



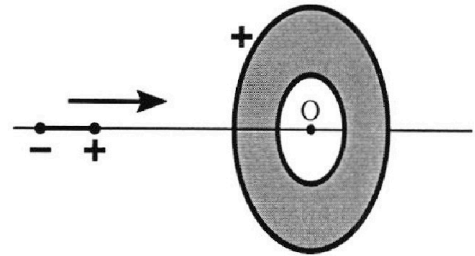
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



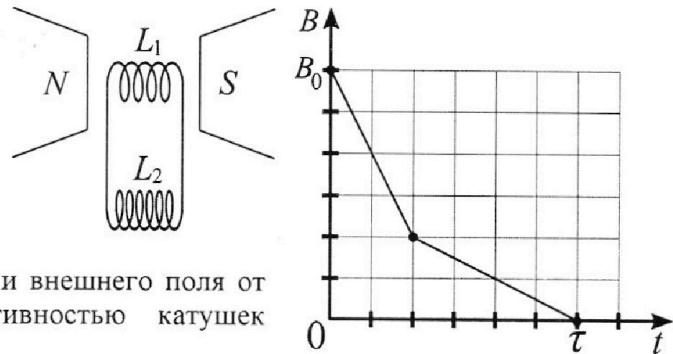
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

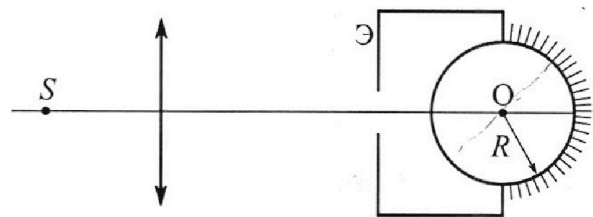
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



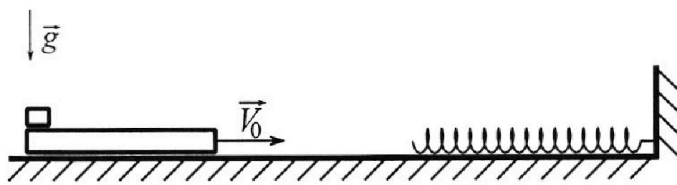
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

