



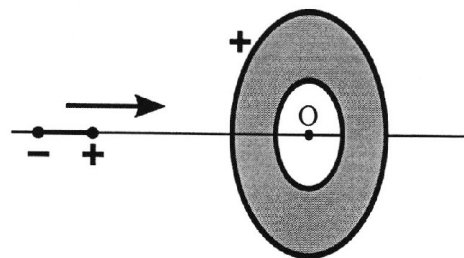
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



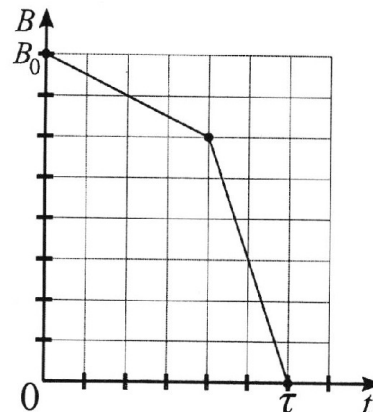
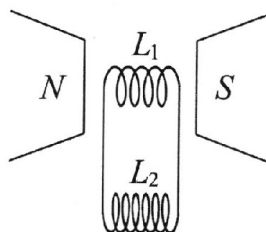
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

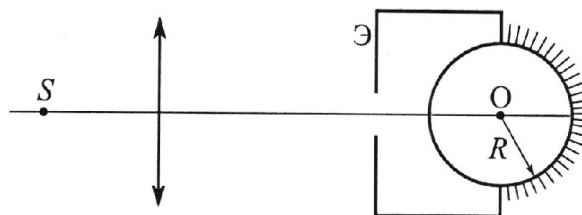
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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, протекший 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



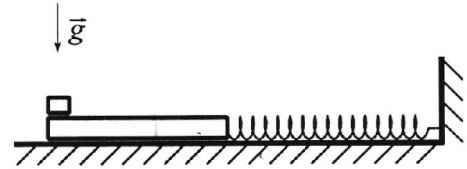
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

