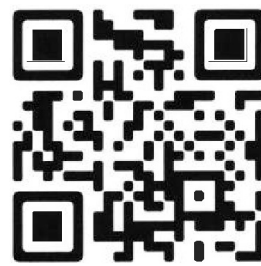




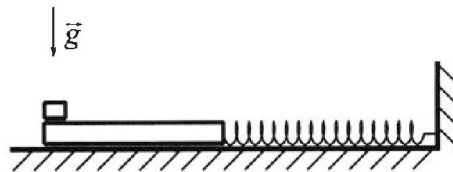
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

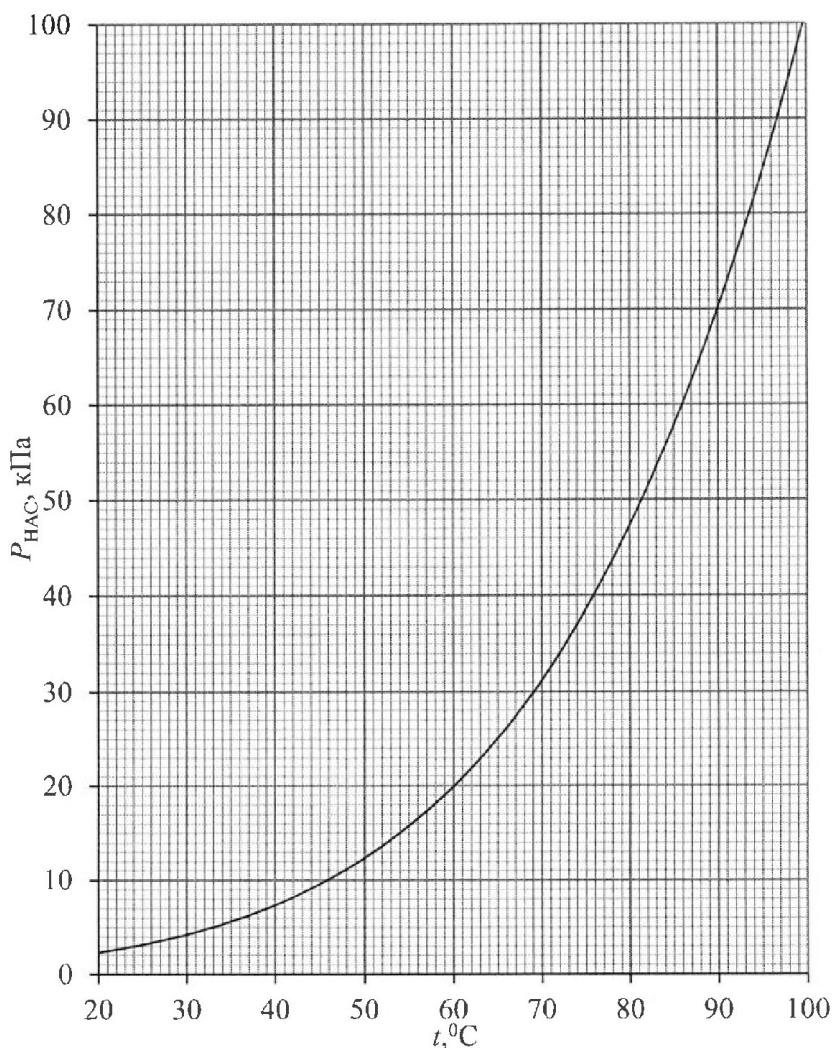


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

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





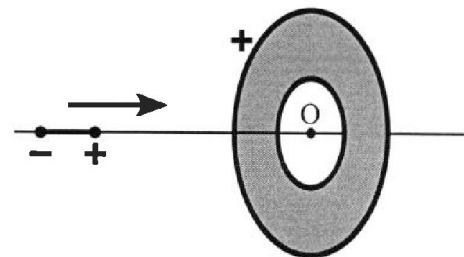
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

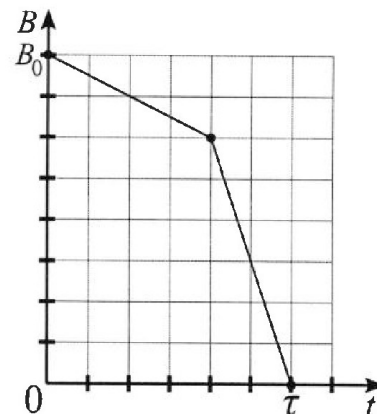
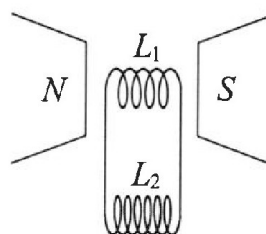


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



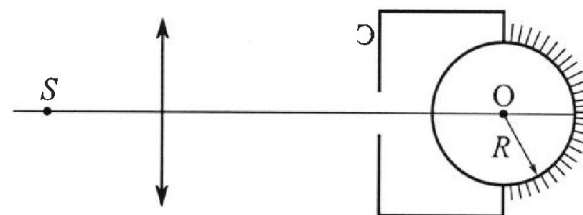
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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!

