



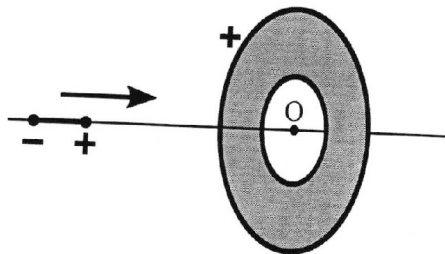
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

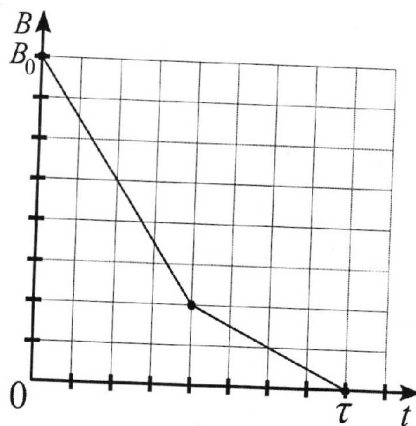
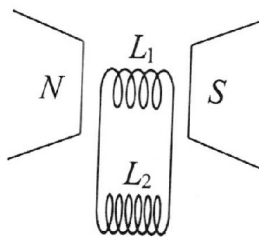


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполью сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



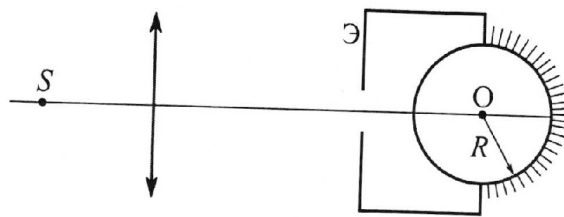
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (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 $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



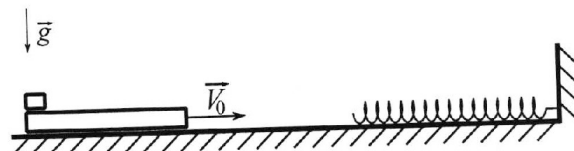
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

