



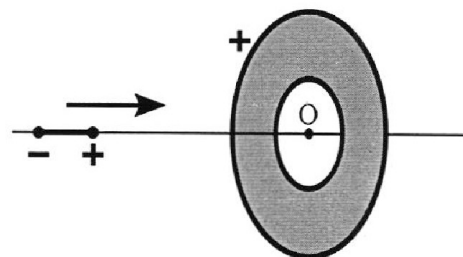
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

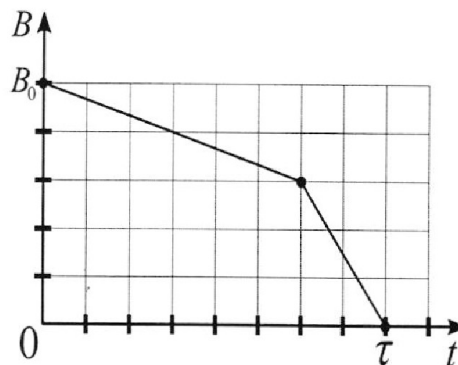
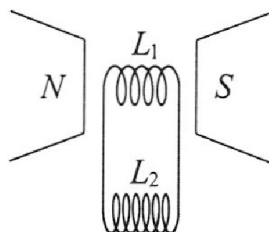


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



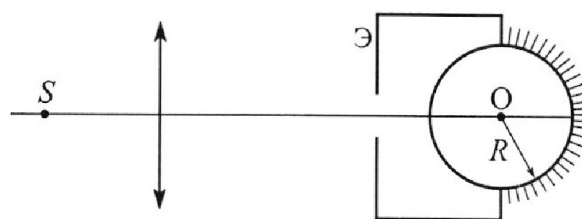
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



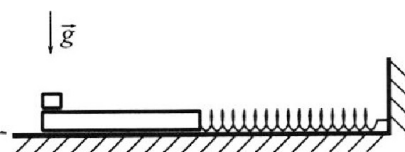
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

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.