Буду считать, что $\ddot{x} \approx 0$, когда эти функции бруса по доске прекращаются,

нулю это считаем, когда расстояние считаем нулем $-x_0$ у у-ий момент. $\frac{k}{m} x_0 = -\frac{\mu mg}{k} \Rightarrow k x_0 = -\mu mg$
но эти. функции только закончились $\Rightarrow a_1 = \mu g$,
но эти. функции прекращаются $\Rightarrow V_1 = V_2$

$$V_1 = \mu g t$$

$$x_0 = -\frac{\mu mg}{k}$$

$$V_2 = -\omega A \sin(\omega t)$$

$$x(t) = A \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$V_2 = -\omega A = \mu g t$$

$$\Rightarrow \cos(\omega t) = 0$$

$$\Rightarrow \sin(\omega t) = 1 - \text{н.к. выходы}$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} \text{ (много много)}$$

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

$$x(t) = -\frac{\mu g \pi}{2k} \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\frac{\mu \pi g}{2} \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x}(t) = \frac{\mu g \pi}{2k} \omega^2 \cos(\omega t) = \frac{\mu \pi g}{2k} \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x}(0) = \frac{\mu \pi g}{2} = \frac{g}{2} \frac{m}{c^2} = 4,5 \text{ м/с}^2$$

$$3) \text{ в этом мом. времени: } x = -\frac{\mu(\omega + \omega)}{k} g$$

$$x(t) = -\frac{\mu \pi g}{2k} \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{k} = -\frac{\mu \pi g}{k} - \frac{\mu mg}{k}$$

$$\Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{2}{\pi}$$

$$\dot{x}(t) = \frac{\mu \pi g}{2\omega^2} \omega \sin(\omega t) = \frac{\mu \pi g}{2\omega} \sqrt{1 - \cos^2(\omega t)} = \frac{\mu \pi g \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}}{2\sqrt{k}}$$

$$\sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}} = \frac{\mu \pi g \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}}{\sqrt{k} \sqrt{k}} \sqrt{\pi^2 - 4} = \frac{\mu g \sqrt{\pi}}{\sqrt{k}} \sqrt{\pi^2 - 4} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{50}} \sqrt{5} \frac{m}{c} = \frac{3\sqrt{5}}{5} \frac{m}{c}$$

$$\text{Ответ: } 18 \text{ см; } 4,5 \frac{m}{c^2}; \frac{3\sqrt{5}}{5} \frac{m}{c}$$



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
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!

Задача 2

Дано: $m_B = 11 m_A$, при этом $(\text{пар} + \text{внешний воздух} = \text{воздух} + \text{пар})$

Итого: вся вода превращается в пар $\Rightarrow m_n' = m_c + m_n = 12 m_n$

Давление пар. воздуха при 28°C — $\approx 3,5 \text{ кПа} \equiv p_1$ ($T_1 = 300 \text{ K}$)
при 98°C — $\approx 91,2 \text{ кПа} \equiv p_2$ ($T_2 = 370 \text{ K}$)

Уравновешиваем внешний воздух с паром в равновесии с водой
 $p_1 V = \nu R T_1$ ν — кол-во в-ва внешнего воздуха

ν — давление пар. воздуха

ν_x — кол-во в-ва внешнего воздуха, когда вся вода испарилась $\nu_x = \nu + \frac{11 m_n}{\mu}$, где μ — молярная масса воды

$p_k \neq \nu_x R T_2^*$, при T^* — давление внешнего воздуха = давлению пар. воздуха

$$\frac{p_k}{p_1} = \frac{\nu_x T_2^*}{\nu T_1}$$

при этом масса молярная воздуха $\mu \approx 29 \text{ г/моль}$

При этом учитываем, что ν — давление:

$$p_k V = \nu_k R T_1$$

$$p_1 V = \nu_1 R T_1$$

$$\nu_k + \nu_1 = \nu$$

$$\frac{m_k}{\mu}$$

$$p_k + p_1 = p_1$$

$$1) \frac{m_k'}{m_n} = 12$$

$$3) \varphi = \frac{p}{p_k}$$

$$\frac{p}{p_k} = \frac{\nu_x R T_2}{p_2 V}$$



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!

