



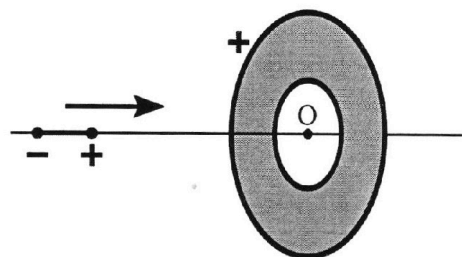
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

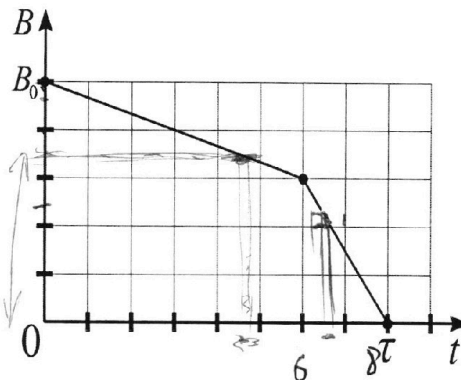
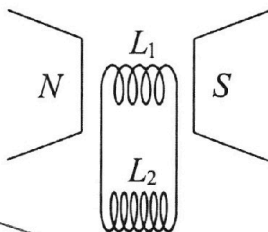


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



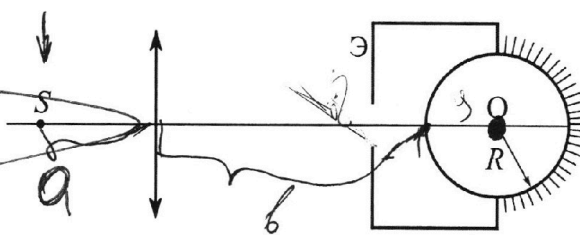
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ 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 $L_2 = 8L$ 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



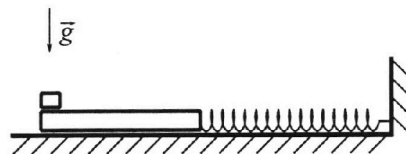
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ 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 $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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.