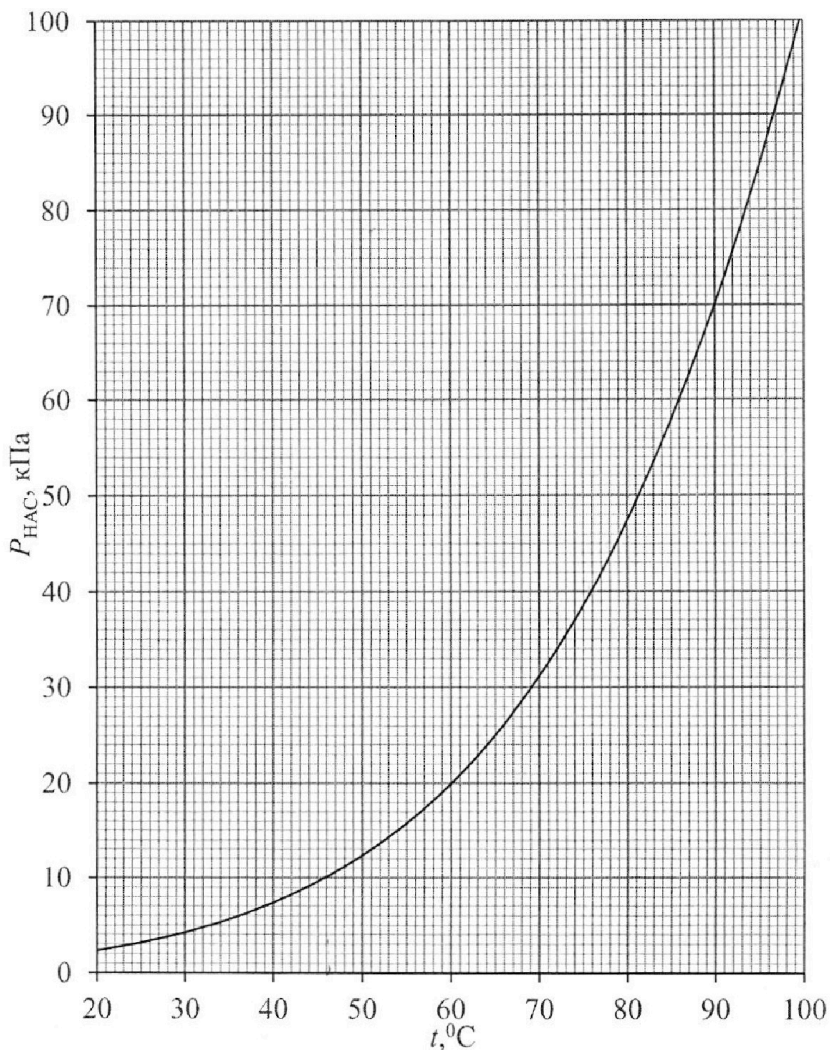


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.



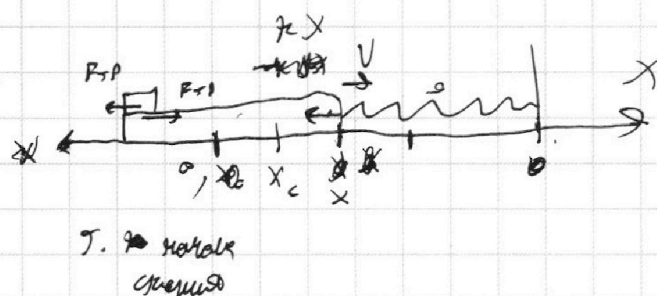


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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) Запишем уравнение с движением центра масс по ОХ:

$$x) (m+M) \ddot{x}_c = -kx_c \quad x_c - \text{координата центра масс системы}$$

$$\frac{k}{m+M} x_c + \ddot{x}_c = 0$$

2) до начала начала сист. движение бруска и дощ. безрезонансные координаты центра масс системы равно $\Delta x_c = \Delta x_g = \Delta x_d = \Delta l$

3) гармонические колебания! значения;

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{c} \right)$$

$$(m+M) V_c = (m+M) V_0 \\ V_c = V_0 \\ \dot{x}_c = 0$$

$$x_c = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\varphi_0 = 0 \text{ из ИУ, } A\omega = V_0 \text{ из ИУ, } \tau \cdot A = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$\dot{x}_c = A\omega \cos \omega t, \text{ то } x_c = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \sin \omega t$$

$$A = \frac{V_0}{\omega}$$

$$\ddot{x}_c = -A\omega^2 \sin \omega t$$



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
2 ИЗ 4

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) Запишем второй закон для системы М:

$$m \ddot{x}_d = -F_{TP}$$

$$F_{TP} \leq \mu m g \text{ сдвигающегося}$$

в качении (касания) (касания) (касания)

$$\ddot{x}_d = -\mu g \quad (\text{касания, то есть, касания})$$

3) Так как $F_{TP} < \mu m g$ $\ddot{x}_c = \ddot{x}_d$, то

$$-\mu g = -A \omega^2 \sin \omega t$$

$$\mu g = V_0 \omega \sin \omega t, \text{ сдвигающегося}$$

$$\sin \omega t = \frac{\mu g}{V_0 \omega} \quad t = \frac{1}{\omega} \arcsin\left(\frac{\mu g}{V_0 \omega}\right) - \text{используем}$$

сдвигающегося

$$x_{\text{ср}} = x_c = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t = \frac{\mu g}{\omega^2}, \text{ сдвигающегося } V_{\text{ср}} = V_1 = V_0 \cos(\omega t)$$

$$1. \Delta L_{\text{ср}} = \frac{\mu g (m+M)}{k} = \frac{1}{3} (\mu) \quad \pi \approx 3 \frac{\pi}{6} \approx \frac{1}{2}$$

$$2. t = \arcsin\left(\frac{\mu g \sqrt{\frac{m+M}{k}}}{V_0}\right) \sqrt{\frac{m+M}{k}} = \frac{1}{3} \cdot \arcsin\left(\frac{1}{2}\right)$$