Т. об. изм. кин. энергии: $\Delta K = A$, где A - работа сил.

$$0 - \frac{mV_0^2}{2} = q(\varphi(x_2 + l) - \varphi(x_2))$$

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{2q} = \varphi(x_2) - \varphi(x_2 + l)$$

Если центр диода пролетит мимо, то и все он пролетит, все после $x_2 = \frac{l}{2}$ потенциал падает, т.е. скорость диода снова будет равна (какая была в начале).

$\Rightarrow$ минимальная $V_0 \Rightarrow x_2 = \frac{l}{2}$, тогда в центре диода будет почти 0.

$$\frac{mV_0^2}{2q} = \varphi\left(\frac{l}{2}\right) - \varphi\left(\frac{l}{2} + l\right) = \varphi\left(\frac{l}{2}\right) - \varphi\left(\frac{3l}{2}\right) \equiv \varphi$$

$\varphi(x)$ - ф-ия, которая зависит от длины и заряда диода

$\Rightarrow \varphi$ для 1-го диода и для 2-го диода

Т. об. изм. кин. энергии: $\frac{mV_c^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{2} \left(\frac{mV_0^2}{2q} \right) = \varphi$

V_c - скорость при пролёте центра диода

1) $V_c^2 - V_0^2 = \frac{V_0^2}{2} \Rightarrow V_c = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0$

2) Разность мин. и макс. скорости при пролёте центра

Аналогично, макс. скорость будет на "краях", т.е. как только "ф" концы диода / тогда это можно было назвать пролётом, но совмещено

$x_2 = 0$, а мин. соответствует $x_2 = -\frac{l}{2}$.

найдем ρ диода; для кольца радиуса R :

 $\varphi = \frac{kQ \cdot 2\pi R dr}{\sqrt{r^2 + R^2}}$, где $Q = \int_0^{2\pi} \frac{kQ \cdot 2\pi R dr}{\sqrt{r^2 + R^2}} =$

$\Rightarrow [k = r^2 + R^2; dr = r dr] = \int_{R^2+R^2}^{R^2+R^2} \frac{kQ \cdot \pi dr}{\sqrt{r^2}} = \frac{kQ\pi}{2} \sqrt{r^2} \Big|_{R^2+R^2}^{R^2+R^2} =$

$= \frac{kQ\pi}{2} (\sqrt{R^2+R^2} - \sqrt{R^2+R^2})$



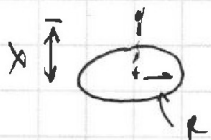
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача 3 Найдём потенциал на оси тонкого

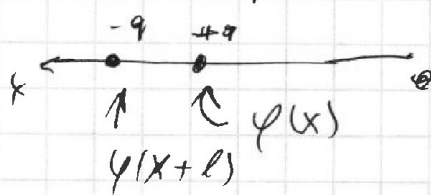
кольца радиуса R . $\varphi = \sum_i \varphi_i = \frac{kq}{\sqrt{R^2 + x^2}} \quad (\varphi_\infty = 0)$



φ_i - потенциал от небольшого кусочка

Диск - основное свойство внешнего кольца, а потенциал на оси кольца на оси. $\rightarrow 0$, $\leftarrow$ потенциал точки на оси, потенциал $= 0$.

Какова работа эл. поля по перемещению заряда?



Работа заряда

Пусть заряд переместится на dx против Qx ($kx = 0$)

$$-\delta A = q(\varphi(x+dx) - \varphi(x)) - q(\varphi(x+l+dx) - \varphi(x+l)) =$$

$$= q(\varphi(x+dx) - \varphi(x+l+dx) - \varphi(x) + \varphi(x+l)), \text{ где } \delta A - \text{элементарная работа эл. поля по перемещению заряда}$$

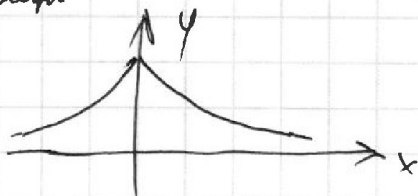
Вне потенциала

$$\rightarrow -A_{12} = q(\varphi(x_2) - \varphi(x_1) - \varphi(x_2+l) + \varphi(x_1+l))$$

