



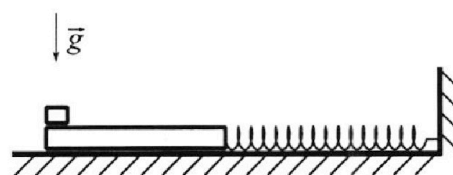
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

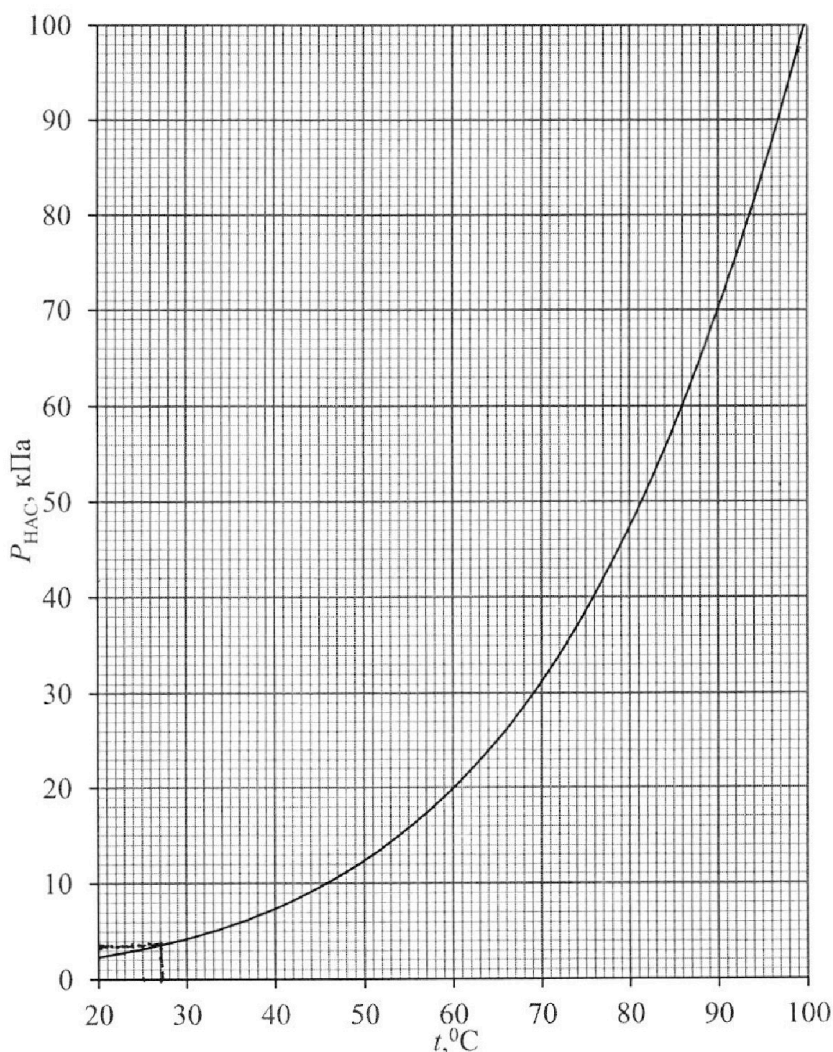


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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





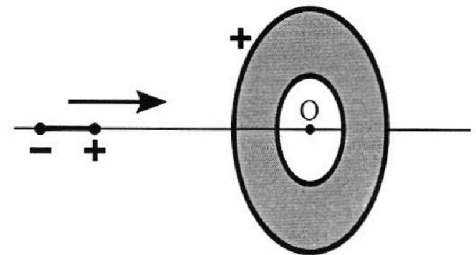
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



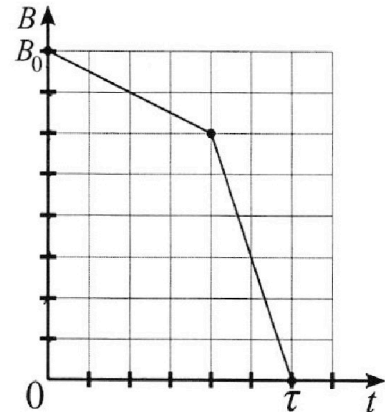
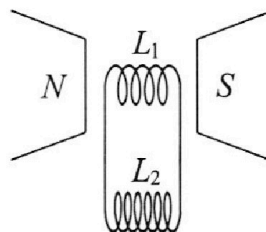
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