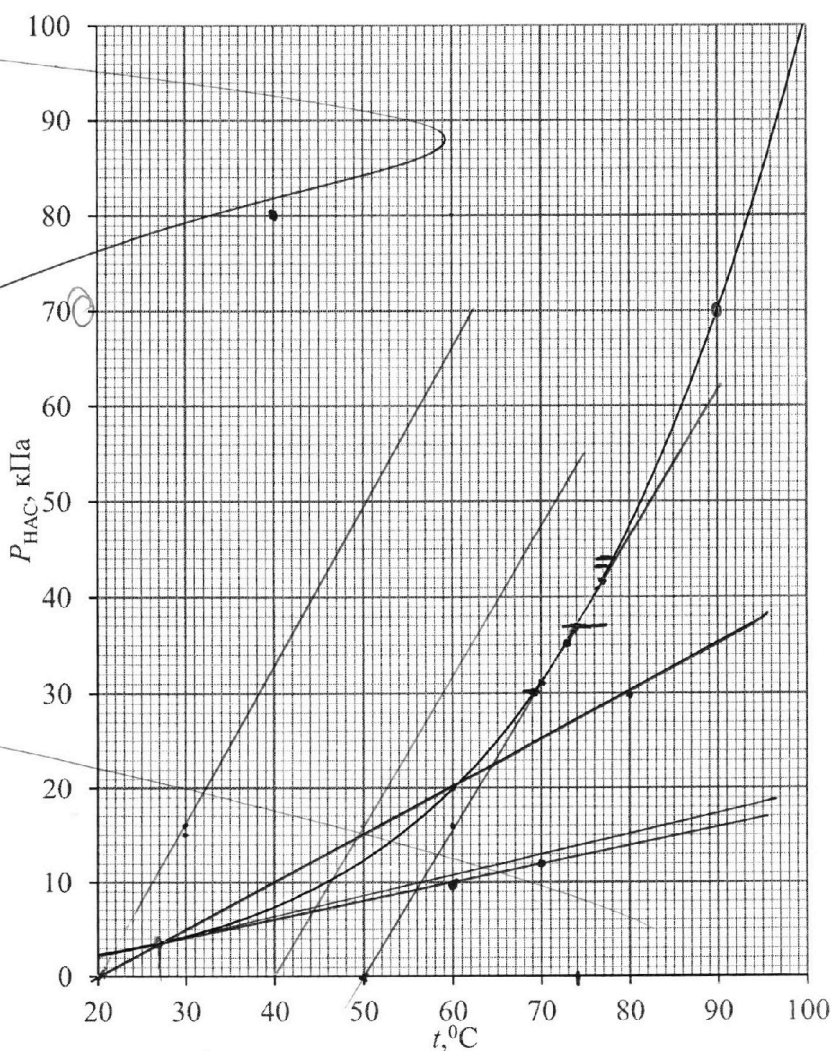


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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 жидкой воды 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
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!

$$a = -A\omega^2 \cos \omega t$$

$$a(t^*) = 0$$

t^* - момент когда ускорение доски станет нулевым 1-й раз

$$\cos \omega t^* = 0 \Rightarrow \omega t^* = \frac{\pi}{2}; t^* = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$a_2 = -\mu g = \text{const} \Rightarrow v_2(t^*) = -\mu g t^*$$

$$v(t^*) = -A\omega \sin \omega t^*$$

$$v_2(t^*) = v(t^*)$$

$$x(0) = x_0 = A + \frac{\mu mg}{k}$$

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

$$-A\omega \sin \frac{\pi}{2} = -\mu g \frac{\pi}{2\omega}$$

$$-A\omega^2 \sin \frac{\pi}{2} = -\mu g \frac{\pi}{2}$$

$$a_0 \sin \frac{\pi}{2} = \mu g \frac{\pi}{2} \Rightarrow a_0 = \mu g \frac{\pi}{2} = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2} = \underline{\underline{6 \text{ м/с}^2}}$$

3. t' - момент времени, когда ускорение ~~будет~~ ^{доски} будет равно ускорению бруска

$$a(t') = -\mu g = -a_0 \cos \omega t' \Rightarrow \cos \omega t' = \frac{\mu g}{a_0}$$

$$v(t') = -A\omega \sin \omega t'$$

$$v = A\omega \sin \omega t' = \frac{a_0}{\omega} \sin \omega t' = \frac{a_0}{\omega} \sqrt{1 - \cos^2 \omega t'}$$

$$= \frac{a_0}{\omega} \sqrt{1 - \frac{\mu^2 g^2}{a_0^2}} = a_0 \sqrt{\frac{\mu}{k}} \sqrt{1 - \frac{\mu^2 g^2}{a_0^2}} = 6 \sqrt{\frac{4}{100}} \cdot \sqrt{1 - \frac{0,4^2 \cdot 10^2}{6^2}} =$$

$$= 6 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{1 - \frac{16}{36}} = 0,2 \sqrt{20} = 0,4 \sqrt{5} = \underline{\underline{\frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}}}$$

Ответ: 1) $x = 0,2 \text{ м}$ 2) 6 м/с^2 3) $\frac{2\sqrt{5}}{5} \text{ м/с}$



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 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.
1) Пусть a_1 - ускорение доски и a_2 - ускорение груза в ЛСО, тогда x - удлинение / сжатие пружины

$$m a_2 = F_{\text{упр}} = \mu m g$$

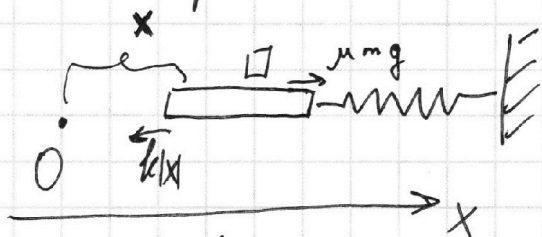
$$M a_1 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = kx - \mu m g$$

