



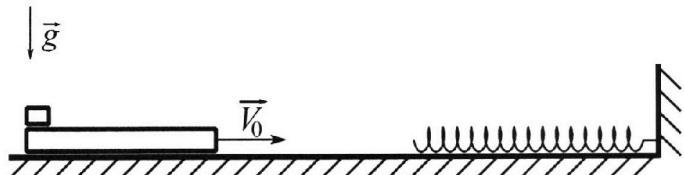
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок 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 жесткости $k = 27$ 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.

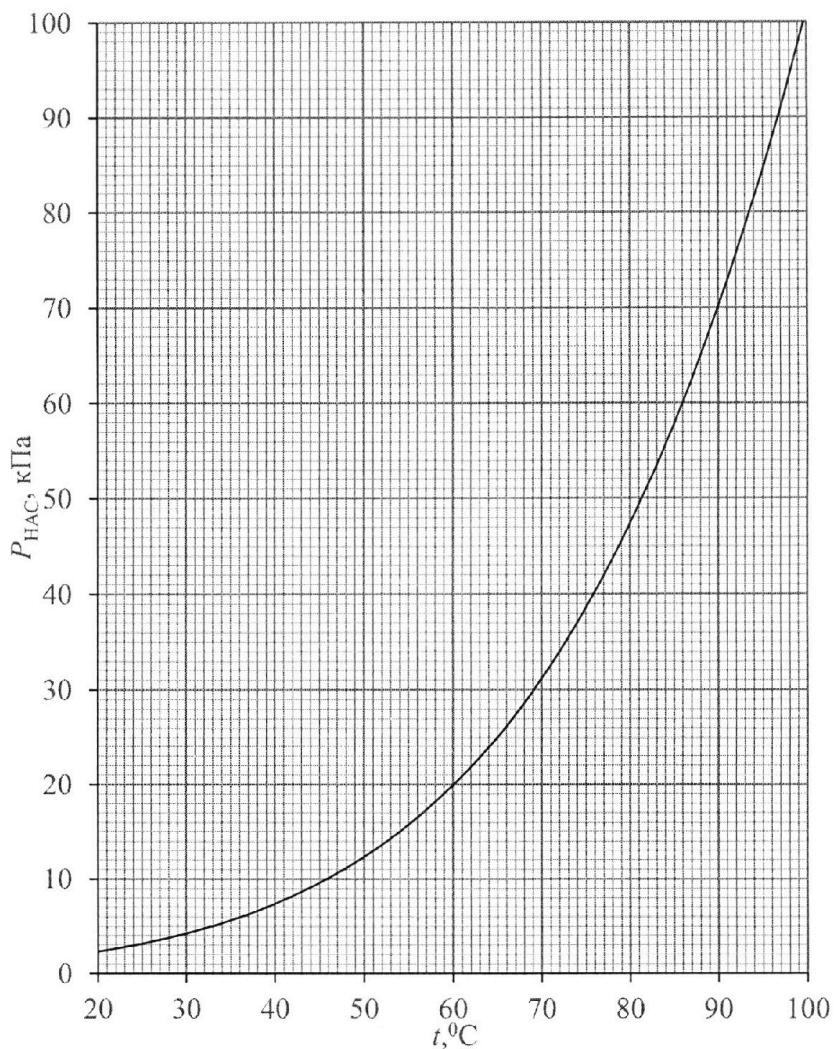


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





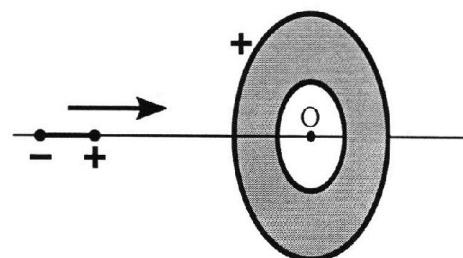
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