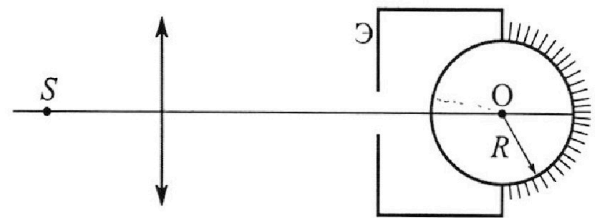
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



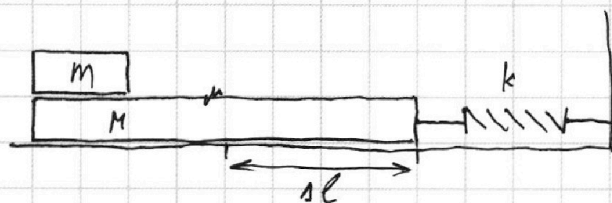
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

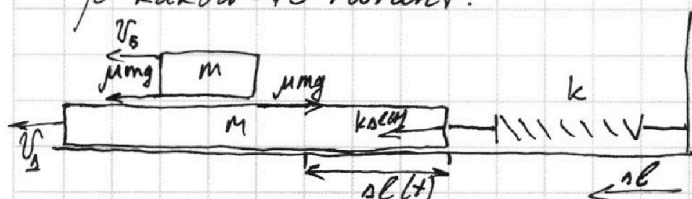
№1



Начальная энергия: $k \frac{\Delta l^2}{2}$

$\Delta l = \Delta l(0)$

В какой-то момент:



Энергия: $k \frac{\Delta l(t)^2}{2} + m \frac{v_{\Delta}^2}{2} + 14 \frac{v_{\Delta}^2}{2}$

$$\begin{cases} k \Delta l(t) - \mu mg = M a_{\Delta} \rightarrow \Delta l''(t) + \frac{k}{M} \Delta l(t) + \mu g = 0 \quad (*) \\ \mu mg = m a_{\Delta} \end{cases}$$

Относительное ускорение $a_{отн} = a_{\Delta} - a_{\Delta}$. Тогда когда $a_{отн} = 0$:

$$\begin{cases} a_{\Delta} = a_{\Delta} = a \rightarrow \\ k \Delta l(t) - \mu mg = M a \\ \mu mg = m a \end{cases} \rightarrow a = \mu g$$

$$k \Delta l(t) - \mu mg = \mu Mg$$

$$\Delta l(t) = \frac{\mu g (M + m)}{k}$$

$$\Delta l(t) = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2 + 1)}{50} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м} = 18 \text{ см}$$

В момент, когда $a_{\Delta} = 0$:

$$k \Delta l(t) = \mu mg$$

из зав-ва (*):

$$\Delta l''(t) + \frac{k}{M} \Delta l(t) + \mu g = 0$$

Возьмем производную:

$$\Delta l'''(t) + \frac{k}{M} \Delta l'(t) = 0 \rightarrow (\Delta l'(t))'' + \frac{k}{M} \Delta l'(t) = 0$$

$$\Delta l'(t) = v_{\Delta}(t)$$

Тогда равенство принимает вид:

$$v_{\Delta}''(t) + \frac{k}{M} v_{\Delta}(t) = 0 \rightarrow \omega = \sqrt{k/M} = \sqrt{25} \text{ с}^{-1} = 5 \text{ с}^{-1}$$

Так как $v_{\Delta}(0) = 0$, то закон изменения скорости выглядит как:

$$v_{\Delta}(t) = v_{\Delta} \sin(\omega t)$$

Таким образом, наша задача - найти v_{Δ} .