Если кольцо / расположено на оси, то $\varphi(x_1) = \varphi(x_1+l)$
 $= 0$

$$A = q(\varphi(x_2+l) - \varphi(x_2))$$

В потенциале кольца $\frac{kq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$ и представим заряд в виде точки, что потенциал в центре 0 максимален, но по мере удаления снова падает





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!

$$\varphi(0) = \frac{k\alpha\pi}{2} (\sqrt{R_2^2 + R_1^2} - \sqrt{R_1^2 + R_2^2}) = \frac{k\alpha\pi}{2} (R_2 - R_1)$$

$$\varphi(l) = \frac{k\alpha\pi}{2} (R_2 - R_1 + \frac{l}{R_2} - \frac{l}{R_1}) = \varphi(0) + Cl$$

$l \ll R$

$$\varphi(\frac{l}{2}) = \varphi(0) - Cl_2$$

$$\rightarrow \frac{k\alpha\pi}{2} l \frac{R_1 - R_2}{R_1 R_2}$$

$$\varphi(\frac{l}{2}) = \frac{\mu V_0^2}{2g}$$

или. а что нам еще.

$$\text{или. } \frac{\mu V_m^2}{2} = \frac{\mu V_0^2}{2} + q(\varphi(l) - \varphi(0)) =$$

$$= \frac{\mu V_0^2}{2} + \mu C l$$

$$\varphi(\frac{l}{2}) = 2(\varphi(l) - \varphi(0)) - \text{можно считать малым}$$

$$\frac{\mu V_m^2}{2} = \frac{\mu V_0^2}{2} + \frac{\mu V_0^2}{4} = \frac{3}{4} \mu V_0^2$$

$$V_m = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$$

$$\Rightarrow V = V_0 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \sqrt{\frac{3}{2}} \right)$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$2) dq = I(t) dt = \frac{(B_0 - B(t)) S_1 \kappa}{L_1 + L_2} dt$$

$$q(t) = \int_0^t (B_0 - B(t)) \frac{S_1 \kappa}{L_1 + L_2} dt = B_0 \frac{S_1 \kappa}{L_1 + L_2} t - \int_0^t B(t) \frac{S_1 \kappa}{L_1 + L_2} dt$$

в-на, равная
мощности маг. потока
 $B(t)$ (мощн. маг. поля)

Два ТБ - магн. проницаемости
и проводимости.

$$S = \frac{B_0 + \frac{6}{8} B_0}{2} \cdot \frac{4}{6} T + \frac{2}{6} T \cdot \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{1}{2} = \frac{14 B_0}{8 \cdot 2} \cdot \frac{2}{3} T + \frac{4}{8} B_0 T =$$

$$= \frac{4 B_0}{12} T + \frac{B_0 T}{2} = \frac{B_0 T}{24} (28 + 6) = \frac{34}{48} B_0 T = \frac{17}{24} B_0 T$$

$$q = \frac{B_0 S_1 \kappa T}{4L} - S = B_0 T \left(\frac{S_1 \kappa}{4L} - \frac{17}{24} \right)$$

Ответ: $\frac{B_0 S_1 \kappa}{4L}; B_0 T \left(\frac{S_1 \kappa}{4L} - \frac{17}{24} \right)$

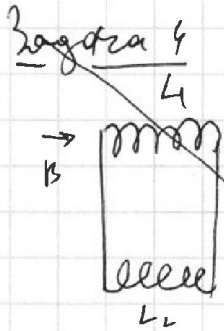


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



При уменьшении B с течением времени в контуре L образуется ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - N S_1 \frac{dB}{dt}$$

через L_1 и L_2 течёт одинаковый ток $\Rightarrow u_{L1}/dt$ в них одинаковы.

$$N S_1 \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

Согл. в цепи нет $\Rightarrow$ магн. поток сокращается, а индукция B со временем тоже уменьшается (если $dB/dt \neq 0$, то ток не равен нулю, а ток не может быть равен нулю)

$$\text{Тогда по } S_1 N = (L_1 + L_2) I \quad (2)$$

$$\text{из (1) и (2) Тогда } \Delta I = N S_1 \Delta B \left(\frac{1}{L_1 + L_2} \right) \quad \Delta B = B(t) - B_0$$

$$I(t) = \frac{N S_1 \Delta B}{L_1 + L_2} = \frac{N S_1 h}{L_1 + L_2} (B_0 + \Delta B) = \frac{N S_1 h}{L_1 + L_2} (B_0 + B(t) - B_0)$$

$$dI(t) = I(t) dt \quad dI = I(t) dt \quad \frac{dB(t)}{dt} = \frac{L_1 + L_2}{N S_1 h}$$

Задача 4. Уменьшение тока в контуре нет, согл. нет $\Rightarrow$ магн. поток должен сокращаться.