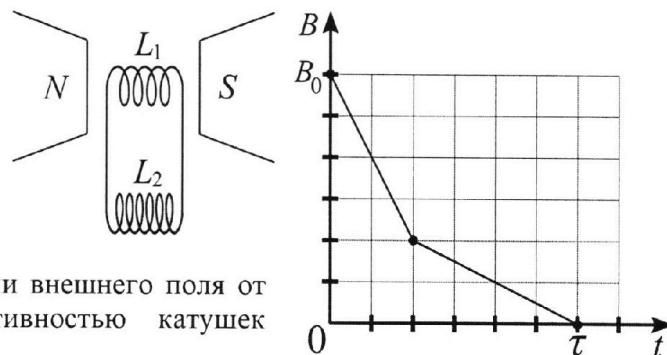
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



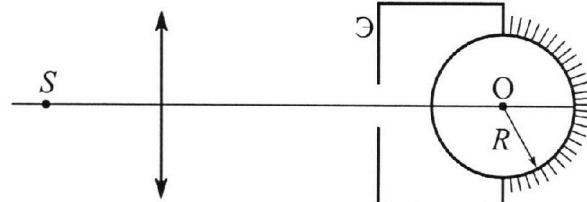
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 , удалённый 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 внутренней 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

запишем относительного движения: II З. И. для доски:

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

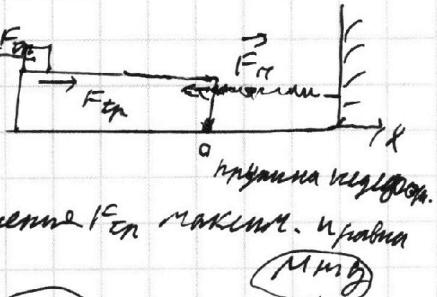
для бруска:

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

$$Ma = F_n - ma$$

$$(m+M)a = kx; \quad \text{в момент контакта относ. движение } F_{\text{тр}} \text{ максим. и равно} \\ k \cdot \Delta l = \frac{Mm^2}{2} (m+M) = Mg(m+M)$$

$$1) \underbrace{\left(\Delta l + \frac{Mg}{k} \right)}_{\text{решение}} = \frac{0.3 - 1.0}{2.7} \cdot (1+2) = \frac{3 \cdot 3}{27} = \frac{1}{3} M$$



2) запишем относ. движение II З. И. для системы доска + бруск:

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

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

$$t=0 \text{ - начальное состояние:} \\ x(0)=0 \Rightarrow \varphi_0=0$$

$$3. C. 3: E_{K0} = \frac{(M+m)V_0^2}{2} \quad | \begin{array}{l} \text{запишем начальное} \\ \text{при полном контакте} \\ \text{пружине:} \end{array}$$

$$\underbrace{\text{после полного контакта}}_{\text{отн. движение - } t_1} \quad \underbrace{\begin{array}{l} E_{K1}=0 \\ E_{H1}=\frac{kA^2}{2} \end{array}}_{\text{при полном контакте пружине:}} \Rightarrow E_{K0} = E_{H1} \cdot \frac{(M+m)V_0^2}{2} = kA^2$$

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

$$\sin(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t_1) = \frac{\Delta l}{A} = \frac{1}{3 \cdot 2 \sqrt{\frac{2+2}{27}}} = \frac{1}{3 \cdot 2 \cdot \frac{1}{3}} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{k}{M+m}} t_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$[t_1] = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \approx \frac{3}{6} \cdot \sqrt{\frac{3}{27}} = \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \quad | \quad \text{C}$$

$$[\text{решение 2}]: \quad [t_1] = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{1}{6} \quad | \quad \text{C}$$



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

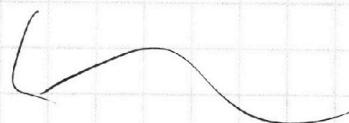
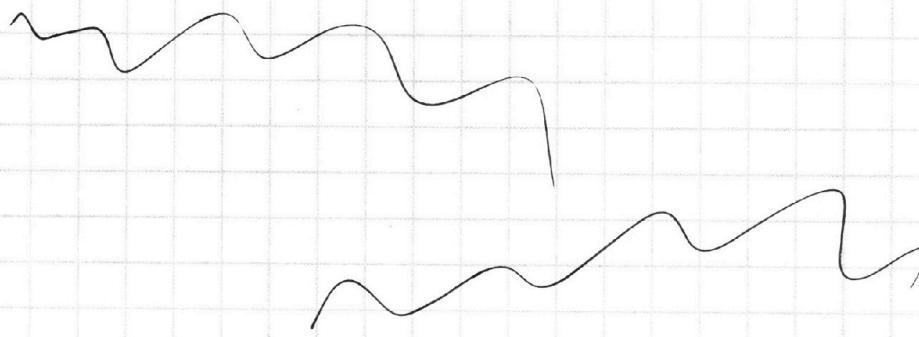
5

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**.

