15/14)}{(15/11)} = \frac{11}{14}$$

$$T = t + 273 = 46 + 273 = 319 \text{ K}$$

$$T_0 = t_0 + 273 = 86 + 273 = 359 \text{ K}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{11}{14} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$$

ответ 3



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!

$$E_{полн} = E_{к0} + E_{эл}$$

1) В начале эксперимента из-за бесконечного удаления гравитационная потенциальная энергия каждого заряда в диске равен 0 $\Rightarrow E_{эл} = 0$

Но и при прохождении середины диска точки 0 потенциал каждого заряда диска = 0, т.к. расстояние до положительного и отрицательного зарядов одинаково $\Rightarrow E_{эл} = 0 \Rightarrow E_{к1} = E_{к0} \Rightarrow V_1 = V_{нач} = 2V_0$

ответ 1:

2) Из 3.с. V_{max} при $E_{эл} min$ и наоборот.

допустим, Φ_{max} при Φ_{min}

расстояния x от 0, тогда из

симметрии Φ_{min} соотв. гравитационной

расстояния x с другой стороны, имеем

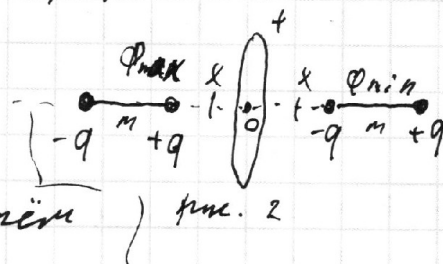
$$\Phi_{min} = -\Phi_{max} \quad (\text{рис. 2})$$

$$E_{эл min} = -E_{эл max} \Rightarrow \Delta E_{эл} = 2E_{эл max}$$

$$E_{к min} = E_{к0} - E_{эл max} = \frac{m \cdot 4V_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3mV_0^2}{2} = \frac{mV_{min}^2}{2} \Rightarrow V_{min} = \sqrt{3}V_0$$

$$E_{к max} = E_{к min} + \Delta E_{эл} = \frac{3mV_0^2}{2} + mV_0^2 = \frac{5mV_0^2}{2} = \frac{mV_{max}^2}{2} \Rightarrow V_{max} = \sqrt{5}V_0$$

Ответ 2: $\Delta V = V_{max} - V_{min} = V_0(\sqrt{5} - \sqrt{3})$



$V_{min} : E_{эл max} \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ при преодолении
диска $E_{к} \geq E_{эл max}$

$$\frac{mV_0^2}{2} = E_{эл max}$$

$$\Delta E_{эл} = \frac{2mV_0^2}{2} = mV_0^2$$



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 ☐

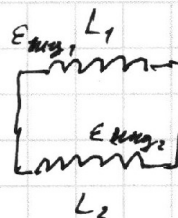
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = \mathcal{E}_{\text{инд1}} + \mathcal{E}_{\text{инд2}}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд1}} = -\frac{d\Phi}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} = -nS \frac{dB}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд2}} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$



из закона Кирхгофа: $\mathcal{E}_{\text{инд1}} + \mathcal{E}_{\text{инд2}} = 0$

$$-\frac{nS dB}{dt} - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0 \quad 1) \quad I_0 = \int \frac{dI}{dt} dt = \int \frac{dI}{dt} dt \int \frac{dB}{dt} dt =$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -\frac{nS dB}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{nS}{L_1 + L_2} \frac{dB}{dt}$$

$$= -\frac{nS}{L_1 + L_2} \left(\int \frac{dB}{dt} dt \int \frac{dB}{dt} dt \right)$$

из записки:

$$t \in [0; \frac{T}{2}] : \frac{dB}{dt} = \frac{-2B_0}{T}$$

$$t \in [\frac{T}{2}; T] : \frac{dB}{dt} = \frac{-B_0}{2T}$$

$$I_0 = -\frac{nS}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\frac{T}{2}} \frac{-2B_0}{T} dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \frac{-B_0}{2T} dt \right)$$

$$\Rightarrow \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\frac{T}{2}} 2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \frac{dt}{2} \right) = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{2T}{2} + \frac{T}{2} - \frac{T}{6} \right) = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \cdot \frac{4T - 1}{6} =$$

$$= \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} = \frac{nSB_0}{5L} \quad \text{ответ 1: } I_0 = \frac{nSB_0}{5L}$$