6) В расе касания (касания):

$$t \approx \frac{\pi}{18} = \frac{1}{6} (\text{с})$$

$$\ddot{x}_{\text{ср}} = -\mu g \cos \omega t \quad 2-й закон для системы М:$$

$$-kx + \mu m g = M \ddot{x}_g \quad \text{длина}$$

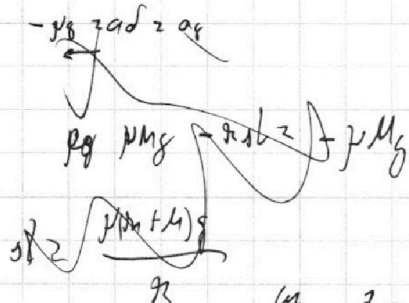


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!



из 2-го закона для массы m:

$$m\ddot{x} + k\left(x - \frac{\mu mg}{k}\right) = 0$$

Заменим:

$$x_1 = x - \frac{\mu mg}{k}, \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\ddot{x}_1 = \ddot{x}$$

$$x_1 = A_1 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

ИУ:

$$\dot{x}(0) = -\omega_1 A_1 \sin \varphi = V_0 \cos \omega_1 t$$

$$\dot{x}_1 = \dot{x} = -\omega_1 A_1 \sin(\omega_1 t + \varphi) \quad x(0) = \frac{\mu(m+M)g}{k}$$

$$\ddot{x}_1 = -A_1 \omega_1^2 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

$$x_1(0) = \frac{\mu mg}{k} = A_1 \cos \varphi, \quad \text{то}$$

$$\left(\frac{x_1(0)}{A_1}\right)^2 + \left(\frac{\dot{x}_1(0)}{\omega_1 A_1}\right)^2 = 1, \quad \text{то}$$

$$A_1^2 = \left(\frac{\mu mg}{k}\right)^2 + \frac{(V_0 \cos \omega_1 t)^2}{\omega_1^2},$$



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.



СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!

максимальная деформация:

$$\dot{x}_1 = 0 \Rightarrow \sin(\varphi + \omega_1 t_1) = 0, \tau_0$$

$$\cos(\varphi + \omega_1 t_1) = 1, \tau_0$$

$$\ddot{x} = -A_1 \omega_1^2$$

$$a_g = A_1 \omega_1^2 = \frac{k}{M} \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{(V_0 \cos \omega_1 \tau_0)^2 M}{k}}$$

т.к. $\omega_1 \tau_0 = \frac{\pi}{6}$, τ_0 $V_0 \cos \omega_1 \tau_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$

$$a_g = \frac{k}{M} \sqrt{\left(\frac{\mu M g}{k}\right)^2 + \frac{3 V_0^2 M}{4 k}}$$

$$a_g = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{24}{81} + \frac{3 \cdot 2}{24}} = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{22}{81}} = 3 \sqrt{\frac{11}{2}} \text{ м/с}^2$$

Ответ:

1. $\Delta l = \frac{1}{3} (\mu) = \frac{\mu(m+M)g}{k}$
2. $\tau = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin\left(\frac{\mu g}{V_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}}\right) = \frac{1}{6} (\text{с})$
3. $a_g = \frac{3\sqrt{11}}{\sqrt{2}} \text{ (м/с}^2\text{)}$



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!

$$t_c = 86^\circ\text{C}$$

1) по условию определяем: $p_n(t_0) = 60 \text{ кПа}$

2) зная атм. влажность φ_0 определяем парциальное давление

$$1. p_1 = \varphi_0 p_n(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ (кПа)}$$

3) процесс изобарический (по условию) $p_0 = p_v + p_n = \text{const}$
давление воздуха вначале $p_{v1} = p_0 - p_1 = 110 \text{ (кПа)}$