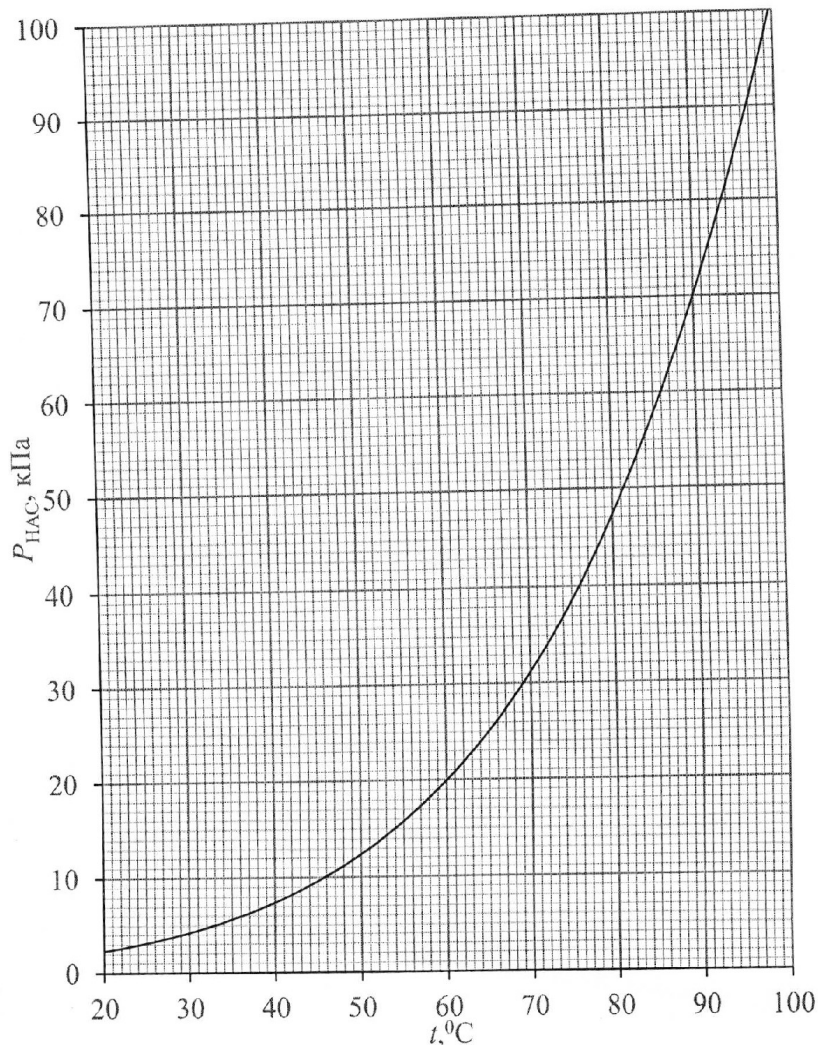


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

3 из 10

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!

$$= \frac{1}{(2-3)} \cdot 2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \omega_1 t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega_1 t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega_1 t = \frac{\pi}{3}$$

$$x_g = \frac{v_0 \omega_1}{2\omega_1} \sin \frac{\pi}{6} + \frac{\mu M g}{k} \cos \frac{\pi}{6} = \frac{v_0}{2} + \frac{\mu M g}{k} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\ddot{x}_g = -\frac{v_0 \omega_1}{2} \sin \omega_1 t - \frac{\mu M g \omega_1}{k} \cos \omega_1 t = -\frac{v_0 \omega_1}{2} - \frac{\mu M g \omega_1}{k}$$

$$= -\frac{1 \cdot 2\sqrt{3}}{4}$$

$$= \frac{1}{2-3} \cdot \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sin \omega_1 t = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{6}}, \cos \omega_1 t = \frac{2}{\sqrt{6}}$$

$$\ddot{x}_g = -\frac{v_0 \omega_1}{2} \sin \omega_1 t - \frac{\mu M g \omega_1}{k} \cos \omega_1 t = -\frac{v_0 \omega_1}{2} \sin \omega_1 t - \frac{\mu M g \omega_1}{k} \cos \omega_1 t =$$

$$= -\frac{v_0 \omega_1}{2} \sin \omega_1 t - \frac{\mu M g \omega_1}{k} \cos \omega_1 t = -\frac{3\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{6}} - 3 \cdot \frac{2}{\sqrt{6}} = -\frac{9}{\sqrt{6}}$$

$$a_g = \frac{9\sqrt{6}}{6} = \frac{3}{2} \sqrt{6} \frac{1}{t^2}$$



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**.

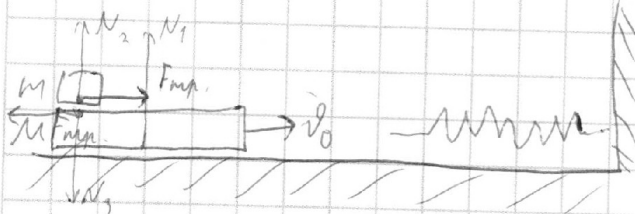
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 10

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!

N 1



1) $x_{mp} = ?$

Когда доска начнет двигаться:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 36 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

доска:

$$M\ddot{x}_1 = -kx_1 + F_{mp}$$

для бруска:

$$m\ddot{x}_2 = -F_{mp}$$

$$\begin{cases} M\ddot{x}_1 = -kx_1 + \mu mg \\ m\ddot{x}_2 = -\mu mg \end{cases}$$

$F_{mp} \leq \mu mg$
Прокладывающие начнутся, когда $F_{mp} = \mu mg$

$$m\ddot{x}_2 = -\mu mg \Rightarrow \ddot{x}_2 = -\mu g$$

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

$$x_1 = \frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = 0,25 \text{ м}$$