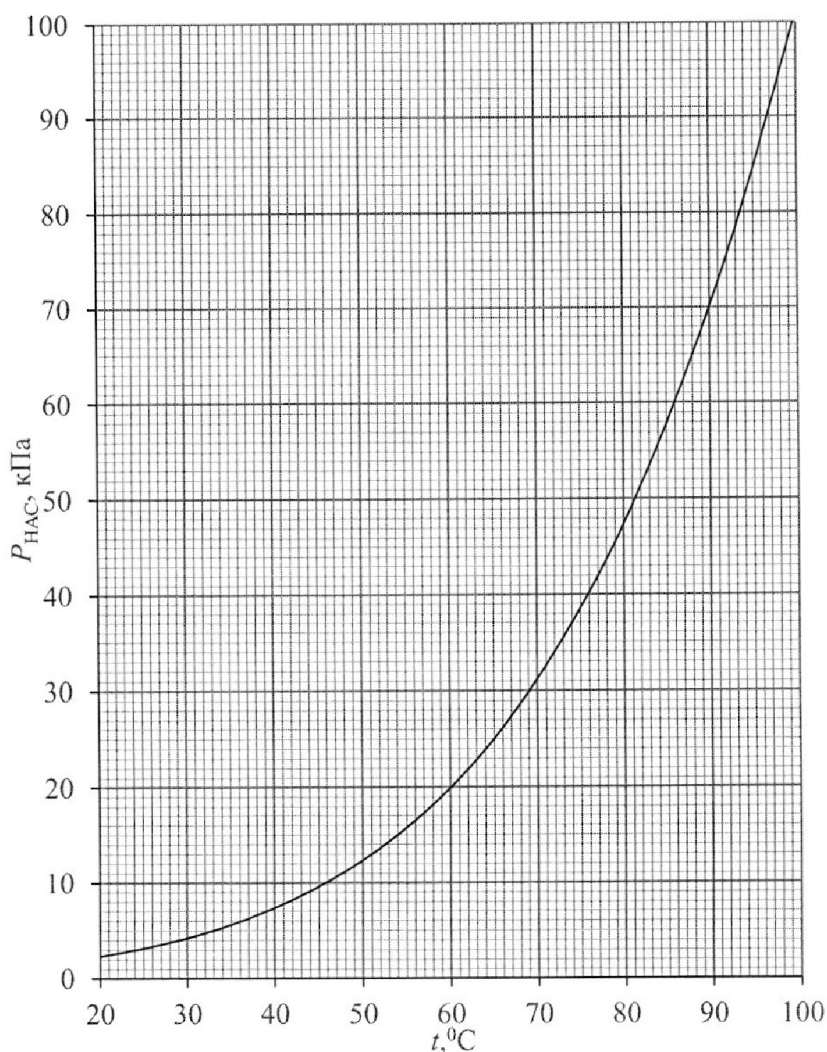


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

Объём 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
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!

По усл-ю в момент, когда усе-с доски впервые равно нулю, относительное движение бруса и доски ~~равно~~ преобразуется, т.е. их скорости становятся равными, до момента, когда усе-с доски не равно нулю, брус и доска движутся относительно друг-друга $\rightarrow$ между ними сила трения будет до этого момента всегда равна силе трения скольжения, т.е. до момента, когда усе-с доски равно нулю, не доска движется брус.

и $F_{тр} = \text{const} + F_{упр.}$ зависит от стати, т.е. от координаты тела

$$M\ddot{x}_g = -Kx + F_{тр}^{\text{const}}$$

$\rightarrow$ это упр-е колебаний, т.е. постоянная сила влияет только на положение равновесия,

а период этих колебаний будет таким же, как если бы постоянная сила не была $\rightarrow$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$\rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$x_1 = A$ начальная статика пружины будет амплитудой колебаний, т.е. в момент, когда $x = 0$, усе-с равно нулю

$$a_1 = x_1 \cdot \omega^2 = Kx \rightarrow \frac{K}{M} \cdot \frac{K}{K} = Kx$$



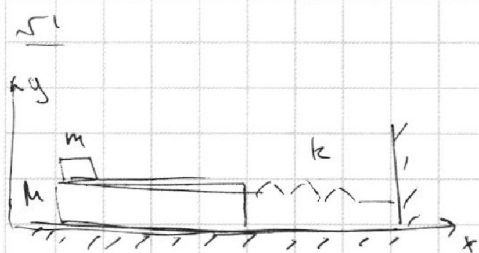
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,4$$

$$x_1 - ? \quad (a_{\text{отн}} = 0)$$

$$a_{\text{отн}} - ?$$

$$x_{\text{отн}} - ? \quad (a_{\text{отн}} = 0)$$

Решение:

Дружине в начале по условию сдвигается $\Rightarrow$ сила упругости будет действовать на блок влево $\Rightarrow$ сила трения будет на блок действовать вправо, а на брусок влево.

Т.е. брусок не останется на месте $F_{\text{тр}} = F_{\text{упр}} = \mu N_{\text{отн}} \approx$ в проекции

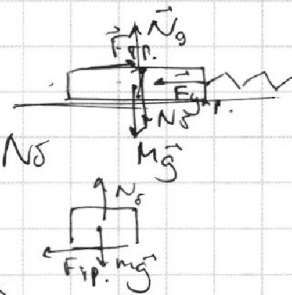
запишем II 3-н. в осн

$$M \ddot{x}_g = F_{\text{тр}} - F_{\text{упр}}$$

$$M \ddot{y}_g = 0 = N_g - Mg - N_s$$

$$m \ddot{x}_s = -F_{\text{тр}}$$

$$m \ddot{y}_s = 0 = N_s - mg$$



$$F_{\text{тр}} = \mu N_s = \mu mg \Rightarrow m \ddot{x}_s = -\mu mg \Rightarrow \ddot{x}_s = -\mu g$$

$$F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow M \ddot{x}_g = \mu mg - kx \Rightarrow \ddot{x}_g = \frac{\mu mg}{M} - \frac{kx}{M}$$

В момент, когда относительное ускорение бруска и блока равно нулю, их абсолютные ускорения равны между собой $\Rightarrow \ddot{x}_s = \ddot{x}_g \Rightarrow$

$$\Rightarrow -\mu g = \frac{\mu mg}{M} - \frac{kx}{M}$$

$$-\mu Mg = \mu mg - kx_1$$

$$x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{0,4 \cdot 10^2 \cdot (4 \text{ кг} + 1 \text{ кг})}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{0,4 \cdot 5}{10} = 0,2 \text{ м}$$



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!