4) Темпер t^* - температура, когда пар становится насыщенным (далее конденсация): запишем ур-е состояния вначале:

$$p_{v1} V_{v1} = \nu_v R T_0$$

$$p_1 V_0 = \nu_n R T_0, \text{ запишем, что}$$

5) если запишем ур-е состояния для воздуха $t \geq t^*$, то пар ещё не стал насыщенным (ν_n не изменилось), то

$$\frac{p_v}{p_n} = \frac{\nu_v}{\nu_n} = \frac{p_{v1}}{p_1} \frac{p_{v1}}{p_{v1}}$$

$$\frac{p_v V}{p_n V} = \frac{\nu_v R T}{\nu_n R T} \Rightarrow \frac{p_v}{p_n} = \frac{p_{v1}}{p_1} = \text{const},$$

6) аналог $p_v = p_n \frac{p_{v1}}{p_1}$, тогда зная парциальное давление:
давление воздуха

$$p_0 = p_n \frac{p_{v1} + p_1}{p_1} \Rightarrow p_{v1} = p_1, \text{ тогда конденсация}$$

начнется в момент когда пар будет насыщенным т.е. $p_1 = 40 \text{ кПа}$
(при этом $p_{v1} = 40 \text{ кПа}$)
объем $V = 40 \text{ кПа}$

Тогда по условию $t^* = 46^\circ\text{C}$



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 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!

2. $t^* = 46^\circ\text{C}$ (температура при $p_{\text{нас}} = p_1 = 40 \text{ кПа}$)

4) в камере в $t = t^*$ достигнута общая концентрация
влажного и ~~сухого~~ воздуха, влажность ϕ упр-я считается.

$$p_1 V^* = \nu_0 R T^* \quad p_1 V_0 = \nu_0 R T_0, \quad \text{то}$$

$$\frac{V^*}{V_0} = \frac{T^*}{T_0}$$

8) далее начнется конденсация и пар начнет улетучиваться,
при этом пар остается насыщенным при $p_{\text{н}}(t^*)$,
поэтому $\frac{\partial \nu}{\partial T} = \frac{p_{\text{н}}}{p_1}$ ~~или~~ $\frac{\partial \nu}{\partial T}$

2) в камере при $t = 48^\circ\text{C}$:

9) в камере при $t = 46^\circ\text{C}$ ~~весь пар конденсируется~~ ^{возникает конденсация}
~~весь пар~~ ~~идет~~ ~~идет~~ пар остается насыщенным при $p_{\text{н}}(t = 46^\circ\text{C})$
 $p_{\text{н}}(t = 46^\circ\text{C}) = 10 \text{ кПа}$ (из таблицы).

из упр-я считается:

$$p_{\text{н}} V = \nu_0 R T$$

исходно: $p_{\text{н}} V_0 = \nu_0 R T_0$

~~или~~

находим разность воздуха: $p_{\text{в}} = p_0 - p_{\text{н}}(t = 46^\circ\text{C}) = 140 \text{ кПа}$,
тогда $\frac{V p_{\text{в}}}{V_0 p_{\text{н}}} = \frac{T}{T_0}$ $\frac{V}{V_0} = \frac{T (p_0 - p_{\text{н}})}{T_0 (p_0 - p_{\text{н}}(t = 46^\circ\text{C}))}$



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
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!

$$T_{\text{дог}} \quad T = 243 + 46 = 319 \text{ K} \quad T_0 = 359 \text{ K}$$

$$V = \frac{319 \cdot 110}{359 \cdot 140} = \frac{11 \cdot 319}{359 \cdot 14} = \frac{8 \cdot 11}{5 \cdot 14} = \frac{88}{126} = \frac{44}{63} \approx 0,7$$

$$\begin{array}{r} 319 \cdot 11 \\ 359 \cdot 14 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319 \cdot 110}{359 \cdot 140}$$

$$3. \quad \frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ \times 11 \\ \hline 319 \\ 359 \\ \hline 3509 \end{array}$$