2) Пока нет отскок, дв-я, ускорения равны

$$\begin{cases} M\ddot{x} = -kx + F_{mp} \\ m\ddot{x} = -F_{mp} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M\ddot{x} = -kx + F_{mp} \\ \ddot{x}(M+m) + kx = 0 \end{cases}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M+m}x = 0 \Rightarrow x = A \sin \omega t + B \cos \omega t, \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3}$$

$$x(0) = 0, \dot{x}(0) = v_0. \quad 0 \leq B \quad v_0 = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega} \quad x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t \quad \dot{x} = v_0 \cos \omega t$$



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 10

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!

$$\frac{v_0}{\omega} \sin \omega t_1 = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin \omega t_1 = \frac{\mu g (M+m)}{k}$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{\mu g \sqrt{\frac{M+m}{k}}}{v_0} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \cos \omega t_1 = \frac{1}{2}$$

$$t_1 = \frac{\arcsin\left(\frac{\mu g \sqrt{\frac{M+m}{k}}}{v_0}\right)}{\omega} = \frac{\arcsin\left(\frac{0,3 \cdot 10 \sqrt{\frac{3}{36}}}{1}\right)}{\sqrt{\frac{36}{98}}} = \frac{\arcsin\left(3 \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}}\right)}{\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}}$$

$$= \frac{\arcsin\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)}{\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}} = \frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}} \approx \frac{\pi \sqrt{2}}{3 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\pi \sqrt{2}}{18} \approx \frac{\sqrt{2}}{6} \text{ с}$$

3) Когда начнется проскальзывание, доска будет термозиться в любой момент времени. Брусок, тем более, и сила трения все время будет термозиться брусок. В момент макс. скорости.

$$M \ddot{x}_g = F_{\text{тр}} - k x_g, \quad \dot{x}_g = 0$$

$$M \ddot{x}_g = \mu m g - k x_g$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M} x_g - \frac{\mu m}{M} g = 0$$

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

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{18} = 3\sqrt{2}$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M} \left(x_g - \frac{\mu m}{k} g\right) = 0 \Rightarrow x_g = A \sin \omega_1 t + B \cos \omega_1 t + \frac{\mu m g}{k}$$

$$x_g(0) = \frac{\mu m g}{k} + \frac{\mu m g}{k}$$

$$B + \frac{\mu m g}{k} = \frac{\mu m g}{k} - \frac{\mu m g}{k} \Rightarrow B = -\frac{\mu m g}{k}$$

$$\dot{x}_g(0) = v_0$$

$$x_g = \frac{v_0}{\omega_1} \cos \omega_1 t - \frac{\mu m g}{k} \sin \omega_1 t$$

$$\frac{v_0}{2} = A \omega_1 \Rightarrow x_g = \frac{v_0}{2 \omega_1} \sin \omega_1 t + \frac{\mu m g}{k} \cos \omega_1 t + \frac{\mu m g}{k}$$

$$\dot{x}_g = 0 \Rightarrow t_{\text{max}} = \frac{v_0 k}{2 \mu m g \omega_1} = \frac{v_0}{2 \mu g} \sqrt{\frac{k}{M}}$$



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 20

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) $\frac{V}{V_0} = ?$

Часть пара конденсируется

$$p_{\text{возд},1} V = p_{\text{возд},2} R \bar{T}$$

$$p_{n,1} V = p_{n,2} R \bar{T}$$

$$p_{\text{возд},1} + p_{n,1} = p_0 \Rightarrow p$$

$$\frac{p_0 - p_{n,1}}{p_{n,1}} = \frac{V_{\text{возд},1}}{V_{n,1}}$$

$$\frac{p_0}{p_{n,1}} = 1 + \frac{V_{\text{возд},1}}{V_{n,1}}$$

~~Если пар не конденсируется:~~
 ~~$\frac{p_{\text{возд},1}}{p_{n,1}}$~~

Пусть весь пар конденсируется

Если пар оттаивает насыщенным

$$\frac{V_{\text{возд},1}}{V_{n,1}} = \frac{p_0 - p_{n,1}}{p_{n,1}}$$

$$p_{\text{возд},1} = p_0 - p_{n,1} = 105 \text{ кПа} - 5 \text{ кПа} = 100 \text{ кПа}$$