$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$\frac{kx}{M} - \frac{\mu m g}{M} = \mu g \Rightarrow \frac{kx}{M} = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \Rightarrow x = \frac{\mu g}{k} (M+m) =$$

$$= \frac{0,4 \cdot 10}{100} (4+1) = 0,04 \cdot 5 = \underline{\underline{0,2 \text{ м}}}$$

- 2) рассмотрим движение системы доски



т. О - положение нерастянутой пружины

$$-M a = -kx + \mu m g$$

$$M a + kx - \mu m g = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x - \frac{\mu m g}{M} = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left(x - \frac{\mu m g}{k}\right) = 0 \quad y = x - \frac{\mu m g}{k}$$

$\ddot{y} + \frac{k}{M} y = 0$ - ур-е гармонических колебаний

$y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, где A - амплитуда колеб.; $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$
 $x = A \cos(\omega t + \varphi_0) + \frac{\mu m g}{k}$
 φ_0 - фаза начальная

$$x(0) = x_0; \dot{x}(0) = 0$$

$$v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0); v(0) = -A\omega \sin \varphi_0 = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$$



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!

2.

1) $m_{в.} = 7m_{п.}$, где $m_{в.}$ и $m_{п.}$ - массы воды и пара

$$m_{пк} = m_{п.} + m_{в.} = 8m_{п.}$$

$$\frac{m_{пк}}{m_{п.}} = \frac{8}{1}$$

2) Запишем уравнение Менделеева - Клапейрона для водяного пара для $T_0 = 300K$ и T^*

Г.к. в момент T^* испарение только прекратилось $\Rightarrow$ p водяного пара будет ~~равно~~ равно давлению насыщ. паров при T^* ; ~~также~~

$$p_{п.0} V = \frac{m_{п.0}}{\mu} R T_0 \quad (1)$$

$$p_{п.*} V = \frac{m_{пк}}{\mu} R T^* \quad (2)$$

$$(1) : (2)$$

$$\frac{p_{п.0}}{p_{п.*}} = \frac{T_0}{8 T^*} \Rightarrow \frac{p_{п.*}}{T^*} = \frac{8 p_{п.0}}{T_0}$$

~~$\frac{p_{п.0}}{T_0}$ - k_1 наклона прямой, проходящей через $(0;0)$ и~~

~~$(p_{п.0}; T_0)$, а $\frac{p_{п.*}}{T^*}$ - k_2 наклона прямой через $(0;0)$ и~~

~~$(p_{п.*}; T^*)$; k_1 найдем из данного графика,~~

~~выбрав удобную точку $(30 kPa; 80^\circ C)$~~

$k_1 = \frac{p_{п.0}}{T_0}$ - k_1 наклона касательной к графику $p(T)$ в точке $(p_{п.0}; T_0)$; $k_1 = \frac{2 kPa}{10^\circ C} = \frac{1}{5} \frac{kPa}{^\circ C}$

$\frac{p_{п.*}}{T^*} = k_2$ наклона касательной к граф $p(T)$ в точке $(p_{п.*}; T^*)$ $k_2 = 8 k_1 = \frac{8}{5} = 1,6 \frac{kPa}{^\circ C}$



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!

$t^* = 73^\circ\text{C}$ из графика $p_{\text{нп}^*} = 35 \text{ кПа}$

3) При дальнейшем нагреве от 74°C давление пара меняться не будет $p_{\text{нп}} = 35 \text{ кПа}$; $p_{\text{нп}}(90^\circ\text{C}) = 40 \text{ кПа}$

$$\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{нп}}} = \frac{35}{70} = \frac{1}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{m_{\text{пк}}}{m_{\text{по}}} = \frac{1}{2}$; 2) $t^* = 73^\circ\text{C}$; 3) $\varphi = \frac{1}{2}$



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.