52

Дано:

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

$$m_{n1} = 7m_{n1}$$

$$t = 90^\circ\text{C}$$

$$\frac{m_{n2}}{m_{n1}} = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\varphi^* = ?$$

Решение:

По ум.-ю $V = \text{const}$, если в сосуде есть жидкая вода, то $V_{\text{жидк}}$ значит, пар в нем насыщенным

m_{n1} - масса пар в начале, m_{n2} - масса пар в конце
если вся вода испарилась, то

$$m_{n2} = m_{n1} + m_{n1} = 8m_{n1} \rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{m_{n2}}{m_{n1}} = 8$$

Возьмем ур-е Менделеева - Клапейрона:

$$pV = \nu R T = \frac{m}{M} R T$$

$$p_1 V = \frac{m_{n1}}{M} R T_1$$

$$p_1 = p_{\text{нас.}}(t_0), \text{ т.к.}$$

где p_1 и T_1 - давление и температура в начале до нагревания, соответственно

до нагрев-я пар в сосуде был насыщенным
в момент, когда испарение прекращается, $m_2 = m_{n2}$, а $p = p_{\text{нас.}}(t^*)$

$$p_2 V = \frac{m_{n2}}{M} R T^*$$

$T^* \rightarrow t^*$ в формулах

$$p_2 = p_{\text{нас.}}(t^*)$$

p_2 - давл-е в момент, когда испарение прекращается

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{m_{n1}}{M} R T_1 \\ p_2 V = \frac{8m_{n1}}{M} R T^* \end{cases} \quad \div$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{8T^*}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{8T^*}{T_1} p_1 = \frac{8p_1}{T_1} T^*$$

p_1 мы можем найти из графика $p_1 = p_{\text{нас.}}(t_0)$



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 ☐

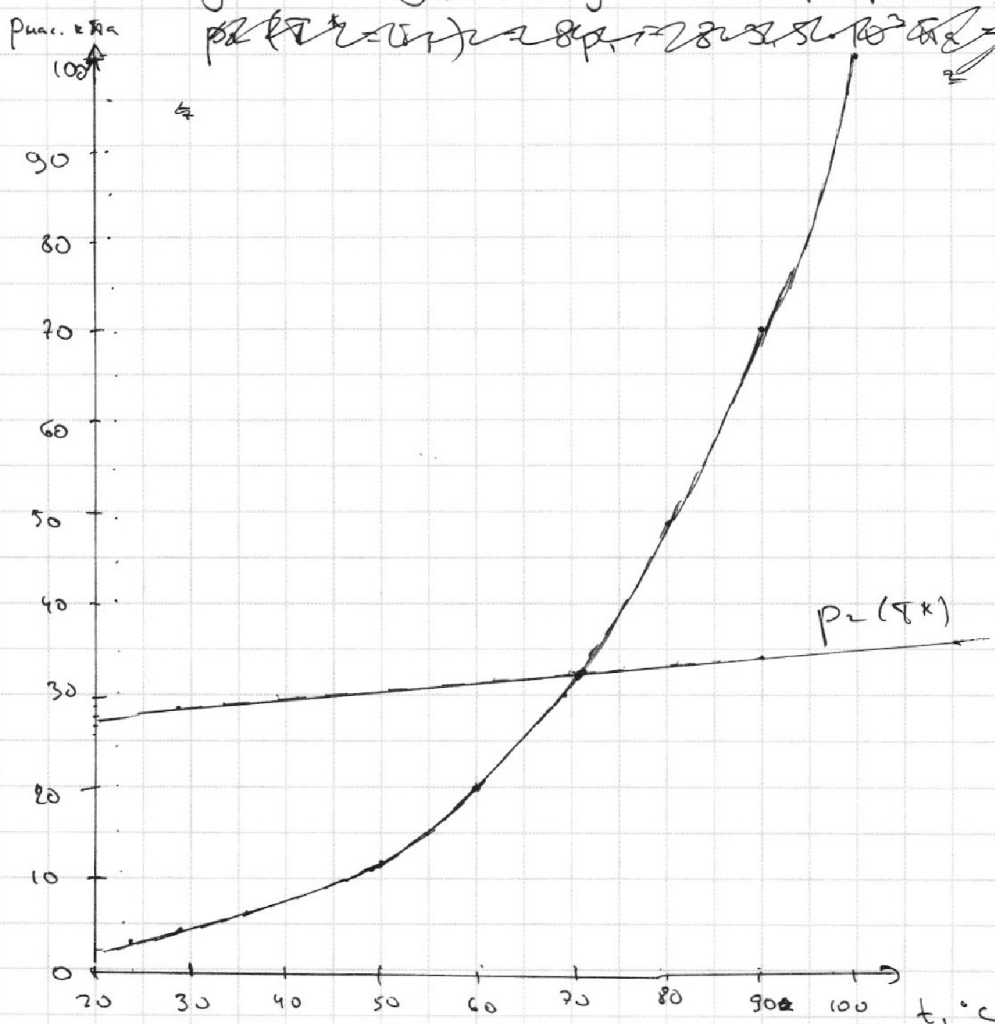
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