$$\frac{p_{\text{возд},1} V}{p_{\text{возд},2} V_0} = \frac{\bar{T}}{\bar{T}_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\bar{T}}{\bar{T}_0} \cdot \frac{p_0 - p_{n,1}}{p_0 - p_{n,2}} = \frac{105 - 30}{100} \cdot \frac{306}{370} = \frac{75}{100} \cdot \frac{306}{370} = \frac{3 \cdot 306}{4 \cdot 370}$$

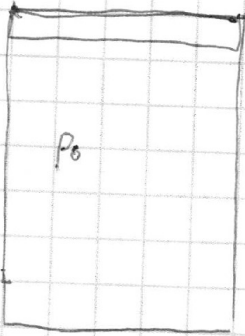


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 20

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!



N2

$$p_0 = 105 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 97^\circ\text{C} \quad \bar{T}_0 = 370 \text{ K}$$

$$p_0 = \frac{1}{3}$$

$$t = 33^\circ\text{C} \quad \bar{T} = 306 \text{ K}$$

из графика

$$1) p_0 = \frac{p_n}{p_{n,n}} \Rightarrow p_n = p_0 p_{n,n}(97^\circ\text{C}) = \frac{1}{3} \cdot 9 \text{ кПа} = 3 \text{ кПа}$$

2) Когда начнется конденсация пара, $p_n = p_{n,n}$

Сначала:

$$p_{\text{возд}} V_0 = V_{\text{возд}} R \bar{T}_0 \quad p_{\text{возд}} = p_0 - p_n$$

$$p_n V_0 = V_n R \bar{T}_0$$

$$\frac{p_{\text{возд}}}{p_n} = \frac{V_{\text{возд}}}{V_n} = \frac{p_0 - p_n}{p_n} = \left(\frac{p_0}{p_n} - 1\right)$$

Раз процесс массовый, а отставание постепенное, то процесс изобарный, давление всегда p_n

$$p_{\text{возд}}^* V_1 = V_{\text{возд}} R \bar{T}^*$$

$$p_n^* V_1 = V_n R \bar{T}_0^*$$

$$\frac{p_{\text{возд}}^*}{p_n^*} = \frac{V_{\text{возд}}}{V_n} = \frac{p_{\text{возд}}}{p_n} = \left(\frac{p_0}{p_n} - 1\right) = \frac{p_{\text{возд}}^*}{p_n^*} = \frac{p_0}{p_n^*} - 1$$

$$p_n^* = \frac{p_{\text{возд}}^* V_1}{p_{\text{возд}} V_0} \cdot \bar{T}_0$$

$$p_n^* V_0 = V_n R \bar{T}_0 \quad \frac{p_{\text{возд}}^*}{p_n^*} = \frac{V_{\text{возд}}}{V_n} = \frac{p_0}{p_n^*} - 1$$

$$\frac{p_{\text{возд}}^*}{p_n^*} - 1 = \frac{p_0}{p_n^*} - 1$$

$$p_n^* = p_n$$

Из графика $t^* \approx 64^\circ\text{C}$

$$p_n V_0 = V_n R \bar{T}_0$$

$$p_{\text{возд}}^* V_1 = \frac{p_{\text{возд}} V_0}{R \bar{T}_0} R \bar{T}^*$$

$$p_n^* V_1 = V_n R \bar{T}_0^*$$

$$p_{\text{возд}} = p_0 - p_n$$



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!