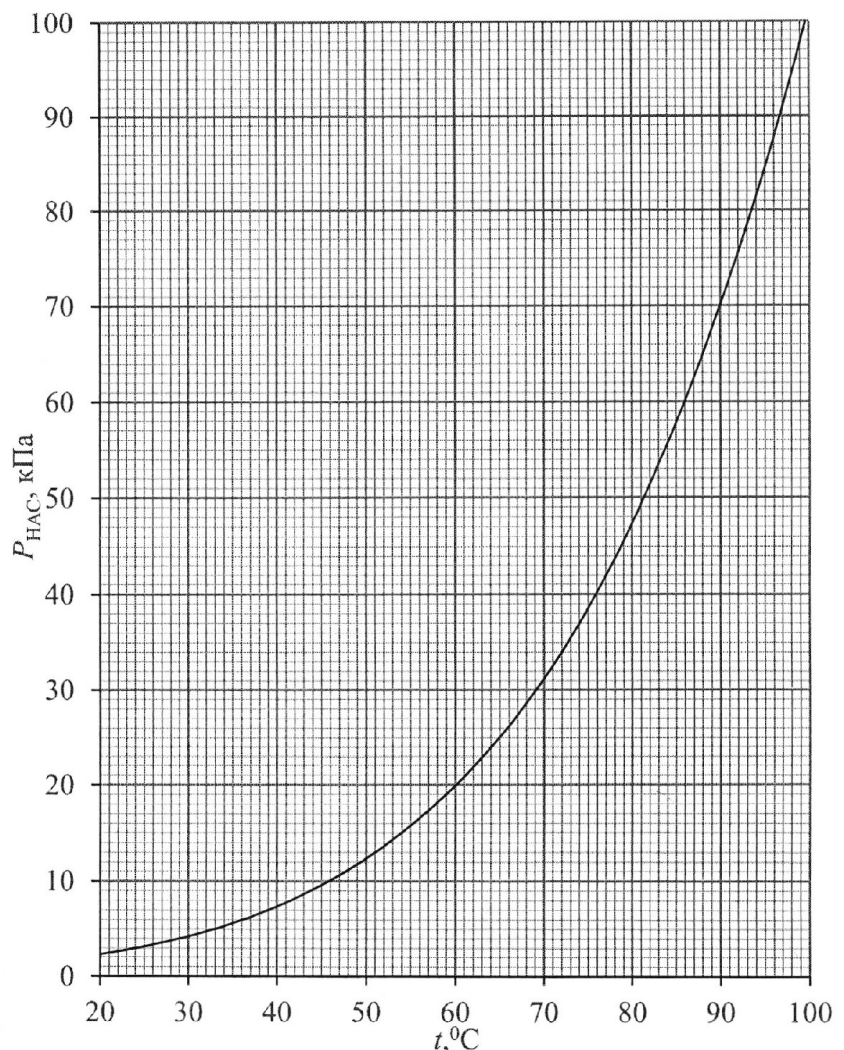


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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





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!

реш.
Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

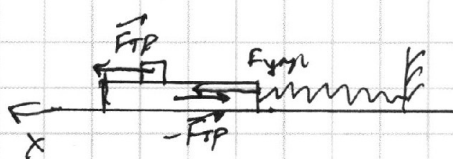
$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$1) \Delta x_2 - ?$$

$$2) a_{d_2} - ?$$

$$3) v_{d_2} - ?$$



Трение скольж. $F_{тр} = \mu mg$

$$\mu mg = m a_{d_2}$$

$$a_{d_2} = \mu g$$

Δx_2 - статич. элемент,
когда $a_{d_2} = 0$.

1) Вспомог. ускор. $= 0 \Rightarrow a_{успом} = a_d = a_{d_2}$
На узлы действуют только силы

Для доски II з-н Н.:

$$\Delta x: k \Delta x_2 - \mu mg = M \mu g$$

$$k \Delta x_2 = \mu g (M + m)$$

$$\Delta x_2 = \frac{\mu g}{k} (M + m) = \frac{0,3 \cdot 10}{50} \cdot 3 =$$

2) Теорема об изм. кин. энергии для доски:

$$\frac{M v_{d_2}^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} - \frac{k \Delta x_1^2}{2} - \mu mg (\Delta x_0 - \Delta x_1) \quad (1)$$

для системы "доска + брусок":

$$\frac{(M + m) v_{d_2}^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} - \frac{k \Delta x_1^2}{2} \quad (2)$$

Здесь v_{d_2} - скорость, в момент времени, когда статич. элемент прекращается и ускорение доски $= 0$. А Δx_1 - статич. в этот момент, для доски: $\mu mg = k \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{\mu mg}{k} = 0,06 \text{ м} =$

$$= \frac{3}{50} \text{ м}$$

$$из (2): v_{d_2}^2 = \frac{k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2}{M + m} \quad (3)$$

Преобразуем (1):

$$M v_{d_2}^2 = k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2 - 2 \mu mg \Delta x_0 + 2 \mu mg \Delta x_1$$

(3) $\rightarrow$ в (1):

$$\frac{M k \Delta x_0^2}{M + m} - \frac{M k \Delta x_1^2}{M + m} = k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2 - 2 \mu mg \Delta x_0 + 2 \mu mg \Delta x_1$$



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!

$$\Delta x_0^2 \left(\frac{mk}{M+m} - k \right) + 2mg \cdot \Delta x_0 - \frac{mk}{M+m} \Delta x_1^2 + k \Delta x_1^2 - 2mg \Delta x_1 = 0$$

Подставим значения величин в СЗ и упростим, получим:

$$-\frac{50}{3} \Delta x_0^2 + 6 \Delta x_0 - \frac{3}{10} = 0$$

$$D = 36 - 4 \cdot \frac{50}{3} \cdot \frac{3}{10} = 16$$

$$\Delta x_0 = \frac{-6 \pm 4}{-2 \cdot \frac{50}{3}} = \begin{cases} 0,3 \text{ м} \\ \frac{3}{50} \text{ м} - \text{это значение не удовл., т.к. такое значение } \Delta x_0 \text{ равно } \Delta x_1 \end{cases}$$

Тогда $\Delta x_0 = 0,3 \text{ м}$.