$$\approx 3,5 \text{ кПа} = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$T_1 = t_0 + 273 = 27 + 273 = 300 \text{ К}$$

функция $p_2 = \frac{8p_1}{T_1} \cdot T^*$ — это прямая пропорционально, т.е. начинаем из нуля и идёт с постоянным возрр. $\Rightarrow$ её можно построить по двум точкам и найти пересечение с данной кривой зависимости $p_{\text{нас}}(T)$



$$\begin{aligned} p_2(T^*) &= \frac{8p_1}{T_1} \cdot T^* = \frac{8 \cdot 3,5 \cdot 10^3}{300} \cdot 363 = 33,8 \text{ кПа} \\ p_2(T^*) &= 280 \text{ Па} \\ p_2(T^*) &= 16 p_1 = 56 \text{ кПа} \end{aligned}$$

$$\frac{8p_1}{T_1} = \frac{8 \cdot 3,5 \cdot 10^3}{300} = \frac{8 \cdot 35}{3} = \frac{280}{3} \quad p_2(T_1) = 8p_1 = 28 \text{ кПа}$$

$$p_2(T^* = 30 + 273 \text{ К}) = p_2(T^* = 363 \text{ К}) = \frac{280}{3} \cdot 363 = 280 \cdot 121 = 33,8 \text{ кПа}$$



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!

Точка пересечения примерно в $t = 70^\circ\text{C}$
 $\rightarrow t^* = 70^\circ\text{C}$

$\varphi = \frac{p_n}{p_{n,h}} \cdot 100\%$ влажность - это отношение
 парциального давления пара
 к давлению насыщ. пара
 при данной температуре

$p_{\text{нас.}}(t = 90^\circ\text{C})$ можно найти из таблицы
 $p_{\text{нас.}}(t = 90^\circ\text{C}) = 70 \text{ кПа}$