ток при $B \rightarrow 0$ ток равен $B_0 S_1 N$

$$\text{Согл. ток: } B(t) S_1 N + I(t) (L_1 + L_2) = B_0 S_1 N$$

{ кр. индукция в контуре преобразуется }

$$\Rightarrow I(t) = (B_0 - B(t)) \frac{S_1 N}{L_1 + L_2} \quad (\text{ток в одной катушке ток не ток и в другой})$$

$$1) I(t) = (B_0 - B(t)) \frac{S_1 N}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 S_1 N}{L_1 + L_2} - \frac{B(t) S_1 N}{L_1 + L_2}$$

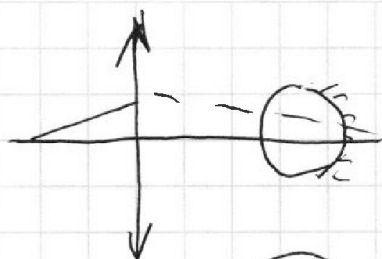


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!



Формулу иммерсивности для
шара применяю только, когда он
не тонкая оболочка, но
можно разбить шар на две
тонкие оболочки и
применить формулу к каждой из них

Ф. иммерсивности для
шара тонкой оболочки: $\frac{1}{F} = (n-1) \cdot \frac{1}{R}$

В первом шаре ①: $R > 0$, во втором ② тонкая оболочка. Поэтому формулы иммерсивности разные. Но $2R$.

$$\text{Для ①: } -\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{f_1} = (n-1) \frac{1}{R}$$

$$\left\{ \begin{aligned} d_1 &= 2R - \Delta = 3R \end{aligned} \right.$$

$$\text{Для ②: } -\frac{1}{f_1 + 2R} + \frac{1}{f_2} = (n-1) \frac{1}{R} = \frac{n-1}{R + 2nR - 2R} = \frac{n-1}{R(2n-1)}$$

Две уравнения:

$$-\frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{2}{R}$$

$$d_2 = 3R$$

$$f_1 = (n-1) \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{3n-3+1}{3R} = \frac{3n-2}{3R}$$

$$f_1 + 2R = \frac{3R + 6nR - 4R}{3n-2} = \frac{6nR - R}{3n-2}$$

$$-\frac{1}{f_1 + 2R} + \frac{1}{d_2} = \frac{n-1}{R(2n-1)} + \frac{2}{R}$$

$$-\frac{3n-2}{6nR-R} + \frac{1}{3R} = \frac{1}{R} \left(\frac{6n-1-3n+6}{3(6n-1)} \right) = \frac{1}{R} \left(\frac{-3n+5}{3(6n-1)} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{5-3n}{3(6n-1)} = \frac{n-1+4n-2}{2n-1} = \frac{5n-3}{2n-1}$$

$$(5-3n)(2n-1) = (5n-3)(6n-1)$$

$$15n^2 - 8n - 15n + 3 = 30n^2 - 5n - 18n + 3 = 0$$



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!

Задача 5

«Система линза + шар с посеребрённой пов-стью эквивалентна системе линза + шар + круглая зеркало»

Действительно, поместим между шаром и его посеребрённой пов-стью тонкий слой воздуха, он, как и вся плоская посеребрённая поверхность, не будет пропускать лучей, только лишь сместит их, но т.к. он настолько тонок, что пренебрежимо мало.

Формируем точную линзу для линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{a'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} = \frac{a-F}{Fa}, \text{ при этом } a' > 0,$$

ведь учёт гл.т.е., иначе на шар лучи в шар не попадут.

Т.е. на расстоянии от a , a' — действительное изображение линзы, а задняя линза — действительный предмет.

Т.к. в 1-ом пункте у нас R , то при $n=1$ всё так же. Значит, посчитаем при $n=1$, ведь тогда можно считать шарик воздушным.