В начальный момент для доски и 2 з-н. К: $\Delta x_0 - mg = M a_0$

$$a_0 = \frac{k \Delta x_0 - mg}{M} = \frac{50 \cdot 0,3 - 3}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

3) Т. об. сум. кин. энергии для доски, когда она ускор. = 0:

$$\frac{M v^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} - \frac{k \Delta x_1^2}{2} - mg \cdot (\Delta x_0 - \Delta x_1), \text{ где } \Delta x_1 \text{ из 1-го пункта.}$$

$$v^* = \sqrt{\frac{k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2 - 2mg(\Delta x_0 - \Delta x_1)}{M}} = \sqrt{\frac{50 \cdot \frac{9}{100} - 50 \cdot \frac{81}{50 \cdot 50} - 6 \cdot 0,12}{2}} = \sqrt{\frac{4,5 - 0,81 - 0,72}{2}} = \sqrt{\frac{2,97}{2}} = \sqrt{1,485} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $\Delta x_1 = 0,18 \text{ м}$

2) $a_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3) $v^* = \sqrt{1,485} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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
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!

№2.

Дано:

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

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

$$m_{\text{в0}} = 11 m_{\text{н0}},$$

а) $\frac{m_{\text{н}}'}{m_{\text{н0}}}$?

$$1) m_{\text{в0}} = 11 m_{\text{н0}}$$

$$\text{в конце вся вода испар.} \Rightarrow m_{\text{н}}' = m_{\text{н0}} + m_{\text{в0}} =$$
$$= 11 m_{\text{н0}} + m_{\text{н0}} = 12 m_{\text{н0}}$$

$$\frac{m_{\text{н}}'}{m_{\text{н0}}} = 12.$$

2) При нагреве вода будет испаряться, и в какой-то момент полностью испарится. Пар будет насыщ. в этот момент.

Ответ: 1) $\frac{m_{\text{н}}'}{m_{\text{н0}}} = 12.$



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 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!

Дано! V_0
1) V_1 - ?
2) $V_{\max} - V_{\min}$ - ?
3) Пусть в начале заряды равны по $2q_0$ (по модулю), в конце - q_0 .

Разобьём диск на кольца, тогда $\varphi_{\text{диска}} = \sum \varphi_{\text{кольца}}$

$\varphi_{\text{кольца}} = \sum \frac{k \Delta q_i}{r}$, где Δq_i - малый заряд ~~кольца~~
малого участка кольца,

r - расст. от этого участка до рассм. точки.

$$\varphi_{\text{диска}} = \frac{k}{r} \sum \Delta q_i = \frac{k Q_{\text{диска}}}{r}$$

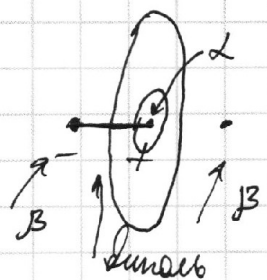
Тогда $\varphi_{\text{диска}} \sim \frac{1}{r}$

Запишем условие минимальности V_0 : ЗСЭ!

$$\frac{MV_0^2}{2} = +2 \cdot 2q_0 - \beta \cdot 2q_0 = 2(2q_0 - \beta q_0) = 2\gamma$$

здесь M - масса ватона, α - потенциал диска в ~~точке~~ его центре, β - потенциал диска на расстоянии равном длине ватона от центра диска. обозначим $2q_0 - \beta q_0 = \gamma$.

$$\frac{MV_0^2}{2} = 2\gamma \Rightarrow \gamma = \frac{MV_0^2}{4}$$



Макс. скорость будет тогда, когда левый конец ватона будет находиться в центре.

ЗСЭ!

$$\frac{MV_0^2}{2} = \underbrace{-2q_0 + \beta q_0}_{-\gamma} + \frac{MV_{\max}^2}{2} \Rightarrow \frac{MV_{\max}^2}{2} = \frac{MV_0^2}{2} + \frac{MV_0^2}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0$$



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
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!

Миним. скорость в период ~~времени~~, когда диск пролетает сквозь диск, будет тогда, когда правый конец окажется в центре.