$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \frac{x^2 R_1^2 + 2x(x^2 R_1^2 - 2x(x^2 R_2^2))}{x^2 R_1^2 (x^2 + R_1^2)} \stackrel{+8}{=} \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \frac{x(R_1^2 - R_2^2)}{(x^2 + R_1^2)(x^2 + R_2^2)} = \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \frac{x(R_2^2 - R_1^2)}{(x^2 + R_1^2)(x^2 + R_2^2)}$$

$$= \pi k \epsilon_0 \frac{x(R_2^2 - R_1^2)}{(x^2 + R_1^2)(x^2 + R_2^2)} \text{ на заряд}$$

$$\dot{p} = \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \ln \left(\frac{x^2 + R_2^2 + R_1^2 - R_1^2}{x^2 + R_1^2} \right) = \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \ln \left(1 + \frac{R_2^2 - R_1^2}{x^2 + R_1^2} \right) \approx \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 \frac{R_2^2 - R_1^2}{x^2 + R_1^2} \text{ при } x \gg R_1, R_2$$

$$W_{\text{ген}} = \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 q(R_2^2 - R_1^2) \left(\frac{1}{x^2 + R_1^2} - \frac{1}{(x+R_1)^2 + R_1^2} \right) \approx \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 q(R_2^2 - R_1^2) \frac{e^{(2x+R_1)}}{(x^2 + R_1^2)(x+R_1)^2 + R_1^2}$$

$$\approx \frac{1}{2} \pi k \epsilon_0 q(R_2^2 - R_1^2) \frac{2x e}{(x^2 + R_1^2)^2} \text{ На большом расстоянии}$$

$$W \approx \pi k \epsilon_0 q(R_2^2 - R_1^2) \frac{e}{x^3}$$

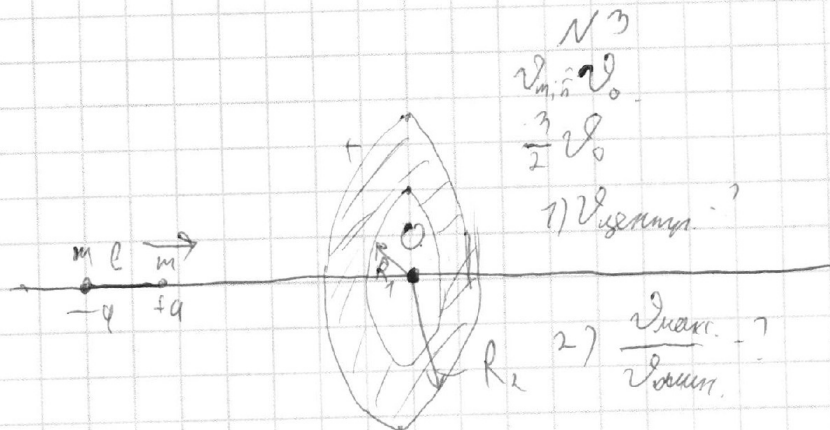


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

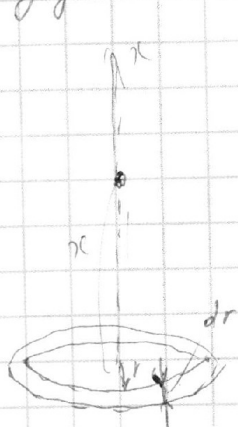
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 22

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!



Рассмотрим, какой потенциал создаёт кольцо на расстоянии x от центра его оси.



$$d\varphi = \frac{k \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{x^2 + R_2^2}}$$

$$\varphi = \int_{R_1}^{R_2} \frac{2\pi k \sigma dr}{\sqrt{x^2 + R_2^2}} = 2\pi k \sigma \int_{R_1}^{R_2} \frac{2\pi dr}{\sqrt{x^2 + R_2^2}} = 2\pi k \sigma \ln \left(\frac{\sqrt{x^2 + R_2^2}}{\sqrt{x^2 + R_1^2}} \right) \Big|_{R_1}^{R_2}$$

$$= 2\pi k \sigma \ln \sqrt{\frac{x^2 + R_2^2}{x^2 + R_1^2}} = \frac{1}{2} 2\pi k \sigma \ln \frac{x^2 + R_2^2}{x^2 + R_1^2}$$