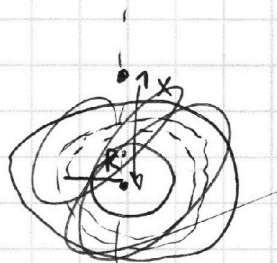
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

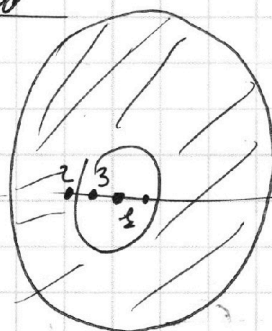
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.
1) Т.к. заряд диска положительный и положительного заряженной шарик летит вперед, то минимальная скорость диска будет в момент пролета "+" шарика через центр диска (далее его скорость увеличивается). Пусть длина диска $2l$

Потенциал, создаваемый диском на расстоянии x от ~~центра~~ центра на оси



выберем малое кольцо dR на R от центра
 dq - его заряд



пусть в т. О диск создает потенциал φ_1 , а в точке 2 в от центра на оси - φ_2

Еп $d_{\text{max}} = \varphi_1 q - \varphi_2 q = \frac{mv_0^2}{2}$, где q - заряды диска

В точке 3 (l от центра; на оси) - φ_3

Еп серед. = $\varphi_3 q - \varphi_3 q = 0 \Rightarrow$ т.к. диск

запускают с бесконечности ~~из~~ $\rightarrow$ с нулевой кинетической энергией и взаимная скорость в середине будет равна скорости на беск. v_0 (из сохранения энергии)



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) минимальная ~~скорость~~ скорость джонса при вылете

ЗСЗ:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_2 \frac{q}{3} - \varphi_1 \frac{q}{3} + \frac{mV_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3} + \frac{mV_{\min}^2}{2}$$

$$3mV_0^2 - mV_0^2 = 3mV_{\min}^2 \quad 2V_0^2 = 3V_{\min}^2$$

$V_{\min} = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$

Максимальная скорость джонса - при вылете

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_2 \frac{q}{3} - \varphi_1 \frac{q}{3} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{mV_0^2}{2 \cdot 3} + \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_{\max}^2}{2}$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

$$3mV_0^2 + mV_0^2 = 3mV_{max}^2$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$$

$$4mV_0^2 = 3mV_{max}^2$$

$$V_{max} = V_0 \sqrt{\frac{4}{3}}$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_0 \sqrt{\frac{4}{3}}}{V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}}$$

$$= \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{4}{2}} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) V_0 2) $\sqrt{2}$



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 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!

4. Д) Т.к. в контуре с катушками L_1 и L_2 нет сопротивлений, то контур сверхпроводящий $\Rightarrow$ поток через этот контур постоянный

$\Phi = BS_1n + L_1I + L_2I$, где Φ - суммарный поток в произвольный момент, I - сила тока через катушки в этот момент, B - действующее значение индукции магнитного поля

$$\Phi = \text{const} = \Phi_0 = B_0 S_1 n$$

$$BS_1n + I(L_1 + L_2) = B_0 S_1 n \Rightarrow I = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

в конце $B = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 n B_0}{13L}$

2) Рассмотрим малый промежуток времени dt
Протекающий заряд $dq = I dt$

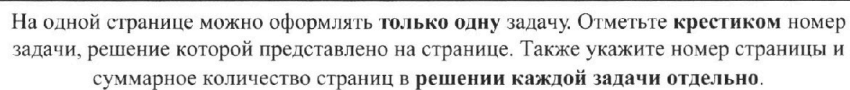
$$dq = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{13L} dt = \frac{S_1 n B_0}{13L} dt - \frac{S_1 n}{13L} B dt, \text{ проинтегр. обе части}$$