ЗСЗ!

$$\frac{MV_0^2}{2} = \frac{MV_{min}^2}{2} + \gamma$$

$$\frac{MV_{min}^2}{2} = \frac{MV_0^2}{2} - \frac{MV_0^2}{4} \Rightarrow V_{min} = \sqrt{\frac{1}{2}} V_0$$

$$\text{Разность } V_{max} - V_{min} = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0 - \sqrt{\frac{1}{2}} V_0 = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Ответ: 2) } V_{max} - V_{min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1)$$



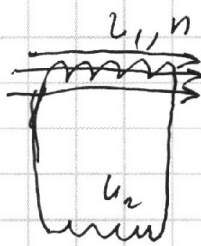
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

Дано:
 $l_1 = l$
 $l_2 = 6l$
 S, B_0, S_1



И урав. Кирхгофа: $\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_{S11} + \mathcal{E}_{S12} = 0$
 $-\frac{d\Phi}{dt} - l_1 \frac{dI}{dt} - l_2 \frac{dI}{dt} = 0$
 $-S_1 n \frac{dB}{dt} - l_1 \frac{dI}{dt} - l_2 \frac{dI}{dt} = 0 \quad (1)$

1) $I_0 = ?$

2) $q_0 = ?$

1) В (1) балансируем обе части на dI и суммируем от начала до конца процесса:

$$-S_1 n \Delta B - l_1 \Delta I - l_2 \Delta I = 0 \quad ; \quad \Delta I = I_0 \text{ - ток в конце}$$

$$\Delta B = -B_0 \quad S_1 n B_0 = I_0 (l_1 + l_2)$$

$$I_0 = \frac{S_1 n B_0}{l_1 + l_2} = \frac{S_1 n B_0}{7l}$$

2) u_z (1):

$$-S_1 n \frac{dB}{dt} = \frac{dI}{dt} (l_1 + l_2) \quad \text{Пусть } \frac{dI}{dt} = \alpha, \text{ а } \frac{dB}{dt} = \beta,$$

тогда $\frac{dI}{dt} = \alpha = \frac{-S_1 \beta n}{l_1 + l_2} \quad (\beta < 0) \Rightarrow \alpha > 0$

Разобьем процесс на 2 участка: 1-й: от 0 до $\frac{4}{6}\pi$; 2-й от $\frac{4}{6}\pi$ до π .

1-й: $I(t) = \alpha_i t \quad dq = I dt = \alpha_i t dt$

$$\Delta q_1 = \int_0^{\frac{4}{6}\pi} \alpha_i t dt = \alpha_i \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\frac{4}{6}\pi} = \alpha_i \left(\frac{16}{36} \frac{\pi^2}{2} \right) = \alpha_i \pi^2 \cdot \frac{2}{9} = \frac{2}{9} \pi^2 \left(-\frac{S_1 n}{7l} \right)$$

$$\beta_1 = -\frac{8\pi}{9} \frac{B_0}{\pi} = -\frac{8}{9} \frac{B_0}{\pi} \text{ - из уравнения}$$

$$\Delta q_1 = \frac{2}{9} \cdot \pi^2 \cdot \frac{8}{9} \frac{B_0}{\pi} \cdot \frac{S_1 n}{7l} = \frac{S_1 n B_0 \pi}{84l}$$



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!

2-й ученик:

Начальный ток для 2-го уч. равен I_1 :

$$-S \mu \frac{6}{8} (B_0 - B_0) = (L_1 + L_2) I_1$$

$$I_1 = \frac{S_1 \mu B_0}{28L}$$

Ток на 2-м ученике:

$$I = \alpha_2 t + I_1 \quad dq = \alpha_2 t dt + I_1 dt$$

$$\Delta q_2 = \alpha_2 \int_0^{\frac{2}{3}a} t dt + I_1 \int_0^{\frac{2}{3}a} dt = \alpha_2 \cdot \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\frac{2}{3}a} + I_1 \cdot t \Big|_0^{\frac{2}{3}a} = \alpha_2 \cdot \frac{a^2}{18} +$$

$$+ I_1 \cdot \frac{1}{3} a = -\frac{S_1 \mu B_0}{7L} \cdot \frac{a^2}{18} + \frac{\mu S_1 B_0}{28L} \cdot \frac{a}{3}$$

$$B_2 = -\frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{3}{a} = -\frac{18}{8} \frac{B_0}{a} - \text{из ученика}$$

$$\frac{S_1 \mu}{7L} \cdot \frac{a^2}{18} \cdot \frac{18}{8} \frac{B_0}{a} = \frac{\mu S_1 B_0 a}{56L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{\mu S_1 B_0 a}{56L} + \frac{\mu S_1 B_0 a}{84L} = \frac{140}{1404} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L} = \frac{70}{2352} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L}$$

$$= \frac{35}{1176} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L}$$

$$q_0 = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{1}{84} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L} + \frac{35}{1176} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L} = \frac{49}{1176} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{S_1 \mu B_0}{7L}$