Даны:

1. $P_1 = 40 \text{ kPa}$
2. $t^* = 46^\circ \text{C}$
3. $\frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$

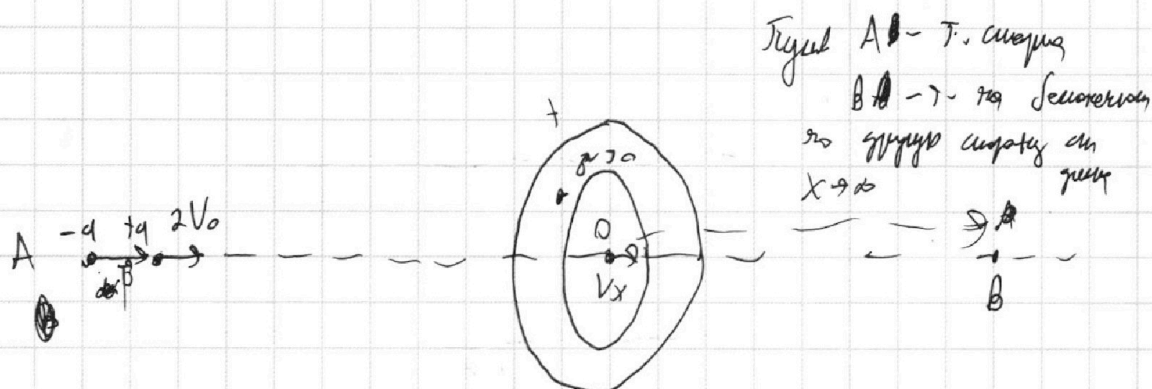


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Реш 1) Показуем, что движение к центру O
сильно заторможено действующей на частицу силой
иначе была бы приближенная окружность
и движение, тогда центр центра O.
из центра будет действовать уже сила притяжения
большая, чем сила отталкивания, следовательно

V_{max} достигается на боковой поверхности по
группе скорости от центра

2) для все время задано так $V_{max} = 2V_0$

3) закон сохранения энергии
здесь $E_{kin} = E_{pot}$

$$m \frac{V^2}{2} + \frac{m(2V_0)^2}{2} = const = \frac{4mV_0^2}{2} = 2mV_0^2$$

В центре с V начальной скоростью

так как A и B , также от симметрии
по O и OB : $A \text{ и } AO = A \text{ и } OB = A$



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!

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{m4V_0^2}{2} = A_{\text{эл}}$$

~~нужно~~ ~~написать~~ ~~формулу~~ ~~конец~~ ~~длина~~ ~~от A до B~~ ~~A~~;

$$\frac{mV_A^2}{2} - 2mV_0^2 = A, \quad A_{AB} = 2A$$

и от τ до 0:

$$\frac{mV_0^2}{2} - 2mV_0^2 = A_{AO} = A \quad \text{из симметрии}$$

движения груза

работы $A_{AO} = A_{OB} = A$

следовательно: $A_{AB} = 2A_{AO} = 2A$

в ~~этом~~ случае с начальной V_0 ; ~~то~~ $V_{A1} = 0$

$$0 - \frac{mV_0^2}{2} = A_{AB} \Rightarrow A_B = -\frac{mV_0^2}{2}, \quad \text{то есть}$$

$$A = -\frac{mV_0^2}{4}, \quad \text{следовательно}$$

$$\frac{mV_x^2}{2} - 2mV_0^2 = -\frac{mV_0^2}{4}, \quad \text{откуда}$$

$$\frac{mV_x^2}{2} = \frac{7}{4}mV_0^2 \quad 1. \quad V_x = \sqrt{\frac{7}{2}}V_0$$



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
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!