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

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 $\varphi = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{возд}}} \text{ по определению}$

из графика $P_{\text{нас}} \approx 80 \text{ КПа}$: $A_{\text{пар}} = 60 \text{ КПа}$

$$1) \varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{нас}}} \Rightarrow P_1 = \varphi_0 P_{\text{нас}} = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ КПа} = 40 \text{ КПа}$$

Ответ 1

$$2) PV = \gamma RT; \text{ для воздуха и пара } V - \text{одинаков}, T - \text{одинаков} \Rightarrow P_{\text{пар}} \sim \gamma$$

по закону Конденс. $\frac{\gamma_0}{P_{\text{пар}}} = \text{const}$; а т.к. P_0 складка из $P_{\text{возд}} + P_{\text{пар}}$,

то начало конденсации $P_{\text{пар}} = P_{\text{нас}} / \frac{P}{P_0} = \text{const}$ $\left(P = P_0 = \text{const} \right)$

$$P_1 = P_{\text{нас}}; \text{ из графика } t^* : P_1 = 40 \text{ КПа}$$

Ответ 2: $t^ = 76^\circ\text{C}$*

3) В конце вага \rightarrow пар. насыщ $\Rightarrow P_{\text{пар кон}} = 10 \text{ КПа}$ из хад.

из зон давления: $P_{\text{возд}} = P_0 - P_{\text{пар кон}} = 150 - 10 = 140 \text{ КПа}$

$$P_0 V_0 = \gamma R T_0 \quad \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{\gamma - \gamma_{\text{возд}}}{\gamma} \cdot \frac{T}{T_0} \quad | P_{\text{пар кон}} \sim \gamma :$$

$$P_0 V = (\gamma - \gamma_{\text{возд}}) R T_0 \quad | \quad \frac{\gamma_{\text{пар}}}{\gamma_{\text{возд}}} = \frac{P_{\text{пар кон}}}{P_0 - P_{\text{пар кон}}} = \frac{10}{140 - 10} = \frac{1}{13}$$

$$\gamma = \gamma_{\text{возд}} + \gamma_{\text{пар}} = \gamma_{\text{возд}} + \gamma_{\text{пар}}, \gamma_{\text{возд}}$$

$$\frac{\gamma - \gamma_{\text{возд}}}{\gamma} = \frac{\gamma_{\text{пар}}}{\gamma_{\text{возд}}} = \frac{\gamma_{\text{пар}}}{\gamma_{\text{возд}}} \cdot \frac{P_{\text{пар кон}}}{P_{\text{пар кон}}} = \frac{\gamma_{\text{пар}}}{\gamma_{\text{возд}}} \cdot \frac{10}{140 - 10} = \frac{1}{13}$$

$$\frac{\gamma_{\text{пар}}}{\gamma_{\text{возд}}} = \frac{P_{\text{пар кон}}}{P_0 - P_{\text{пар кон}}}$$

$$\frac{P_{\text{пар кон}}}{\gamma_{\text{возд}}} = \frac{P_{\text{пар кон}}}{P_{\text{возд}} + P_{\text{пар кон}}}$$

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

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

$$\frac{V}{V_0} = \frac{1}{13} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{11 \cdot 359}{74 \cdot 359} = \frac{11}{74}$$

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**.