$$q_2 = \frac{S_1 n B_0}{13L} \Big|_0^{\tau} - \frac{S_1 n}{13L} \int_0^{\tau} B dt; \int_0^{\tau} B dt \text{ имеет смысл площади под графиком } B(t)$$

$$S = 3 \frac{B_0}{5} \cdot 6 \frac{\tau}{8} + \frac{1}{2} \cdot 3 \frac{B_0}{5} \cdot 2 \frac{\tau}{8} + \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{B_0}{5} \cdot 6 \frac{\tau}{8} = B_0 \tau \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{6}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{6}{8} \right) = B_0 \tau \left(\frac{9}{20} + \frac{3}{40} + \frac{6}{40} \right) = B_0 \tau \cdot \frac{27}{40}$$

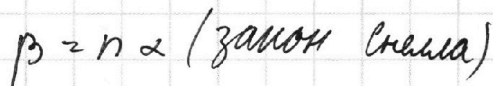
$$q_2 = \frac{S_1 n B_0}{13L} \tau - B_0 \tau \frac{27}{40} \cdot \frac{S_1 n}{13L} = \frac{S_1 n B_0 \tau}{13L} \left(1 - \frac{27}{40} \right) = \frac{S_1 n B_0 \tau}{40L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{S_1 n B_0}{13L}$; 2) $q_2 = \frac{S_1 n B_0 \tau}{40L}$



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!



13/04/20

~~$\tan 2\alpha = \frac{h}{x}$; $\tan \alpha = \frac{h}{x+R}$; $\tan \theta = \frac{h}{3R+x}$~~

~~$$x = \frac{2xh}{2xh + R}; \quad \alpha = \frac{h}{2xh + R}$$~~

~~$$2\alpha^2 h + \alpha R = h \Rightarrow h = \alpha R$$~~

the area under the curve

$$\sin 2\alpha \approx 2\alpha = \frac{h}{R} \quad ; \quad \sin \gamma \approx \gamma = \frac{h}{4R}$$

$$f = \frac{1}{4} \cdot 2\alpha = \frac{\alpha}{2} = \frac{n\alpha}{3} \Rightarrow n = \underline{\underline{\frac{3}{2}}}$$

Orbit: 1) $F_{23} R$; 2) $n = \frac{3}{2}$



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!

5.

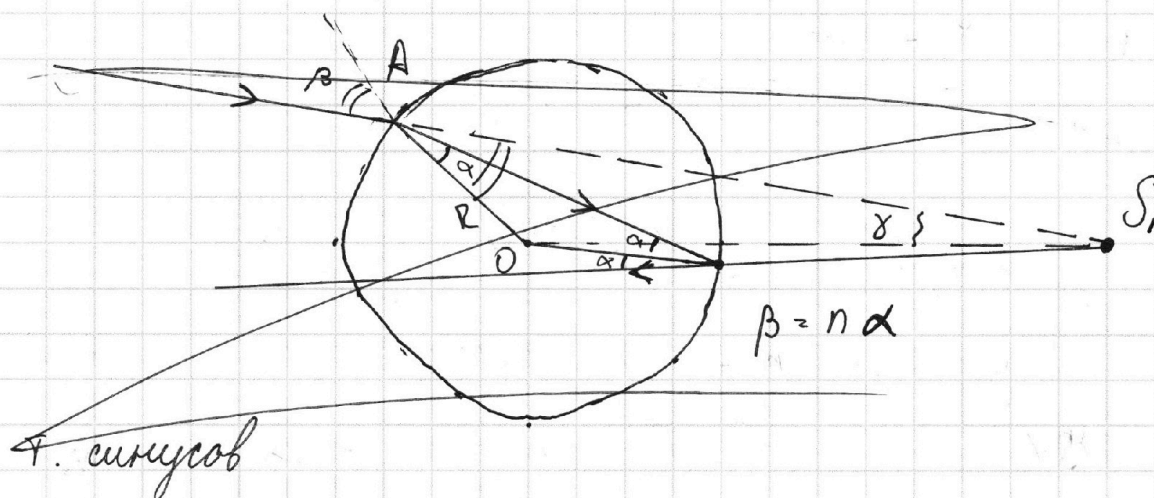
- 1) Т.к. итоговое изображение формируется в точке источника то 2-е изображение (изобр. S_1 в сферическом зеркале после 1 изобр. в линзе) должно совпасть с 1 изображением в линзе (для выполнения формулы тонкой линзы).