$$\text{Далее } \frac{4mV_{\text{min}}^2}{2} - 2mV_0^2 = 2A = -\frac{mV_0^2}{2}$$

$$4mV_{\text{min}}^2 - 4mV_0^2 = -mV_0^2$$

$$V_{\text{min}}^2 = 3V_0^2$$

$$V_{\text{min}} = \sqrt{3} V_0$$

$$V_{\text{max}} = 2V_0, \text{ т.е.}$$

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

$$\text{Ответ: } 2 - \sqrt{3} V_0$$

$$1. V_x = \sqrt{\frac{4}{2}} V_0$$

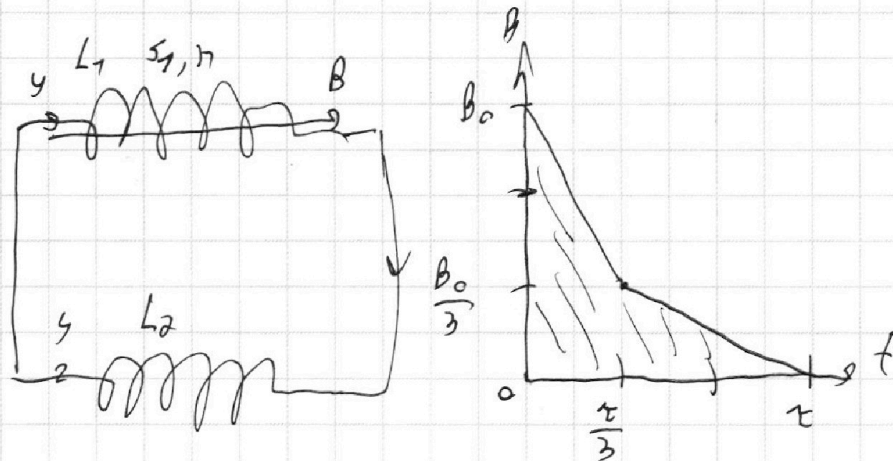
$$2. V_{\text{max}} - V_{\text{min}} = (2 - \sqrt{3}) V_0$$



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
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!



- 1) Поле через 1-ю катушку создает ЭДС во второй и наоборот, следовательно:

$$\Phi_1 = L_1 i + \mu B_0 S_1$$

через 2-ю:

$$\Phi_2 = L_2 i$$

$$2) \mathcal{E}_{i1} = \frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1 \dot{i} - \mu S_1 \dot{B}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -L_2 \dot{i}$$

- 3) Из 3-х Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \quad R=0, \text{ то суммарный ток не меняется, то}$$

$$-(\dot{\Phi}_2 + \dot{\Phi}_1) = 0 \quad \Phi_2 + \Phi_1 = \text{const}$$

- 4) Учитывая: $\Phi_2 + \Phi_1 = \mu B_0 S_1$

1, заменим тогда поле величинами: $\Phi_2 + \Phi_1 = L_1 i_0 + L_2 i_0$

$$\mu B_0 S_1 = 5 L i_0$$

$$1. i_0 = \frac{\mu B_0 S_1}{5 L}$$



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
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!

5) Далее докажем, что Φ — нулевой момент:

$$\Phi = \int_{-L}^{L} \rho(x) dx = 0$$

или $\Phi = \int_{-L}^{L} \rho(x) dx = 5Lq$ доказываем на dt :

или $\Phi = \int_{-L}^{L} \rho(x) dx = 5Lq$ интегрируем

выражения $\rho(x)$ дает суммарный заряд q через L ,
следующим образом под выражением $\rho(x)$:

$$\int_{-L}^{L} \rho(x) dx = \int_{-L}^{L} \rho(x) dx = \frac{2}{3} \cdot \frac{B_0 \tau}{3} \cdot \frac{1}{2} + \frac{B_0 \tau}{9} + \frac{B_0}{3} \cdot \frac{2\tau}{3} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{B_0 \tau}{3}, \text{ т.е.}$$

$$5Lq = \Phi = \frac{B_0 \tau}{3} \Rightarrow q = \frac{\Phi}{5L} = \frac{B_0 \tau}{15L}$$

Ответ: 1. $q = \frac{B_0 \tau}{15L}$

2. $q = \frac{B_0 \tau}{15L}$



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.