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

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!

$$E_{\text{total}} = E_K + E_{\text{el}}$$

1) В начале эксперимента из-за быстрых ударов звуковая помеха от каждого заряда в диске равна 0 $\Rightarrow E_{\text{el}} = 0$

но и при плавном сдвигании диска между зарядами $-q$ и $+q$ (рис. 1) помеха от каждого заряда диска = 0, т.к. расстояние до полуподвижного и отрицательного заряда диска одинаково \Rightarrow

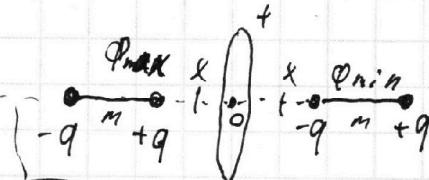
$$\Rightarrow E_{\text{el}} = 0 \Rightarrow E_K = E_{\text{K0}} \Rightarrow V = V_{\text{max}} = 2V_0$$

ответ 1:

2) из 3.с. $\Rightarrow V_{\text{max}}$ при E_{el} мин и наоборот.

допустим, Φ max при $x = 0$, тогда на расстоянии $x > 0$, тогда из симметрии Φ_{min} соотв. должно на расстоянии x с другой стороны, приведено (рис. 2)

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



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

$$E_{\text{K min}} = E_{\text{K0}} - E_{\text{el max}} = \frac{m \cdot V_0^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} = \\ = \frac{3 m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow V_{\text{min}} = \sqrt{3} V_0$$

$$E_{\text{K max}} = E_{\text{K min}} + \Delta E_{\text{el}} = \frac{3 m V_0^2}{2} + m V_0^2 = \\ = \frac{5 m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\text{max}}^2}{2} \Rightarrow V_{\text{max}} = \sqrt{5} V_0$$

$$V_{\text{min}} : E_{\text{el max}} \Rightarrow$$

\Rightarrow для преодоления зоны $E_K \geq E_{\text{el max}}$

$$\frac{m V_0^2}{2} = E_{\text{el max}}$$

$$\Delta E_{\text{el}} = \frac{2 m V_0^2}{2} = m V_0^2$$

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

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**.

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

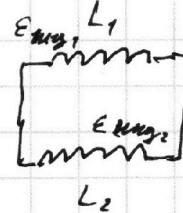
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

$$E_{\text{энергия}} = E_{\text{двигателя}} + E_{\text{магнитного поля}}$$

$$E_{\text{двигателя}} = -\frac{d\Phi}{dt} - L_1 \frac{dI}{ds} = -nSdB - L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$E_{\text{магнитного поля}} = -L_2 \frac{dI}{dt}$$



из 3-ой задачи: $E_{\text{двигателя}} + E_{\text{магнитного поля}} = 0$

$$-\frac{nSdB}{dt} - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0 \quad | \quad I_0 = \int \frac{dI}{dt} dt = \int \frac{dI}{ds} ds \int \frac{ds}{dt} dt =$$

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

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

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

из графика:

$$t \in [0; \frac{T}{3}] : \frac{dB}{dt} = -\frac{2B_0}{T}$$

$$t \in [\frac{T}{3}; \frac{T}{2}] : \frac{dB}{dt} = -\frac{B_0}{2\epsilon}$$

$$I_0 = -\frac{nS}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\frac{T}{3}} \frac{-2B_0}{T} dt + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{T}{2}} \frac{-B_0}{2\epsilon} ds \right)$$

$$\Rightarrow \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\frac{T}{3}} 2dt + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{T}{2}} \frac{ds}{2\epsilon} \right) = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{2T}{3} + \frac{T}{2} - \frac{T}{6} \right) = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} \cdot \frac{4+3-1}{6} =$$

$$= \frac{nSB_0}{L_1 + L_2} = \frac{nSB_0}{5L}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{nSB_0}{5L}$$

$$2) q = q_1 + q_2, \quad \text{здесь } q_1 = 20 \frac{C}{T}, \quad q_2 = nq_1 - \text{неизвестно}$$

$$q_1 = \int I_1(t) dt, \quad q_2 = \int I_2(t) dt \quad \left| \begin{array}{l} I_1(t) = \int \frac{dI}{dt} dt = \frac{nSB_0}{5L} \cdot \int 2dt = \frac{2nSB_0}{5L} t + C_1 \\ I_2(t) = \frac{nSB_0}{10L} t + C_2 \end{array} \right.$$