от $t = 70^\circ\text{C} = t^*$ до $t = 90^\circ\text{C}$ вода в
 паре уже не помещается $\rightarrow$ это процесс
 изохорное нагревание

$$p_2 V = \frac{m_{\text{пар}}}{\mu} R T^*$$

$$p_3 V = \frac{m_{\text{пар}}}{\mu} R T_R$$

p_3 - давл. пара
 при $t = 90^\circ\text{C}$

$T_R = t = 90^\circ\text{C}$ в Кельвинах

$$\rightarrow \frac{p_3}{p_2} = \frac{T_R}{T^*}$$

$$T_R = 90 + 273 = 363 \text{ K}$$

$$T^* = 70 + 273 = 343 \text{ K}$$

$$p_2 \approx 31 \text{ кПа}$$

$$\rightarrow p_3 = p_2 \cdot \frac{T_R}{T^*} =$$

$$= 31 \cdot 10^3 \cdot \frac{363}{343}$$

$$\varphi = \frac{31 \cdot 10^3 \cdot \frac{363}{343}}{70 \cdot 10^3} \approx 100\% \approx 50\%$$

Ответ: $\frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{а.г}}} = 8$
 $t^* = 70^\circ\text{C}$
 $\varphi = 50\%$



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!

$$\frac{\pi \mu \sigma_0^2}{3} = \frac{\pi \mu \sigma_c^2}{2} \Rightarrow \sigma_c = \sigma_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \sigma_0 \frac{\sqrt{6}}{3}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \sigma_c = \sigma_0 \frac{\sqrt{6}}{3}}$$



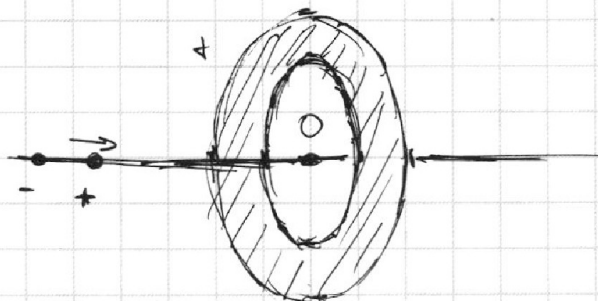
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

53



Решение.

Пусть q - заряд диона,
положительный - это $+q$
отрицательный это $-q$

Для можно предположить,

как ~~как~~ бесконечно много
точек равномерно заряжен-
ной колец, а не от
кольца поле направлено
вдоль этой оси, а, так

$$v_{\min} = v_0$$

$$q \rightarrow \frac{q}{3}$$

$$v_c - ?$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} - ?$$

как дион не остановится, на оба заряда
во время движения действует кольцо или
колец, направленная вдоль оси колец -
на отрицательный заряд сила направлена
к кольцу, на положительный - от колец

$$F_e = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2} = E \cdot q \quad \text{в д.р. по мере}$$

приближении к центру положительный заряд
близ к кольцу, сумма сил на дион,
направлена от колец

$$\text{Пусть масса шарика} - m \rightarrow E_0 = \frac{2m v_0^2}{2} = m v_0^2$$

$E_0 = \Delta \varphi \cdot q$ ✓ т.е. это минимальная скорость,
которая нужна для крайста, в центре
колец $\varphi = 0$ при q , заменим $3q$ на заряд $\frac{q}{3}$:

$$E_0 = \Delta \varphi \cdot \frac{q}{3} + k \frac{2m v_0^2}{2} \Rightarrow E_0 = \frac{E_0}{3} + \frac{2m v_0^2}{2}$$



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
☐

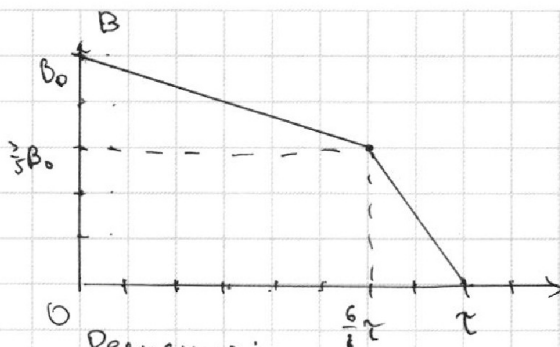
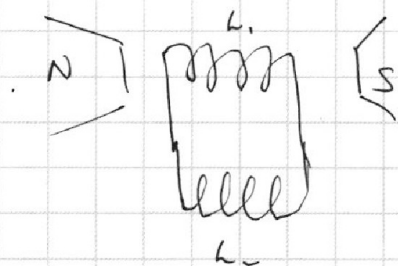
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