2) $q = q_1 + q_2$, где $q_1 = \int_0^{\frac{T}{2}} I_1 dt$; $q_2 = \int_{\frac{T}{2}}^T I_2 dt$

$$I_1(t) = \int \frac{dI}{dt} dt = \frac{nSB_0}{5L} \cdot 2 dt = \frac{2nSB_0}{5L} t + C_1$$

$$q_1 = \int_0^{\frac{T}{2}} \frac{2nSB_0}{5L} t dt = \frac{2nSB_0}{5L} \cdot \frac{T^2}{8} = \frac{nSB_0 T}{45L}$$

$$I_2(t) = \frac{nSB_0}{5L} \cdot \frac{dt}{2} = \frac{nSB_0}{10L} t + C_2$$

$$q_2 = \int_{\frac{T}{2}}^T \left(\frac{nSB_0}{10L} \left(\frac{t}{2} + 1 \right) \right) dt =$$

$$\Rightarrow \frac{nSB_0}{10L} \left(\frac{T^2}{2} - \frac{T^2}{8} + T - \frac{T}{2} \right) =$$

$$I_2(T) = I_0 \Rightarrow C_2 = \frac{nSB_0}{5L} - \frac{nSB_0 T}{10LT} = \frac{nSB_0}{10L}$$



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!

$$\begin{aligned} &= \frac{\eta S B_0}{10L} \left(\frac{9\epsilon}{18} - \frac{\epsilon}{18} + \frac{18\epsilon}{18} - \frac{6\epsilon}{18} \right) = \frac{\eta S B_0 \epsilon}{10L} \cdot \frac{9-1+18-6}{18} = \frac{\eta S B_0 \epsilon}{10L} \cdot \frac{20}{18} = \\ &= \frac{\eta S B_0 \epsilon}{9L} \end{aligned}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{\eta S B_0 \epsilon}{45L} + \frac{\eta S B_0 \epsilon}{9L} = \frac{6\eta S B_0 \epsilon}{45L} \quad \text{ответ}_2$$



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!

7. 30 см. движения: $\perp$ 3. 2. для доски: $Ma = F_n - F_{tr}$

1) для струны: $ma = F_{tr}$

$$Ma = \mu mg - ma$$

$$\frac{(m+M)a}{k} = \Delta l; \text{ в момент начала см. движения } F_{n \max} = \mu mg$$

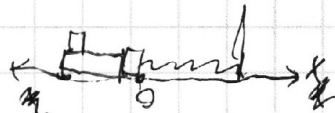
$$ma = \mu mg$$

$$\Delta l = \frac{(m+M)mg}{k}$$

2) до начала см. движения:

$$(m+M)\ddot{x} = -kx$$

$$(m+M)\ddot{x} + kx = 0$$



$$\ddot{x} + \frac{k}{m+M}x = 0; \omega^2 = \frac{k}{m+M}; X(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0); X(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$\text{з.с.з: } E = \frac{(m+M)V_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}; A = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$t_1: X(t_1) = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin\left(\frac{k t_1}{m+M}\right) = \frac{(m+M)mg}{k}$$

$$\sin\left(\frac{k t_1}{m+M}\right) = \frac{mg}{V_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{0.3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{1+2}{24}} = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{2}$$

$$t_1 \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \arcsin \frac{1}{2} = \frac{\pi}{6}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{3}{24}} \approx \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ c}$$

3) после начала см. движения: $M\ddot{x} = \mu mg - kx$; $M\ddot{x} + kx = \mu mg - k\Delta l$

введём координату x и $t = 0$ при начале см. движения

$$\text{з.с.з: } E + F_{tr} \frac{MV_0^2}{2} \neq Mmg A' = \Delta E_n = \frac{k\Delta l^2}{2} + \frac{k(\Delta l + A')^2}{2}; X(t) = A' \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}}t + \varphi_0\right); X(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$M A'^2 \omega^2 + 2Mmg A' + k\Delta l^2 - k\Delta l^2 + 2k\Delta l A' - kA'^2 = 0$$

$$kA'^2 - (2k\Delta l + 2Mmg)A' - \frac{3MV_0^2 \cdot (m+M)}{2} \omega^2 = 0$$

$$A' = \frac{(M+m)mg + \mu mg \pm \sqrt{D}}{k}; D = (3Mmg + \mu mg)^2 + 3kMV_0^2 = 2.3 \cdot 10^3 - 2.14$$

$$\text{з.с.з: } \frac{MV_0^2}{2} + (A' - \Delta l)mg$$



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!