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

$$I_0 = \frac{nSB_0}{5L} \cdot \frac{T}{2}$$

$$I_2(t) = \frac{nSB_0}{10L} \cdot \frac{dt}{2} = \frac{nSB_0}{10L} t + C_2, \quad \text{здесь } I_2(T) = I_0$$

$$q_2 = \int \left(\frac{nSB_0}{10L} \right) \cdot \left(\frac{t}{2} + C_2 \right) dt$$

$$I_2(T) = I_0 \quad \Rightarrow \quad \frac{nSB_0}{10L} \cdot \frac{T}{2} + C_2 = I_0$$

$$\Rightarrow \frac{nSB_0}{10L} \cdot \left(\frac{T}{2} - \frac{T}{18} + T - \frac{T}{2} \right) =$$

$$= \frac{nSB_0}{70L}$$



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

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!

$$\begin{aligned} \boxed{=} & \frac{hS_{B_0}\Sigma}{10L} \left(\frac{9\Sigma}{18} - \frac{\Sigma}{18} + \frac{18\Sigma}{18} - \frac{6\Sigma}{18} \right) = \frac{hS_{B_0}\Sigma}{10L} \cdot \frac{9-1+18-6}{18} = \frac{hS_{B_0}\Sigma}{10L} \cdot \frac{22}{18} = \\ & = \frac{hS_{B_0}\Sigma}{9L} \end{aligned}$$

$$\boxed{q_1+q_2} q_1+q_2 = hS_{B_0}\Sigma + \frac{hS_{B_2}\Sigma}{9L} = \frac{6hS_{B_0}\Sigma}{9L} \quad \boxed{\text{Ответ 2}}$$



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**.

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

1. по опи. движения: $\sum F_x = Ma = F_n - F_{\text{нр}}$

1) по Формулам: $ma = F_{\text{нр}}$

$$Ma = m(M+k)al - ma$$

$$\frac{(m+M)a}{k} = al; \text{ В момент начала опи. движения } F_{\text{нр max}} = Mmg$$

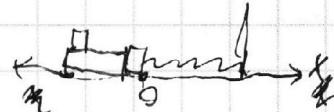
$$ma = Mmg$$

$$(al) = \frac{(m+M)Mg}{k}$$

2) по начала опи. движения:

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

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



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

$$\text{3.с.з.: } E = \frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{KA^2}{2}, A = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \quad \left| \begin{array}{l} v(t) = \dot{x}(t) = A\omega \cos(\omega t) \\ v_1 = \omega A \end{array} \right.$$

$$t_1: x(t_1) = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin\left(\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m+M}} t_1\right) = \frac{(m+M)Mg}{K} \quad \left| \begin{array}{l} v_1 = \omega A \Rightarrow v(t_1) = A\omega \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) \\ = A\omega \frac{1}{2} \end{array} \right.$$

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

$$t_1 \sqrt{\frac{K}{m+M}} = \arcsin \frac{1}{2} = \frac{\pi}{6} \quad \left| \begin{array}{l} t_1 = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{3}{2+1}} \approx \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ с} \end{array} \right.$$

$$3) \text{ новое начало опи. движения: } M\ddot{x} = Mmg - kx; M\ddot{x} + kx = Mmg - ksl$$

$$\text{безгм колеб} x \text{ и } t = 0 \text{ при начале опи. движения} \quad \ddot{x} + \frac{k}{M}x = \frac{Mmg}{M} = mg$$

$$\text{3.с.з.: } E + F_{\text{нр}} \frac{M V_0^2}{2} \neq Mmg A' = AE_M = \frac{-ksl^2}{2} + \frac{k(al+A')^2}{2} \quad \left| \begin{array}{l} x(t) = A' \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t + \varphi_0\right) \\ x(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0 \end{array} \right.$$

$$\frac{M A'^2 \omega^2}{2} + 2Mmg A' + ksl^2 - ksl^2 + 2kalA' - kA'^2 = 0$$

$$kA'^2 + (2kal + 2Mmg)A' - \frac{3M V_0^2 \cdot (m+M)}{2} = 0$$

$$A' = \frac{-(M+M)Mg + Mmg \pm \sqrt{D}}{2K}, D = (3Mmg + Mmg)^2 + 3k \frac{M V_0^2}{2} = 3 \cdot 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2 = 15$$

$$3.с.з.: \frac{M V_0^2}{2} + (A' - al)Mmg \quad \left| \begin{array}{l} \frac{2 \cdot 27 + 3}{2} \cdot 9 = 339 \end{array} \right.$$



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.