Тогда энергия э. поля будет:

$$W = \left(\frac{1}{2} 2\pi k \sigma \ln \frac{x^2 + R_2^2}{x^2 + R_1^2} - \frac{1}{2} 2\pi k \sigma \ln \frac{(x+R)^2 + R_2^2}{(x+R)^2 + R_1^2} \right) q =$$

$$= \frac{1}{2} 2\pi k \sigma q \ln \frac{(x^2 + R_2^2)((x+R)^2 + R_1^2)}{(x^2 + R_1^2)((x+R)^2 + R_2^2)}$$

При $x \rightarrow \infty$:

$$W = \frac{1}{2} 2\pi k \sigma q \ln \frac{(1 + \frac{R_2^2}{x^2})(1 + \frac{R_1^2}{x^2})}{(1 + \frac{R_1^2}{x^2})(1 + \frac{R_2^2}{x^2})} = 0$$

Когда центр кольца проходит через центр кольца:

$W = 0$ Чтобы кольцо вообще пролетало, нулю, чтобы пер. скорость была равна нулю

при пролёте через центр кольца у него была $v=0$

Чтобы оно пролетало
 $W = \frac{1}{2} 2\pi k \sigma q \ln$

Чтобы оно пролетало
 $W = \frac{1}{2} 2\pi k \sigma q \ln$

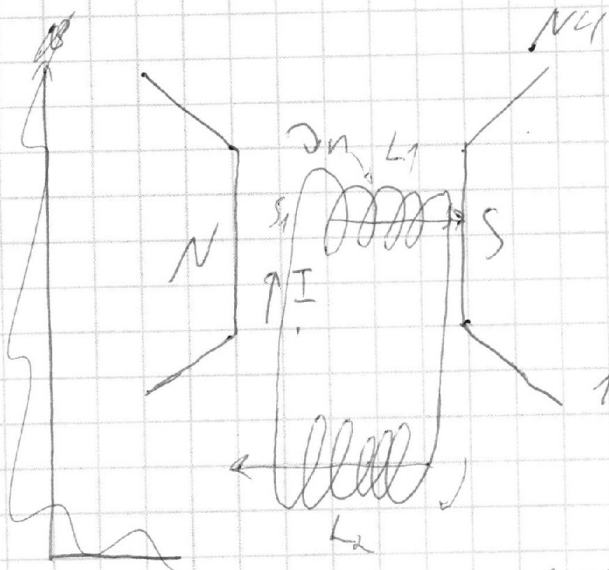


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
8 из 14

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!



$$L_1 = L$$

$$u, S_1$$

$$L_2 = 3L$$

$$1) I_0 = ?$$

Пусть мерим max I

$$L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 I = 0$$

$$\varphi_1 = L_1 I + B(t) S_1 n$$

$$-L_1 \ddot{I} - B'(t) S_1 n - L_2 \ddot{I} = 0$$

$$I(L_1 + L_2) = -B'(t) S_1 n$$

$$\ddot{I} = -\frac{S_1 n}{L_1 + L_2} B'(t)$$

$$I = \frac{S_1 n}{4L} (B_0 - B)$$

$$dI = -\frac{S_1 n}{L_1 + L_2} dB$$

$$I_0 = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} B_0 = \frac{S_1 n}{4L} B_0$$

$$2) Q = \int I dt = \frac{S_1 n}{4L} \int (B_0 - B) dt = \frac{S_1 n}{4L} \left(\int B_0 dt - \int B dt \right) = \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right)$$

$$= \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right) = \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right) = \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right)$$

$$= \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right) = \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right) = \frac{S_1 n}{4L} \left(\frac{1}{2} B_0 \omega t - \frac{1}{2} B \omega t \right)$$

$$= \frac{S_1 n}{4L} B_0 \omega \frac{10}{16} = \frac{5}{32} \frac{S_1 n B_0 \omega}{L}$$