Стоит отметить, что $\Delta l(t) = \int v_{\Delta}(t) dt = -\frac{v_{\Delta}}{\omega} \cos(\omega t)$. Тогда при $t = 0$ $\omega \Delta l(0) =$

$$\text{тогда } \Delta l(0) = -\frac{v_{\Delta}}{\omega} \cdot 1 \rightarrow v_{\Delta} = -\Delta l(0) \omega.$$

Тогда:

$$\Delta l(t) = -\frac{v_{\Delta}}{\omega} \cos(\omega t)$$



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 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!

Ответ: смещение пружины в указанный момент времени равно 18 см.



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 Т.к. дано:

$$m_B = 11 m_{по}$$

А также известно, что в результате вся вода превращается в пар, то, т.к. масса неизменна, то:

$$m_{пар} = m_{по} + m_B = 12 m_{по}$$

Тогда отношение масс пара в конце и в начале нагревания:

$$\frac{m_{пар}}{m_{по}} = \frac{12 m_{по}}{m_{по}} = 12$$

Так, как масса воды или пара (воды в воздухе), пар-идеальный газ, то справедливы равенства:

$$V_B = 11 V_{по}$$

$$V_{пар} = 12 V_{по}$$

$$P(T) V = \nu(T) R T$$

, где $P(T)$ - давление в зависимости от температуры, $\nu(T)$ - количество газа в зависимости от температуры. Также следует отметить, что $\nu(T_0) = \nu_{по}$, $\nu(t^*) = \nu(T^*) = 12 \nu_{по}$. Также из графика $P(T_0) = 3,5 \times 10^5$ Па.

До достижения температуры t^* пар насыщенней, следовательно, давление его соответствует графику. Тогда можно записать систему:

$$P(T_0) V = \nu_{по} R T_0$$

$$P(t^*) V = 12 \nu_{по} R t^*$$

$$\text{Заметим, что } T_0 = 27^\circ \text{C} = 273 + 27 \text{ K} = 300 \text{ K}$$

$$3500 V = \nu_{по} R \cdot 300$$

$$\frac{V}{\nu_{по} R} = \frac{3}{35}$$

$$\frac{V}{\nu_{по} R} = \frac{P(t^*)}{12 \nu_{по}} \cdot \frac{12 t^*}{P(t^*)} = 35$$

$$\frac{P(t^*)}{12 \nu_{по}} = \frac{35}{12 t^*} \rightarrow \frac{P(t^*)}{4 t^*} = 35$$

$$P(t^*) = \frac{35}{4} \cdot 4 t^* = 140 t^*$$

Данная функция представляет собой прямую, пересекающую график $P_{пар}(t)$ в точке: $(t^*, P(t^*))$.

При $t^* = T_0$ $P(t^*) = 140 \cdot 300 = 42 \times 10^5$ Па, при $t^* = T_{ки}$ $P(t^*) = 140 \cdot (273 + 92) = 140 \cdot 365 = 51,1 \times 10^5$ Па. Тогда искомая температура $t^* = 81^\circ \text{C} = 354 \text{ K}$

После данной температуры справедливо:

$$P V = 12 \nu_{по} R T$$

То есть при температуре $T = t^*$:

$$P^* V = 12 \nu_{по} R T^*$$

и при температуре $T = T_{ки}$:

$$P_{ки} V = 12 \nu_{по} R T_{ки}$$



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!

Решая систему, получим:

$$P^* V = 12 \sqrt{p_0} R t^*$$

$$P_u V = 12 \sqrt{p_0} R T_u$$

$$\frac{V}{\sqrt{p_0} R} = \frac{12}{P^*}$$

$$\frac{V}{\sqrt{p_0} R} = \frac{12}{P_u}$$

$$\frac{P^*}{P_u} = \frac{T_u}{t^*}$$

$$P_u = P^* \frac{T_u}{t^*}$$

Так как ранее мы нашли, что $P^* = 140 \text{ тПа}$; $T_u = 97^\circ\text{C} = 370\text{K}$, то:

$$P_u = 140 \cdot 370 = 51,8 \text{ кПа}$$

Таковым будет давление в итоге. Однако предположим, что у нас насыщенного пар. Тогда при температуре T_u давление насыщенного пара $P_{нг} = 97,5 \text{ кПа}$. Пусть в таком паре количество воды — $x \sqrt{p_0}$, где x — некий коэффициент. Тогда справедлива система:

$$P_u V = 12 \sqrt{p_0} R T_u$$

$$P_{нг} V = x \sqrt{p_0} R T_u$$

$$\frac{V}{\sqrt{p_0} R T_u} = \frac{12}{P_u}$$

$$\frac{V}{\sqrt{p_0} R T_u} = \frac{x}{P_{нг}}$$

$$\frac{12}{P_u} = \frac{x}{P_{нг}}$$

$$x = 12 \frac{P_{нг}}{P_u}$$

Отметим, что φ — отношение массы пара в воздухе к массе пара в насыщенном воздухе, а масса пара прямо пропорциональна его количеству. Тогда:

$$\varphi = \frac{x \sqrt{p_0}}{12 \sqrt{p_0}} = \frac{x}{12} = \frac{P_{нг}}{P_u} = \frac{97,5}{51,8} = \frac{51,8}{97,5} = \sim 0,5335 = \sim 53,4 \%$$

Ответ: отношение масс равно 12, $t^* = 81^\circ\text{C}$, $\varphi = 53,4 \%$

Использованные величины:

m_0 — масса воды

$m_{п0}$ — масса пара в начале

$m_{пн}$ — масса пара в конце

$\sqrt{p_0}$ — кол-во воды

$\sqrt{p_0}$ — кол-во пара в начале

$\sqrt{p_н}$ — кол-во пара в конце

$T_0 = t_0$ — темп. в начале

$T_u = t$ — темп. в конце

$P^* = P(t^*)$

V — объем сосуда

P_u — давление газа в конце

$P_{нг}$ — давление насыщенного пара при температуре t

$\sqrt{p_н} = x \sqrt{p_0}$ — количество воды в насыщенном паре при темп. t

x — безразмерный коэффициент



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

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

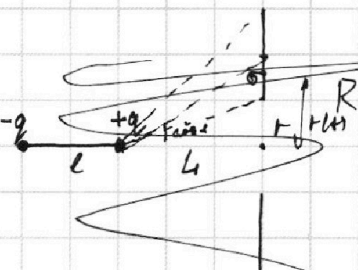
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

№3

Рассмотрим поперечное равновесие. Так как минимальная скорость для пролета V_0 , то в момент равновесия скорость диполя равна 0.

Для ~~каждого~~ ^{положительного} заряда притягиваю



$$dF = \int \frac{k q \sigma d\tau}{r^2} = \int \frac{k q \sigma d\tau}{L^2 + r^2} = \int \frac{k q \sigma L}{L^2 + r^2} dr$$

$$dF = \int dF d\tau$$

Начальная энергия $m \frac{V_0^2}{2} = m V_0^2$ (т.к. диполь бесконечно мал).

Энергия электрического взаимодействия каждого из зарядов диполя и диска: $E = k q \int \frac{d\tau}{r^2} \cdot \Delta(\sigma, L)$, где $\Delta(\sigma, L)$ - характеристика, зависящая от заряда диска и расстояния до ~~диполя~~ заряда.

Отметим, что при пролете через центр диска центра диполя расстояние от диска до каждого из зарядов одинаково $\rightarrow \Delta(\sigma, L)$ одинакова для энергии взаимодействия каждого из зарядов с диском. Тогда E_+ (взаимод. полож. заряда с диском) равна $k q \Delta(\sigma, L)$, E_- (взаимод. отриц. заряда с диском) равна $k \cdot (-q) \Delta(\sigma, L)$. Т.к. $\Delta(\sigma, L)$ одинакова (L равны), то энергия при пролете через центр равна $m \frac{V^2}{2} + E_+ + E_- = m V^2 + k q \Delta(\sigma, L) (1 - 1) = m V^2 = m V_0^2 \rightarrow$ скорость ~~диполя~~ при пролете через центр всё так же равна V_0 .

Ответ: скорость при пролете через центр диска центра диполя равна 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**.