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

$$2 \cdot 1/9 = \frac{P_{\text{парк}}}{P_{\text{рак}}} \Rightarrow P_0 = \frac{P_1}{60 \text{ кПа}} \Rightarrow P_1 = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

$$2) P_1 = ? \text{ при } T; r - \text{const} \Rightarrow P_{\text{парк}} \sim r \quad \frac{P_0}{r} = \text{const};$$

исходя из условия: $P_{\text{парк}} = P_{\text{рак}}$; $P_{\text{рак}} = \frac{\text{const}}{r} \Rightarrow P - \text{const} = P_0$

$$\Rightarrow P_1; \text{ из градусника } t_1: P_1 = 40 \text{ кПа}, \quad E_1 = 76^\circ \text{C}$$

$$3) \text{ в конусе } \Rightarrow \text{пар. началь.} \Rightarrow P_{\text{парк}} = 70 \text{ кПа из граф.}$$

из уравнения: $P_B = P_0 - P_1 = 150 - 70 = 70 \text{ кПа}$

$$P_{\text{кон}} = P_{\text{парк}} + P_0 = 70 + 70 = 140 \text{ кПа}$$

$$P_B V_0 = \text{const}$$

$$P_{\text{кон}} V = (1 - \frac{V_0}{V}) RT_1 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{(1 - \frac{V_0}{V}) RT_1 P_0}{RT_0 P_{\text{кон}}}$$

$$P_{\text{парк}} \sim r \Rightarrow$$

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

из симметрии $\Phi_{\text{ макс}} = \Phi_{\text{ мин}}$

$$\Phi_{\text{мин}} = -\Phi_{\text{ макс}}$$

$$A_{K1} = \Phi_{\text{ макс}} - \Phi_{\text{ мин}} = \frac{2\pi V_0}{2}$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} \Phi_{\text{ макс}}^2 = \frac{\pi V_{\text{ макс}}^2}{2} - \frac{\pi V_{\text{ мин}}^2}{2}$$

$$\frac{\pi V_{\text{мин}}^2}{2}$$

находим дист. до концентрации

1) при броске центра потенциал

наибольш.

наименьший

потенциал = 0

$$W_{\text{зар}} = W_{\text{вр}} \Rightarrow \text{из З. С. 3}$$

✓

$$E_{K1} = E_{K2}$$

$$V_1 = 2V_0$$

$$\text{ок} \quad \text{ок}$$



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 7СТРАНИЦА
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!

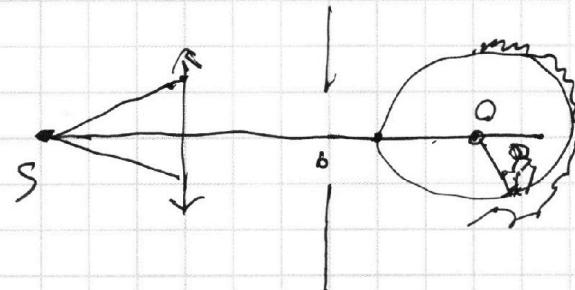
$$1. \quad \mathcal{E}_{i_1} = \mathcal{E}_{i_{\text{ext}}} + \mathcal{E}_{i_{\text{int}}} = -\frac{d\varphi}{dt} \cdot L \frac{dI}{dt} \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{nSdB}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{i_2} = -4L \frac{dI}{dt} ; \quad \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = 0$$

$$\frac{nSdB}{dt} = n \frac{5LdI}{dt}$$

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

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





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

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!