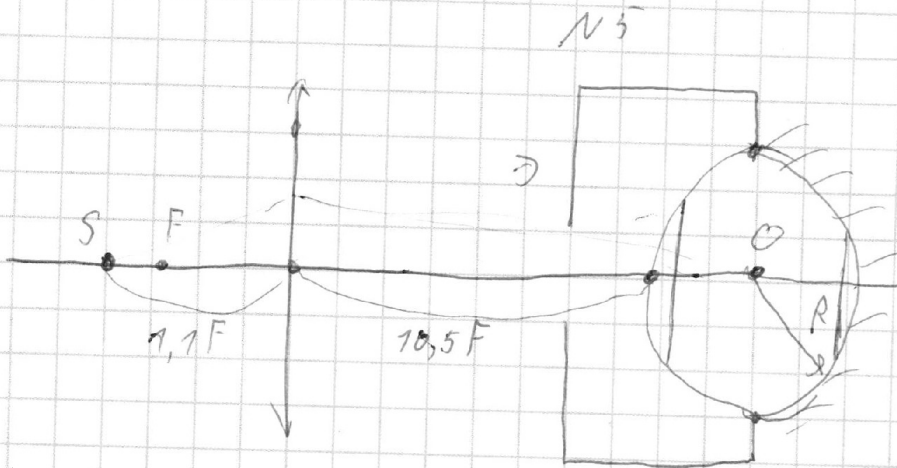


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1) R-7

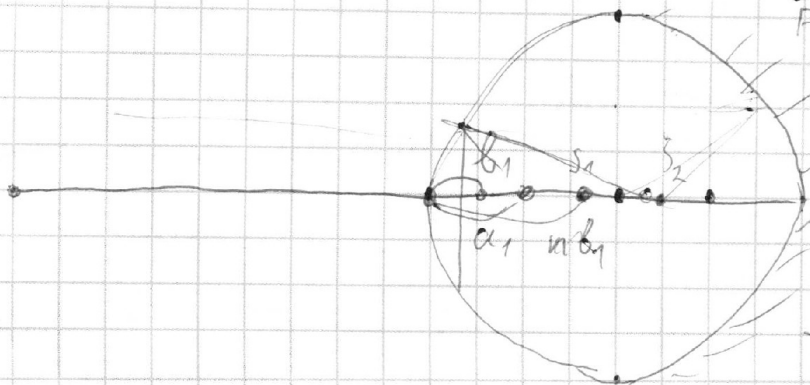
Формула:

$$\frac{1}{1,1F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1,1-1}{1,1F} = \frac{0,1}{1,1F} = \frac{1}{11F}$$

$F = 11F$ - расстояние до из-я в мм

Разделим стеклянный шар на две линзы, в центре сферич. зеркало и плоскопараллельную пластину толщиной $2R$. 2 линзы:



$$\frac{1}{F_1} = (n-1)\left(\frac{1}{R}\right)$$

$$F_1 = \frac{R}{n-1}$$

Изображение в первой линзе

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{0,5F} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{R}$$



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!