Т.к. Оно формируется там где зав-ти от n шара, то это изображение в центре этого шара

Формула тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b+R} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{4,5R} + \frac{1}{9R} = \frac{1}{F} = \frac{3}{9R} = \frac{1}{3R} \Rightarrow \underline{F = 3R}$$

- 2) Лучи, преломленные в шаре должны идти так же, как лучи от изображения 1, которое теперь на расст $3R$ от центра





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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a mass-spring system on a moving support.

Diagram 1 (Top): Shows a mass m on a spring with constant k . The support moves vertically with acceleration a . The displacement of the mass from its equilibrium position is x . The displacement of the support is y . The equilibrium position of the mass is at x_0 .

Equations:

$$m\ddot{x} = -kx - \mu mg$$
$$a\ddot{x} = kx - \mu mg$$
$$v_s = at$$
$$v = A\omega \cos \omega t$$
$$x = A \sin \omega t + \frac{\mu mg}{k}$$

Diagram 2 (Bottom): Shows the mass m on the spring. The displacement of the mass from its equilibrium position is x . The displacement of the support is y . The equilibrium position of the mass is at x_0 .

Equations:

$$y = A \sin \omega t$$
$$y = A \cos$$
$$y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$
$$-m\ddot{x} = -(k(x) - \mu mg)$$
$$m\ddot{x} + kx - \mu mg = 0$$
$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x - \frac{\mu mg}{m} = 0$$
$$\ddot{y} + \frac{k}{m}y = 0$$