2) $q_0 = \frac{49}{1176} \frac{\mu S_1 B_0 a}{L}$



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**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

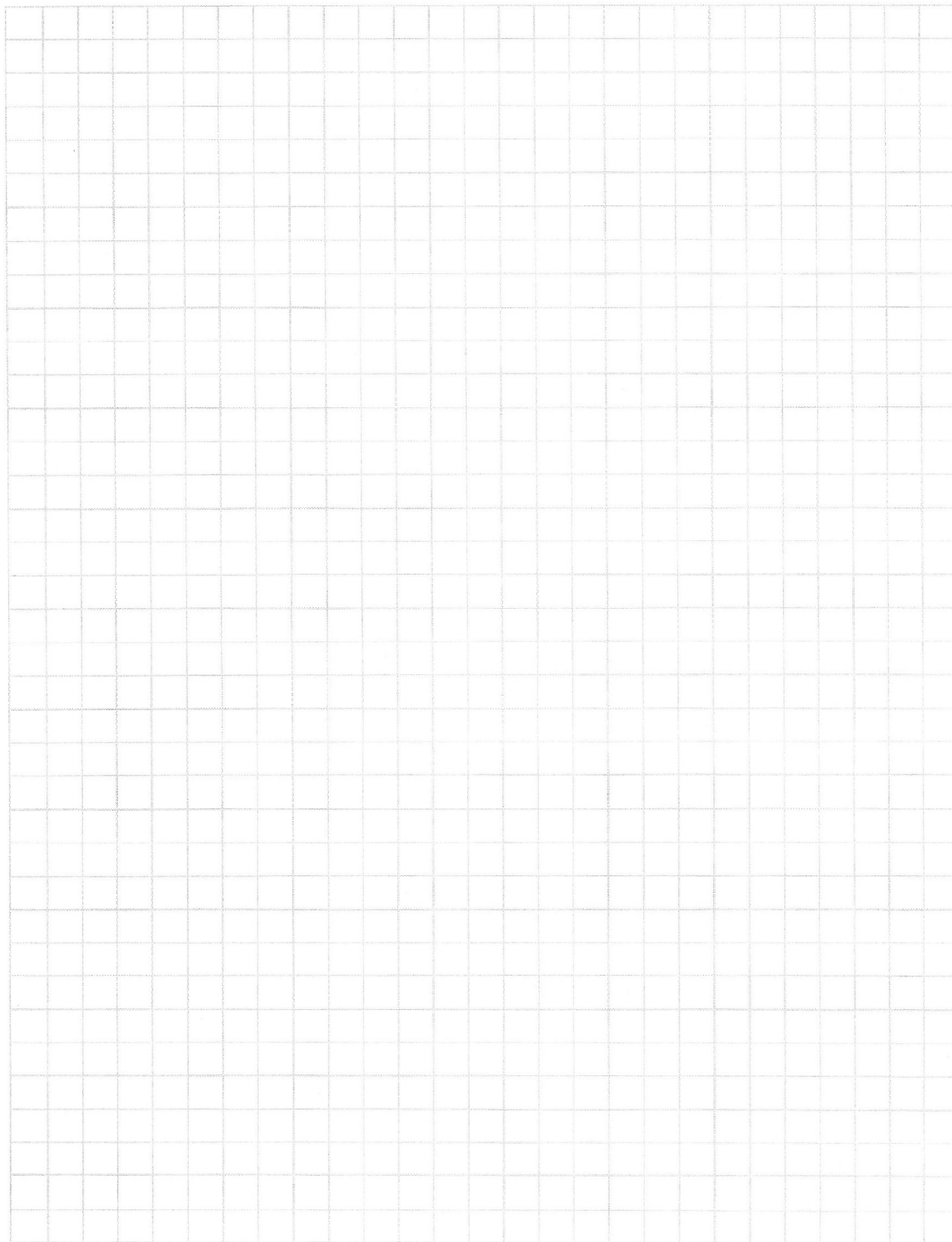
5
☐

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!