54



Решение:

Катушка - сверхпроводящая, она сохраняет Φ_0 и ток через себя $\Rightarrow$ когда на катушку включается магнитное поле, ток катушки ослабевает, через катушку пойдет ток такой силы, чтобы суммарный ток остался тем же.

$$l_1 = 5L$$

$$n, S, B_0$$

$$l_2 = 8L$$

$$\tau$$

$$\Phi_0 (\Phi(l_1)) - ?$$

$$q_{L_1} - ?$$

$$B_0 \cdot S \cdot n = \Phi_0 \leftarrow \text{магнитный поток через катушку}$$

Когда магнитное поле ещё не включили, через вторую катушку тока нет

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_0 \leftarrow \text{ток в катушке и магнитного поля}$$

$$l_1 \Phi_0 + l_2 \Phi_0 = B_0 S n$$

$$l_1 = 5L \quad \Rightarrow \quad \Phi_0 = \frac{B_0 S n}{l_1 + l_2} = \frac{B_0 S n}{13L}$$

$$l_2 = 8L$$

Ток сохраняется в любой момент времени $\Phi(t) + \Phi_1(t) + \Phi_2(t) = \Phi_0$

$\Phi(t)$ — это магнитный ток от внеш. поля

$\Phi_1(t)$ — ток через катушку l_1

$\Phi_2(t)$ — ток через катушку l_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
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!

$$\sin B(t) + (L_1 + L_2) \dot{\varphi} = B_0 \sin \alpha$$

$$\dot{\varphi} = \frac{dq}{dt}$$

$$\dot{\varphi} = \frac{dq}{dt} = \frac{B_0 \sin \alpha - B(t) \sin \alpha}{L_1 + L_2}$$

~~если обе~~

$$dq = \frac{B_0 \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt - \frac{B(t) \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt$$

смысл интегрировать обе части, слева получим заряд, прошедший в течение Δt в. в. в течение Δt только две катушки, они и будут зарядом, прошедшим через вторую катушку

$$\int_0^{\tau} dq = \int_0^{\tau} \frac{B_0 \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt - \int_0^{\tau} \frac{B(t) \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt$$

$$q_{12} = \frac{B_0 \sin \alpha}{L_1 + L_2} \tau - \int_0^{\tau} \frac{B(t) \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt$$

$$\int_0^{\tau} \frac{B(t) \sin \alpha}{L_1 + L_2} dt = \frac{\sin \alpha}{L_1 + L_2} \left(\int_0^{\tau} B(t) dt \right)$$

а это просто равно площади под графиком $B(t)$ от 0 до τ

Площадь эту можно вычислить, разбив фигуру на графике на два прямоугольника 4×2 и 4×2 , у точки "сигналы" на графике координата $(\frac{1}{2}\tau; \frac{2}{3}B_0)$



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!

$$S = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{5} B_0 \cdot \frac{6^2}{8}}_{\text{площадь верхнего тр-ва}} \tau + \underbrace{\frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{6}{8} \tau}_{\text{площадь кр-ва}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} B_0 \cdot \frac{\pi}{8} \tau}_{\text{площадь нижнего тр-ва}} =$$
$$= \frac{3}{20} B_0 \tau + \frac{9}{20} B_0 \tau + \frac{3}{40} B_0 \tau = \frac{6 + 18 + 3}{40} B_0 \tau =$$
$$= \frac{27}{40} B_0 \tau$$

$$q_{\text{из}} = \frac{B_0 \tau S_{\text{н}}}{13L} \left(1 - \frac{27}{40} \right) = \frac{13}{40} \cdot \frac{B_0 \tau S_{\text{н}}}{13L} =$$
$$= \frac{B_0 \tau S_{\text{н}}}{40L}$$

$$\text{Ответ: } S_0 = \frac{B_0 S_{\text{н}}}{13L}$$
$$q_{\text{из}} = \frac{B_0 \tau S_{\text{н}}}{40L}$$



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.