$$2. 1) \rho = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{атм}}} \Rightarrow P_0 = \frac{P_1}{60 \text{ кПа}} \Rightarrow P_1 = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

$$2) P_1 = 2RT; V - \text{объем} \Rightarrow P_{\text{пар}} \sim V; \frac{\partial V}{\partial n} = \text{const};$$

начало координат: $P_{\text{пар}} = P_{\text{атм}}$ $P_{\text{пар}} = P_1$ $P - \text{const} = P_0$
 $= P_1$; из графика $t_1: P_1 = 40 \text{ кПа}$
 $E_1 = 76^\circ \text{C}$

$$3) \text{ в конце бора} \Rightarrow \text{пар насыщенный} \Rightarrow P_{\text{пар}_2} = 70 \text{ кПа из табл.}$$

$$\text{из закона Дальтона: } P_{B_2} = P_0 - P_1 = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{кон}} = P_{\text{пар}_2} + P_{B_2} = 110 + 20 = 130 \text{ кПа}$$

$$P_0 V_0 = 2RT_0 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{2RT_1 P_0}{2RT_0 P_{\text{кон}}}$$

$$P_{\text{кон}} V = (1 - 2\alpha_2) RT_1$$

$$P_{\text{пар}_2} \sim V \Rightarrow$$

$$3. \Phi(x) = \frac{q}{\sqrt{(x+d)^2 + r^2}} - \frac{q}{\sqrt{(x-d)^2 + r^2}} = \frac{q}{\sqrt{(x+d)^2 + r^2}} - \frac{q}{\sqrt{(x-d)^2 + r^2}}$$

$$\text{из симметрии } \Phi_{\text{max}} \quad \Phi_{\text{min}}$$

$$\Phi_{\text{min}} = -\Phi_{\text{max}}$$

$$A_{\text{кл}} = \Phi_{\text{max}} = \frac{-qV_0}{2}$$

$$\Delta E = 2\Phi_{\text{max}} = \frac{qV_0^2}{2} = \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} - \frac{mV_{\text{min}}^2}{2}$$

$$\frac{mV_{\text{min}}^2}{2}$$

каждый диск на координате x (ком-
 x - y - z)

1) при краёвине ультра потенциала
 каждого из зарядов равна 0.

ном на диск.
 потенциал

потенциал = 0

$$W_{\text{эл}0} = W_{\text{эл}1} \Rightarrow \text{из 3. с. 3}$$

$$E_{\text{к}0} = E_{\text{к}1}$$

$$V_1 = 2V_0$$



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!

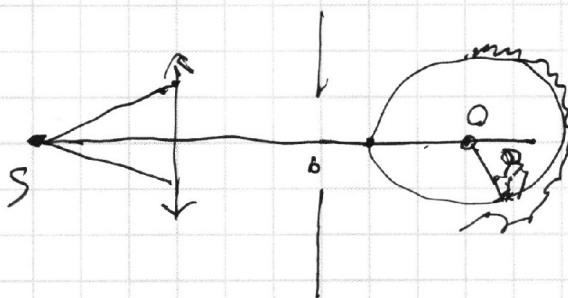
$$7. \quad \mathcal{E}_{i1} = \mathcal{E}_{iext} + \mathcal{E}_{iint} = -\frac{dq_m}{dt} \cdot L \frac{dI}{dt} \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{nS dB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -4L \frac{dI}{dt} ; \quad \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$$

$$\frac{nS dB}{dt} = \frac{\pi 5L dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{nS}{5L} \frac{dB}{dt}$$

$$I_0 = \int_0^T \frac{dI}{dt} dt = \int_0^T \frac{dB}{dt} \cdot \frac{nS}{5L} dt = \left(\int_0^T -\frac{2B_0}{T} dt + \int_{\frac{T}{3}}^T -\frac{B_0}{2\sqrt{T}} dt \right) \frac{nS}{5L}$$





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!