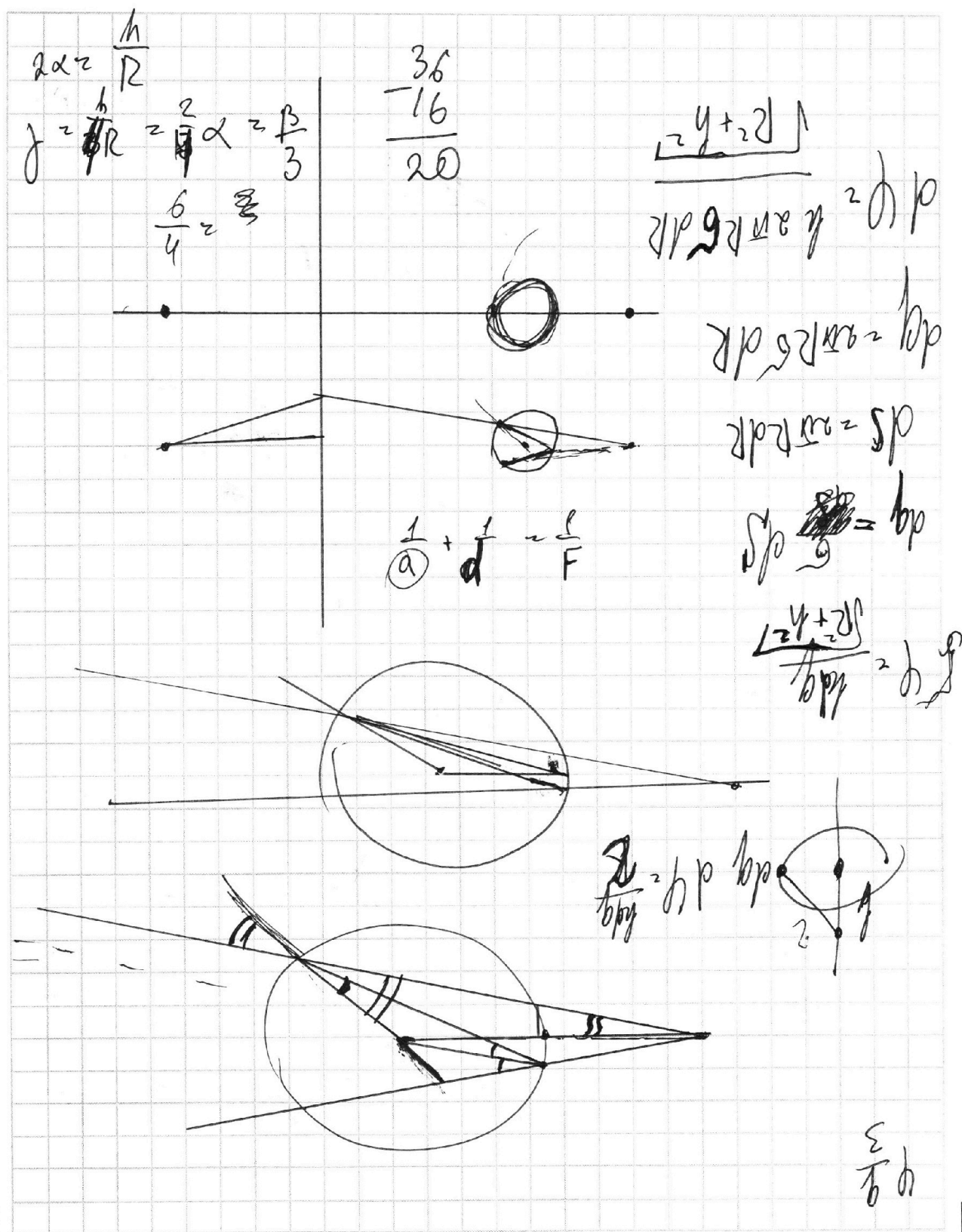


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



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**.

[illegible]

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!

[illegible]



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!

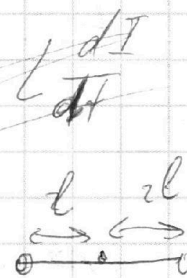
$$\Phi = \text{const} \quad \frac{1}{4SR} + \frac{1}{\cancel{R}} = \frac{1}{F}$$

$$\Phi_0 = B_0 S n$$

$$\Phi_L = L I$$

$$\Phi = B S n + (L_1 + L_2) I = B_0 S n$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}$$



$$\mathcal{E} = \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S n}{13L}$$

$$dq = I dt$$

$$\mathcal{E} = \frac{(B_0 - B) S n}{L_1 + L_2}$$

$$dq = \frac{(B_0 - B) S n}{L_1 + L_2} dt$$

$$= \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2} dt - \frac{B S n}{L_1 + L_2} dt$$

$$p = k_2 t + b_0$$

$$0 = k_2 t - b_0 = 80$$

$$\frac{3}{4} \quad 18 + 3 + 6 = 27$$

$$1,6 \cdot 50$$

$$b_0 = -80 \text{ кПа}$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{1}{2}$$

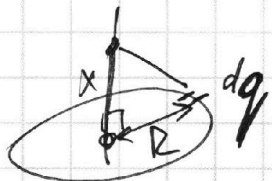
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\cancel{a}} = \frac{1}{F}$$

$$p_{\text{нп}0} V = \frac{m}{\mu} R T_0$$

$$\frac{p_{\text{нп}0}}{p_{\text{нп}x}} = \frac{T_0}{T_x}$$

$$p_{\text{нп}x} V = \frac{8m}{\mu} R T_x$$

$$\frac{p_{\text{нп}x}}{T_x} = \frac{8 p_{\text{нп}0}}{T_0}$$



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

$$\varphi = \frac{k q}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