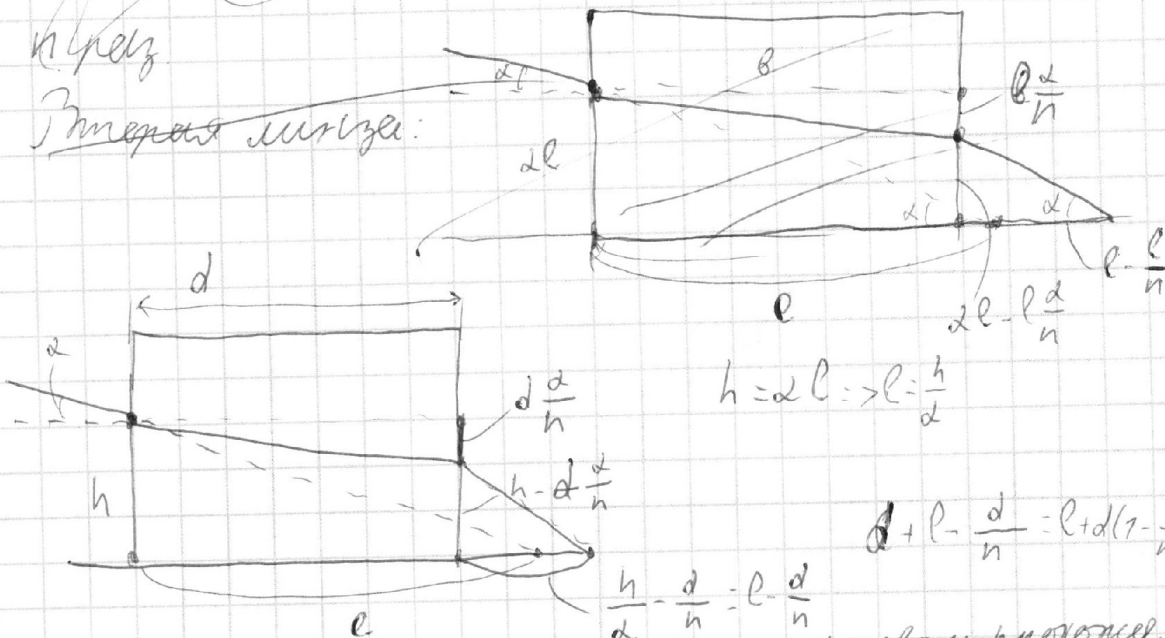
$$\frac{1}{b_1} = \frac{n-1}{R} + \frac{2}{F}$$

$$\frac{1}{b_1} = \frac{F(n-1) + 2R}{RF}$$

$$b_1 = \frac{2R + F(n-1)}{F} \quad b_1 = \frac{RF}{2R + F(n-1)}$$

Плоскопараллельная пластинка толщиной d и показателем преломления n находится на расстоянии h от экрана. Луч падает на пластинку под углом α к нормали. Луч выходит из пластинки под углом α' к нормали. Расстояние от экрана до пластинки h . Расстояние от экрана до изображения e . Расстояние от пластинки до изображения e' . Расстояние от экрана до изображения e . Расстояние от пластинки до изображения e' . Расстояние от экрана до изображения e . Расстояние от пластинки до изображения e' .

Изменяется ли изображение?



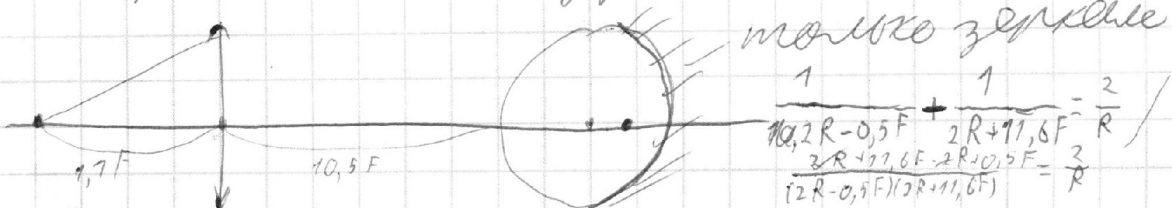
$$h = \alpha l \Rightarrow l = \frac{h}{\alpha}$$

$$d + l - \frac{d}{n} = l + d(1 - \frac{1}{n})$$

$$b_2 = b_1 + 2R(1 - \frac{1}{n}) = \frac{RF}{2R + F(n-1)} + \frac{2R}{n}(n-1) - \text{при первом прохождении через пластинку}$$

$$\frac{1}{2R - b_2} - \frac{1}{2R + 0,5F} = \frac{1}{2R - b_2} - \frac{1}{b_3} = \frac{2}{R} + \frac{n-1}{R} = \frac{n+1}{R}$$

Если показатель преломления больше 1, то при $n=1$ тоже будет верно



только зеркало

$$\frac{1}{10,2R - 0,5F} + \frac{1}{2R + 11,6F} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{2R + 11,6F - 2R - 0,5F}{(2R - 0,5F)(2R + 11,6F)} = \frac{2}{R}$$