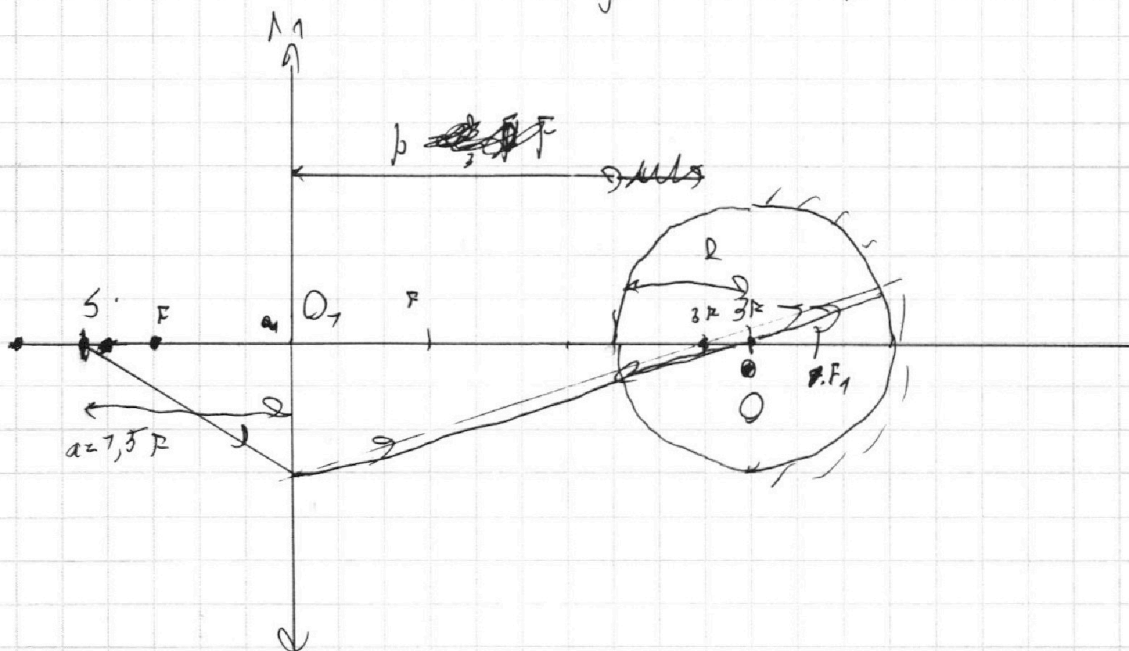
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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) Оптика сферическое зеркало:

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$



2) Найти ~~формулу~~ формулу такой же

вероятно:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F}$$

$$F_1 = \frac{aF}{a-F} = \frac{1.5}{0.5} F = 3F$$

$$F_1 = \frac{aF}{a-F} = 3F$$

3) Так как изображение совпадает с источником
лучи идут в, то ~~луч~~ луч

прошедший через центр кривизны должен идти
по тому же пути, что и прошедший

в шаре R, т.е. проходит через O - центр
шара, то

луч



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 5

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!

приближение в Λ^1 :

$$\frac{1}{d^1} + \frac{1}{f^1} = \frac{1}{F^1} \quad f^1 = \frac{d^1 F^1}{d^1 - F^1}$$

где $f^1 = \frac{2R \frac{R}{n-1}}{2R - \frac{R}{n-1}} = \frac{2R}{2n-3}$

предположим, что: $d^{11} = \frac{2R}{n} - f^1 = \frac{2R(n-3)}{(2n-3)n}$, то

приближение в Λ^{11} :

$$\frac{1}{d^{11}} + \frac{1}{f^{11}} = \frac{1}{F^1}$$

$$f^{11} = \frac{d^{11} F^1}{d^{11} - F^1}, \text{ тогда}$$

$f^{11} = -R$ (из условия на проекцию через центр шара)

$$-R = \frac{2R(n-3)}{n(2n-3)(n-1)}$$

$$\frac{2(n-3)}{n(2n-3)} = \frac{1}{n-1}$$

то



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
5 ИЗ 5

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: 1. $R = \frac{F}{3}$

Ответ: 2. $h = \frac{9}{4}$



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!