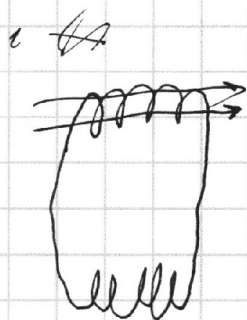


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{L_1} + \mathcal{E}_{L_2} = 0$$

$$P^* V = 12 V R \#^*$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \quad P_{\text{max}} V = V R T_0$$

$$-S_1 \cdot \frac{dB}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \quad | \cdot dt$$

$$-S_1 \Delta B - L_1 \Delta I - L_2 \Delta I = 0$$

$$\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{max}}} = 12 \cdot \frac{T^*}{T_0}$$

$$-S_1 \cdot (-B_0) = L_1 \cdot I_0 + L_2 \cdot I_0$$

$$S_1 B_0 = I_0 (L_1 + L_2)$$

$$I_0 = \frac{S_1 B_0}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 B_0}{7L}$$

$$\frac{dB}{dt} = \beta$$

$$-S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \alpha = \frac{-S_1 \frac{dB}{dt}}{L_1 + L_2} = -\frac{S_1 \beta}{L_1 + L_2}$$

or o do 700:

$$I = \alpha t$$

$$dq = I dt = \alpha t dt$$

$$\Delta q_1 = \alpha \int t dt = -\frac{S_1 B_1}{L_1 + L_2} \cdot \left(\frac{t^2}{2} \right) \Big|_0^t$$

or 700 do 200

$$I = \alpha_2 t + I_1$$

$$-S_1 (\frac{6}{7} B_0 - B_0) = (L_1 + L_2) \cdot I_1$$

$$\frac{1}{7} S_1 B_0 = 7L I_1$$

$$I_1 = \frac{n S_1 B_0}{28L}$$

$$\Delta q = I dt$$

$$\Delta q_2 = \alpha_2 \int t dt + I_1 \int dt =$$

$$m_n' = m + 11m = 12m$$

$$m_b = 11m_n = 11m \quad m_b = V_b \cdot \mu$$

$$\left. \begin{aligned} m_n &= V_n \cdot \mu \\ &= m \end{aligned} \right\} \frac{V_b}{V_n} = 11. \quad \frac{m_n'}{m_n} = \frac{12m}{m} = 12$$



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!

$$P_0 = P_{\text{уго}} + P_{\text{св}}$$

$$\frac{P_c}{T} = \text{const}$$

$$\frac{P_{c0}}{T_0} = \frac{P_c^*}{T^*}$$

$$P^* = P$$

$$\gamma = \frac{MV_0^2}{4}$$

$$\frac{MV_1^2}{2} = \frac{MV_0^2}{2} + \gamma = \frac{MV_0^2}{2} + \frac{MV_0^2}{4} = \frac{3}{4} MV_0^2$$

$$\frac{MV_1^2}{2} = \frac{3}{4} MV_0^2$$

$$V_1^2 = \frac{3}{2} V_0^2$$

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0$$

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

$$\frac{MV_0^2}{2} = \frac{MV_{\text{min}}^2}{2} + \gamma$$

$$\frac{MV_{\text{min}}^2}{2} = \frac{MV_0^2}{2} - \frac{MV_0^2}{4} = \frac{1}{4} MV_0^2$$

$$V_{\text{min}}^2 = \frac{2}{4} V_0^2 = \frac{1}{2} V_0^2$$

$$V_{\text{min}} = \sqrt{\frac{1}{2}} V_0$$



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!

$$k \Delta x_1 = \mu mg$$

$$1) \mu mg = m a_{02}$$

$$a_{02} = \mu g$$

$$k \Delta x_2 - \mu mg = M a_2$$

$$k \Delta x_2 = \mu g (M + m)$$

$$\Delta x_2 = \frac{\mu g}{k} (M + m) = \frac{3}{50} \cdot 3 = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м.}$$

$$\Delta x_1 = \frac{\mu mg}{k} = \frac{3 \cdot 10}{50} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м.}$$

$$\Delta x_1 = \frac{\mu mg}{k}$$

$$\text{Для доски: } \frac{M v_0^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} - \frac{k \Delta x_1^2}{2} - \mu mg (\Delta x_0 - \Delta x_1)$$

$$\text{Для груза: } \frac{(M + m) v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - \mu mg \cdot l$$

$$\frac{(M + m) v_0^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} - \frac{k \Delta x_1^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2}{M + m}$$