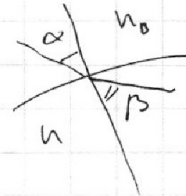
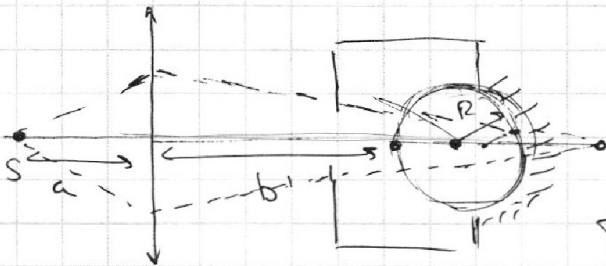
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

возда но уменьшил расстояние



$n_B = 1$

возвр.

предела.

возвраще

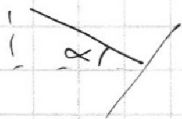
по закону Снелла

$$n_B \cdot \sin(\alpha) = n \sin(\beta)$$

а, с. р. угол малое,

$$n_B \cdot \alpha = n \beta, \quad n_B = 1 \Rightarrow \alpha = n \beta$$

нам нужен базис n , тогда S , все равно
можно в $\odot$



$$\sin(\alpha) \tan(\alpha) = \frac{h}{R} \approx \alpha$$

$$\tan(\beta) = \frac{h}{R} = \beta$$

$$n = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{3}{2}$$

Обс:

$$F = 3R$$

$$n = \frac{3}{2}$$



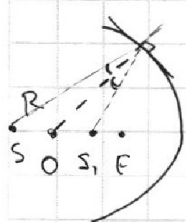
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

совпадает с источником $\Rightarrow$ ~~рас.~~ формула тонкой линзы, помучаясь, что расстояние от нее до S_1 и S_2 должны совпадать



чтобы построить луч в сферическом зеркале, нужно в точку на зеркале, в которую падает луч, опустить радиус из центра сферы и отрезать луч относительно радиуса (как раз радиус перп. кас. и мы получим, что, как и для любого зеркала, угол падения равен углу отражения) $\Rightarrow$ источник и изображение в сферическом зеркале совпадают тогда, когда луч находится в центре сферы $\Rightarrow f = b + R = 2R$

Подставляем в формулу тонкой линзы:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \\ F &= \frac{d \cdot f}{d + f} = \frac{a \cdot f}{a + f} = \frac{\frac{3}{2}R \cdot 2R}{\frac{3}{2}R + 2R} = \frac{3R \cdot 2R}{3R + 4R} = \frac{6R^2}{7R} = \frac{6}{7}R \\ &= \frac{3R}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{3}{2}} = 3R \end{aligned}$$

$$\Delta = 3R \Rightarrow b' = 5R$$



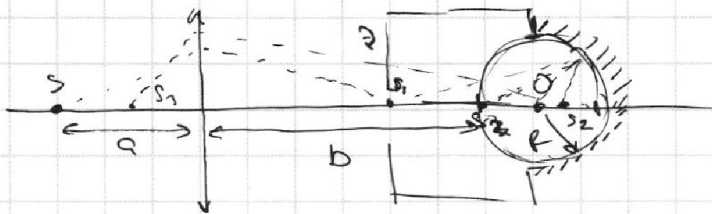
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

55



Дано:

$$R, a = 4,5R$$

$b = 3R \rightarrow$ источник и
изображение
совпадают
при $a = b$ и

$F = ?$

$\Delta = 3R$ - изображение совпадает

$n = ?$

для линзы запишем формулу тонкой линзы

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

т.е. свет от источника попадает в линзу, что даёт нам первое изображение S_1 , это изображение отражается от вогнутого зеркала, что даёт второе изображение S_2 , и это изображение попадает в линзу, что даёт нам третье изображение S_3 , которое по условию

Решение:

Для сферического зеркала

$$R = 2F$$

~~Формула сферического зеркала находится посередине между центром сферы~~

т.е. формула находится на г.о.о. линзы на расстоянии $\frac{R}{2}$ от точки O



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!