Далее ~~решение~~, что по 7-ой задаче, ~~сделаю~~ ~~мне~~

из 2-й задачи ~~дело~~ ~~господин~~:

$$M \ddot{x} + kx - \mu mg = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu mg}{k} \right) = 0 \quad \text{Замечание!} \quad \text{Заменяем: } x - \frac{\mu mg}{k} = x_1$$

это ~~господин~~

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad \text{Частота}$$

$$x_1 = x_{10} \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

~~это~~

$$\dot{x}_1 = -x_{10} \omega_1 \sin(\omega_1 t + \varphi)$$

~~то~~

$$\ddot{x}_1 = -x_{10} \omega_1^2 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

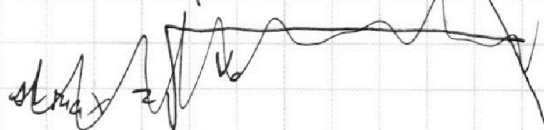
$$x_{10} = \sqrt{\left(\frac{V_0 \cos \omega_1 t}{\omega_1} \right)^2 + \left(\frac{\mu(m+M)g}{k} \right)^2}$$

В момент $\dot{x}_1 = 0$ максимальная деформация.

$$0 = -x_{10} \omega_1 \sin(\omega_1 t_1 + \varphi) \Rightarrow \sin(\omega_1 t_1 + \varphi) = 0$$

$$\Delta l_{\max} = x_{10} \cos(\omega_1 t_1 + \varphi) \approx x_{10} \quad \left(V_0 \cos(\omega_1 t) \approx V_0 \cos \frac{\pi}{6} = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

~~это~~



τ_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!

$$\frac{1}{f'} + \frac{1}{d'} = \frac{n-1}{R}$$

$$d' = 2R$$

$$(2n+6)(n-1) + (2n-3)n = 2(n-3)$$
$$-2n^2 + 6n + 6 + 2n + 2n^2 - 3n = 2n - 6$$
$$3n = 0$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

$$f' = \frac{\frac{2R}{n-1}}{-\frac{1}{n-1} + 2} = \frac{2R}{-1 + 2n - 2} = \frac{2R}{2n-3}$$

$$d'' = \frac{2R}{n} - \frac{2R}{2n-3} = \frac{2n-3-n}{(2n-3)n} 2R$$

$$2R \cdot 0$$

$$d''(f')$$

$$d'' - f'$$

$$\frac{2(n-3)R}{(2n-3)n(n-1)}$$

$$\frac{2R}{n} - R =$$

$$\frac{2R(n-3)}{(2n-3)n} - \frac{1}{n-1}$$



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.



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!

Решение задачи на минимальную деформацию:

$$a_g = x_0 \omega_1^2$$

$$a_g = \frac{k}{m} \sqrt{\left(\frac{V_0 \cos(\omega_1 t)}{\omega_1} \right)^2 + \left(\frac{\mu(m+m')g}{k} \right)^2}$$

$$a_g = \frac{24}{2} \cdot \sqrt{\frac{3.2}{24} + \left(\frac{1}{3} \right)^2} = \frac{24}{2} \sqrt{\frac{9}{24}} = \frac{9\sqrt{3}}{2} \text{ (м/с}^2\text{)}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{24}{2}} \left(\frac{1}{c} \right)$$

В

Решение:

1. $sL = \frac{\mu(m+m')g}{k} = \frac{1}{3} \text{ (м)}$

2. $x = \sqrt{\frac{m+m'}{k}} \arcsin \left(\frac{\mu g}{V_0} \sqrt{\frac{m+m'}{k}} \right) = \frac{1}{6} \text{ (с)}$

3. $a_g = \frac{9\sqrt{3}}{2} \text{ (м/с}^2\text{)}$