Ф. Т. линза для сфер. зеркала:

$$\frac{1}{a_1'} + \frac{1}{a_1} = \frac{2}{R} \quad a_1' = b + 2R - a' = b + 2R - \frac{aF}{a-F}$$

Т.к. изображение совпадает с источником, $a_1' = a$, при a зеркало перевернуто, а задняя линза перевернута.

$$1) \quad 2R - \frac{2RF}{2R-F} = R \Rightarrow 18R^2 - 9RF - 2RF = 2R^2 - FR$$

$$\Rightarrow 16R^2 = 10RF \Rightarrow F = 1,6R$$

$\left\{ \begin{array}{l} 2R-F > 0, \\ \text{т.е. учёт} \\ \text{риска, всё ок} \end{array} \right.$

2) Система шар + линза снова даёт такое же изображение на $\frac{aF}{a-F}$ от центра линзы.

$$\Rightarrow \frac{2R \cdot 1,6R}{0,4R} = \frac{2 \cdot 1,6}{0,4} R = 8R$$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

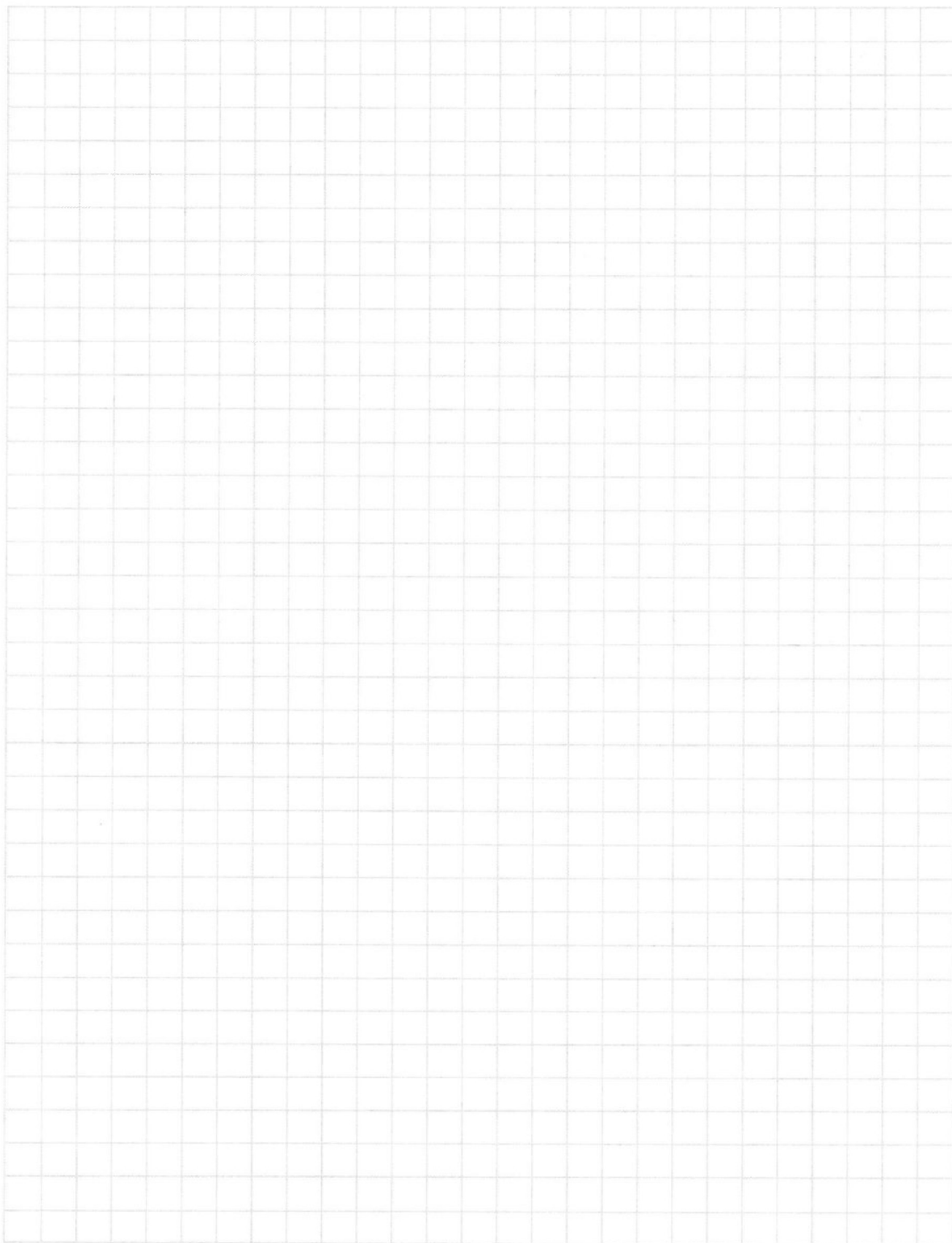
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