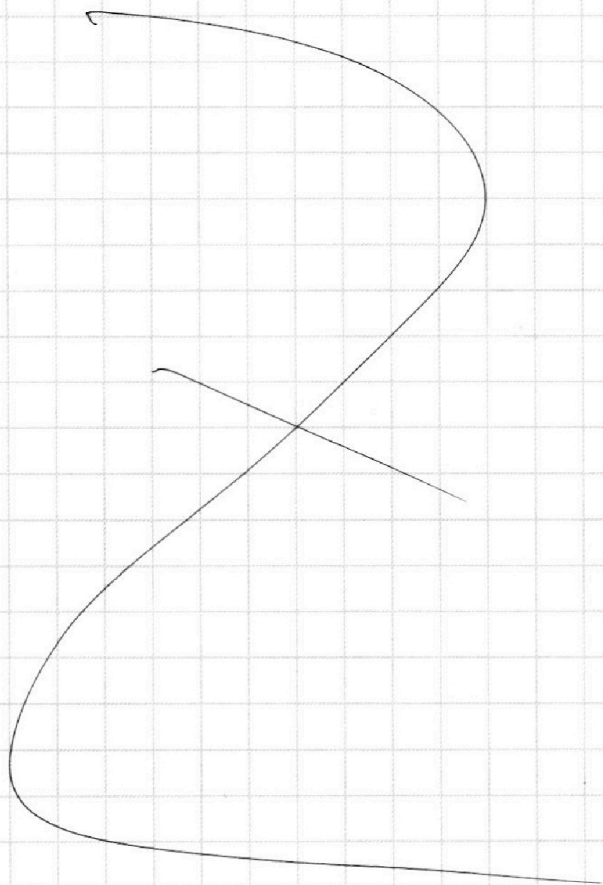
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

Следует отметить, что q - фактически есть сумма $\int I(t) dt$, то есть в данной системе заряд, протекающий через всю цепь в принципе равен заряду, протекающему через каждую катушку в частности (т.к. заряд нигде не прибавал и нигде не убывал), следовательно, ответ получен.

Ответ: ток в итоге $I_0 = \frac{8B_0 S_1}{7L}$; протекающий заряд $q = \frac{17B_0 S_1 \varepsilon}{21L}$





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!

№4

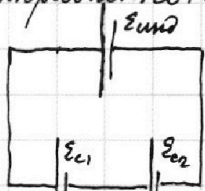
Общая площадь витков первой катушки $S = 8S_1$. Справедливо, что:

$$\Phi = BS$$

$\mathcal{E}_{\text{инд}}$ - напряжение вследствие изменения магнитного поля

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = \Phi' = S B'(t) = \cancel{L I'(t)}$$

Отметим, что $\mathcal{E}_{\text{инд}}$ вызывает ток на катушках, изменение которого приводит к появлению собственного $\mathcal{E}$ каждой из катушек, протекание направленного $\mathcal{E}_{\text{инд}}$, тогда схема:



$\mathcal{E}_{c1}, \mathcal{E}_{c2}$ - собственные $\mathcal{E}$ катушек. Справедливо, что:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{c1} = L I'(t) \\ \mathcal{E}_{c2} = -6L I'(t) \end{cases}$$

$$\mathcal{E}_{c1} + \mathcal{E}_{c2} = \mathcal{E}_{\text{инд}} \leftarrow \text{т.к. нет сопротивлений}$$

$$-7L I'(t) = S B'(t)$$

$$I(\tau) = I_0 \text{ (из уса.)}$$

$$\int_0^\tau -7L I'(t) dt = \int_0^\tau S B'(t) dt$$

$$-7L (I(\tau) - 0) = S(0 - B_0)$$

$$7L I_0 = S B_0$$

$$I_0 = \frac{S B_0}{7L} = \frac{8 B_0 S_1}{7L}$$

Также стоит отметить, что $7L I'(t) = 7L I(t) = 7L Q'(t)$; $\int S B'(t) dt = S B(t)$; тогда $7L Q'(t) = S B(t)$, тогда:

$$\int_0^\tau 7L Q'(t) dt = \int_0^\tau S B(t) dt$$

$$7L Q(\tau) = S \int_0^\tau B(t) dt$$

← площадь под графиком $\rightarrow \int_0^\tau B(t) dt = \frac{B_0}{12} \cdot \frac{4\tau}{12} + \frac{3B_0}{4} \cdot \frac{4\tau}{4} + \frac{3B_0}{42} \cdot \frac{2\tau}{42} = \frac{B_0 \tau}{12} + \frac{3B_0 \tau}{4} + \frac{B_0 \tau}{8} = B_0 \tau \left(\frac{1}{12} + \frac{3}{4} + \frac{1}{8} \right) = \frac{17}{24} B_0 \tau$

$$7L Q(\tau) = \frac{17}{24} B_0 S \tau = \frac{17}{3} B_0 S_1 \tau$$

$$Q(\tau) = \frac{17 B_0 S \tau}{168 L} = \frac{17 B_0 S_1 \tau}{21 L}$$



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.

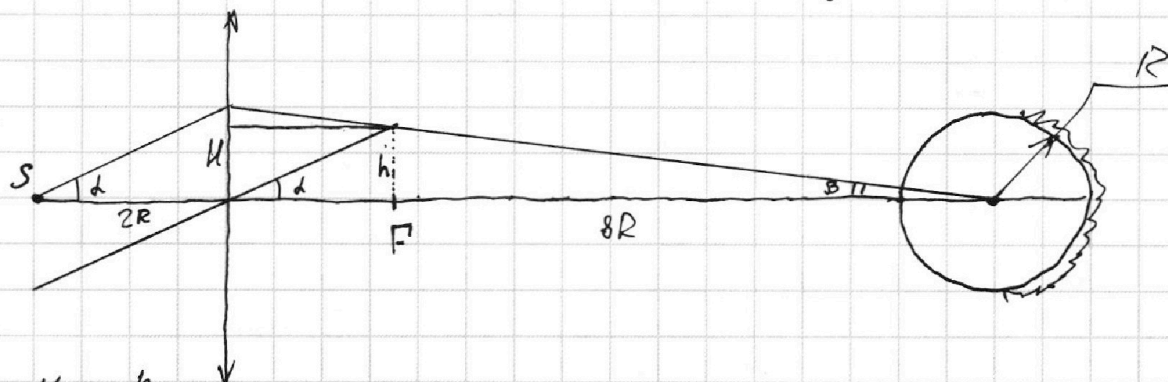
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

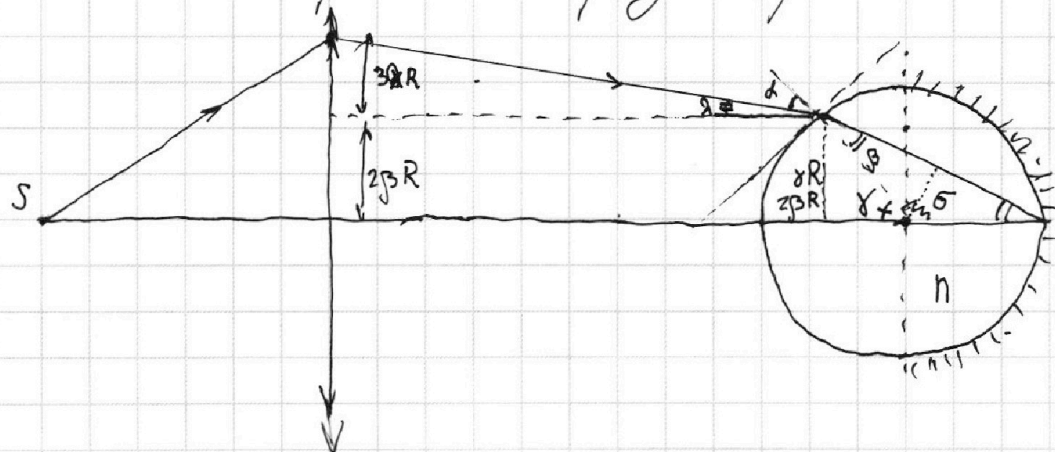
№5

Отметим, что если показатель преломления шара не влияет на положение изображения источника, то лучи, падающие на шар, попадают туда перпендикулярно касательной плоскости к поверхности шара в точке попадания, следовательно, проходят через радиус шара. Тогда расстояние от линзы до центра шара $8R$; рисунок.