$$M v_0^2 = k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2 - 2 \mu mg \Delta x_0 + 2 \mu mg \Delta x_1$$

$$\frac{M k}{M + m} \Delta x_0^2 - \frac{M k}{M + m} \Delta x_1^2 = k \Delta x_0^2 - k \Delta x_1^2 - 2 \mu mg \Delta x_0 + 2 \mu mg \Delta x_1$$

$$\Delta x_0^2 \left(\frac{M k}{M + m} - k \right) + 2 \mu mg \cdot \Delta x_0 - \frac{M k}{M + m} \Delta x_1^2 + k \Delta x_1^2 - 2 \mu mg \Delta x_1 = 0$$

$$\Delta x_0^2 \cdot \left(\frac{100}{3} - 50 \right) + 6 \Delta x_0 - \frac{100}{3} \cdot \frac{9}{50} + 50 \cdot \frac{9}{50} - \frac{18}{50} = 0$$

$$- \Delta x_0^2 \cdot \frac{50}{3} + 6 \Delta x_0 - \frac{3}{25} + \frac{9}{50} - \frac{18}{50} = 0 \quad b. d. r = 0,72$$

$$- \frac{50}{3} \Delta x_0^2 + 6 \Delta x_0 + \frac{9 - 6 - 18}{50} = 0$$

$$- \frac{50}{3} \Delta x_0^2 + 6 \Delta x_0 = \frac{9}{50} \Rightarrow \Delta x_0 = 0,3 \text{ м.}$$

$$D = 36 - 4 \cdot \frac{50}{3} \cdot \frac{9}{50} = 36 - 20 = 16$$

$$\Delta x_0 = \frac{-6 \pm 4}{-2 \cdot \frac{50}{3}} = \left[\frac{-10 \cdot 3}{-100} = \frac{39}{100} = 0,3 \text{ м.} \right]$$



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.

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!

$$p_1 V = V_{\text{max}}$$

$$q_{\text{наблюд}} = \int \frac{k \cdot dq}{r} = \frac{k}{r} \cdot q_{\text{наблюд}}$$

$$\frac{MV_0^2}{2} = E_{p0}$$

$$q_{\text{наблюд}} \sim q_{\text{наблюд}}$$

$$\frac{1}{2} V = 21$$

$$E_{p0} = E_{p1} + E_{p2} = E_{p1} + E_{p2} = 0$$

$$E_{p0} = +2 \cdot q_0 - 3 \cdot q_0 \quad q_k = 5 \cdot 20 \text{ нм} \cdot \text{нм}$$

$$E_{p1} = -2 \cdot q_0 + 3 \cdot q_0 \quad q_k = \frac{k}{r} \cdot 5 \cdot 20 \text{ нм} \cdot \text{нм}$$

$$(2) \frac{MV_0^2}{2} = \frac{MV_{\text{min}}^2}{2} + (2q_0 - 3q_0)$$

$$\frac{MV_0^2}{2} = 2(2q_0 - 3q_0) = 2 \cdot 8$$

$$\frac{MV^2}{2} = \frac{MV_{\text{max}}^2}{2} - 2q_0 + 3q_0$$

$$(1) = (2); \frac{MV_{\text{min}}^2}{2} + 8 = \frac{MV_{\text{max}}^2}{2} - 8$$

$$\frac{MV^2}{2} = \frac{MV_{\text{max}}^2}{2} - (2q_0 - 3q_0)$$

$$\frac{MV_{\text{max}}^2}{2} - \frac{MV_{\text{min}}^2}{2} = 2 \cdot 8$$

$$\text{Мин. скорость: } \text{max } v = 0. \quad \left(\frac{4}{6}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$$

$$\frac{MV_0^2}{2} = 2q_0 + 3q_0 + \frac{1}{2} \frac{MV_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 3 \\ \hline 84 \\ 28 \\ \times 21 \\ \hline 56 \\ \hline 588 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 188 \\ \times 2 \\ \hline 176 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2352 \\ \times 2 \\ \hline 4704 \end{array}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{42} + \frac{1}{56} = \frac{1}{42} + \frac{1}{56} = \\ & = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{21} + \frac{1}{28} \right) = \\ & = \frac{1}{2} \cdot \frac{49}{588} = \frac{49}{1176} \end{aligned}$$