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} B_0 \cdot \frac{8}{8} \tau =$$

$$\frac{3}{5} B_0 \tau =$$

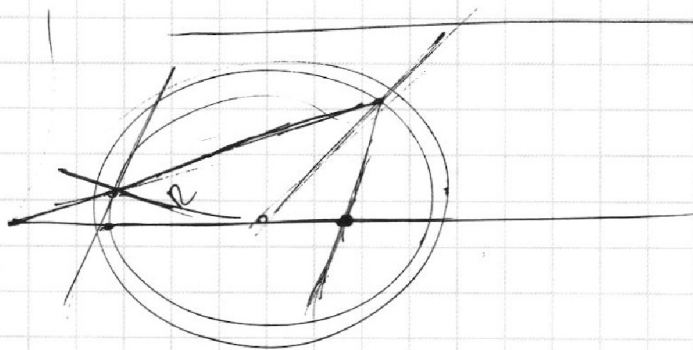
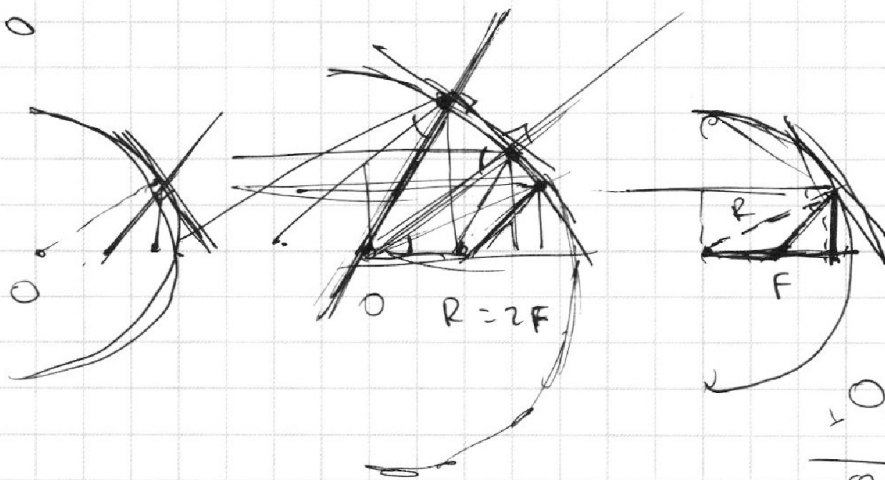
$$= \frac{3}{20} B_0 \tau$$

$$\frac{3}{5} B_0 \cdot \frac{8}{8} \tau = \frac{3}{20} B_0 \tau$$

$$\frac{8}{8} \tau \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} B_0 = \frac{3}{40} B_0 \tau$$

$$S = \frac{3}{20} + \frac{3}{40} + \frac{9}{20} = \frac{6+3+18}{40} = \frac{27}{40} B_0 \tau$$

$$\ddot{x}_g = 0$$



$$\begin{array}{r} 280 \\ \times 101 \\ \hline 281 \\ + 000 \\ \hline 2810 \\ 28381 \\ 2, \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 280 \\ \times 121 \\ \hline 281 \\ + 560 \\ \hline 280 \\ 33,881 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 280 \\ \times 260 \\ \hline 343 \\ + 260 \\ \hline 1000 \\ + 2744 \\ \hline 686 \\ 96040 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 96040 \\ \div 32 \\ \hline 3201 \\ - 6 \\ \hline 6 \\ - 6 \\ \hline 0 \\ - 0 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,44 \\ \times 1,1 \\ \hline 0,44 \\ + 0,44 \\ \hline 0,44 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 31 \overline{) 70,48} \\ \underline{363} \\ 363 \\ \underline{363} \\ 363 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 1,1 \\ \hline 363 \\ + 363 \\ \hline 3993 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 363 \overline{) 343} \\ \underline{200} \\ 200 \\ \underline{200} \\ 0 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 0,44 \cdot 1,1 \\ 31 \overline{) 70} \\ \underline{0,44} \\ 30 \\ \underline{280} \\ 200 \end{array}$$