$$\begin{cases} \frac{2R}{H} = \frac{h}{F} \\ \frac{H}{8R} = \frac{h}{8R-F} \\ \frac{H}{8R} = \frac{H-h}{F} \end{cases} \quad \begin{aligned} HF &= 2Rh \\ 8RH - FH &= 8Rh \\ HF &= 8RH - 8Rh \end{aligned} \quad \begin{aligned} 8RH &= 10Rh \rightarrow h = 0,8H \\ \cancel{F = 8R - 8R \frac{h}{H}} \\ HF &= 2R \cdot 0,8H \rightarrow F = 1,6R \end{aligned}$$

Тогда после перемещения шара расстояние до центра равно $8R - 4R = 4R$ при том же фокусном расстоянии





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!

Разумно сказать, что после перемещения шара при преломлении лучи падают так, что с зеркалом они пересекаются на оптической оси линзы; в противном случае из-за изменений угла изображения источника не будет совпадать с источником.

Так как экран имеет очень маленькое отверстие, то угол δ (см. рис.) мал $\rightarrow$ такие мал и угол $\beta = \delta/2$. Также тогда касательная почти перпендикулярна главной оптической оси линзы, следовательно, сами лучи почти параллельны $\Gamma O O$, как и радиус кр. касания, следовательно, угол α также мал. Тогда справедливо: $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \beta$. Также верно:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n}{1} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = n \Rightarrow \alpha = n\beta.$$

Также угол падающих на шар лучей с $\Gamma O O$ равен $\gamma = \delta - \alpha$ (из геом.).

Расстояние от т. падения до $\Gamma O O$ из геом. равно $\delta R = 2\beta R$.

Расстояние от линзы до т. падения примерно равно $3R \rightarrow$ из малости углов длина хода луча от т. преломления до т. падения - примерно $3R$.

Тогда отметим, что высота от т. преломления до опт. центра равна $3R\alpha + 2\beta R$ (из геом.) $= 3R(\delta - \alpha) + 2\beta R = R(6\beta - 3\alpha + 2\beta) = R(8\beta - 3\alpha) = R\beta(8 - 3n)$.

Также отметим, что преломленные луч пересекают $\Gamma O O$ на расстоянии $8R$ от линзы $\rightarrow$ ход луча равен $8R$ (из малых углов) $\rightarrow$ расстояние между опт. центром и т. преломления равно $8R\beta = 8R(2\beta - \alpha) = 8R\beta(2 - n)$. Тогда:

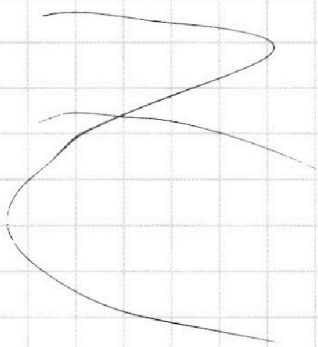
$$R\beta(16 - 8n) = R\beta(8 - 3n)$$

$$16 - 8n = 8 - 3n$$

$$8 = 5n$$

$$n = 8/5 = 1,6$$

Ответ: фокусное расстояние линзы $F = 1,6R$; показатель преломления вещества шара $n = 1,6$.





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!

Черновик

$$\begin{array}{r} 320 \\ 140 \\ \hline 320 \\ 148 \\ \hline 51800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 518,0 \quad 195 \\ 4895 \quad | \quad 0,53354 \\ \hline 3050 \\ 2925 \\ \hline 3250 \\ 2925 \\ \hline 5250 \\ 4895 \\ \hline 3550 \end{array}$$

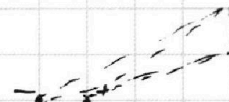


$$k \Delta l(t) = \mu \Delta g$$

$$\Delta l(t) = \frac{\mu \Delta g}{k} = 6 \text{ см}$$

$$\mu \Delta g = a \Delta m \Rightarrow a \Delta = \mu g$$

$$\Delta = \mu g t$$



$$\Delta l(t) = r \frac{\sqrt{V_A}}{w} \cos(\omega t) = \frac{\mu \Delta g}{k}$$

