



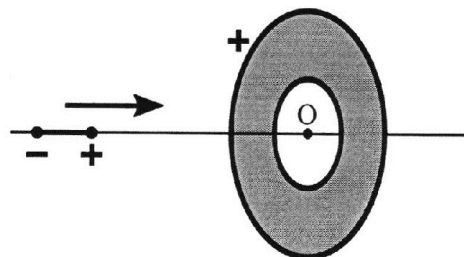
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

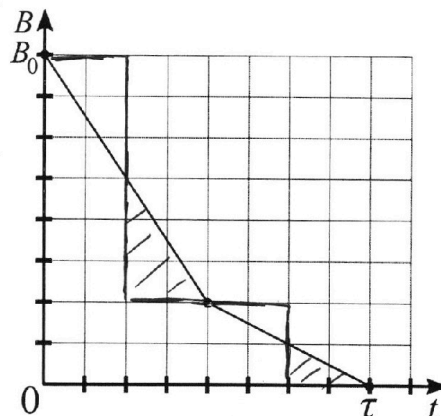
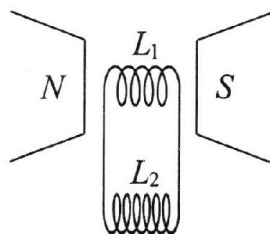


- ✓ 3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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



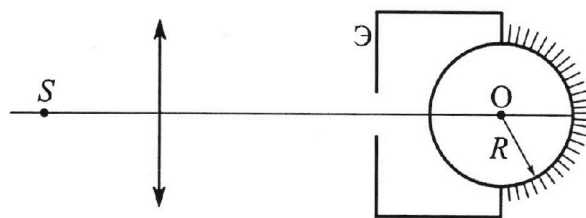
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



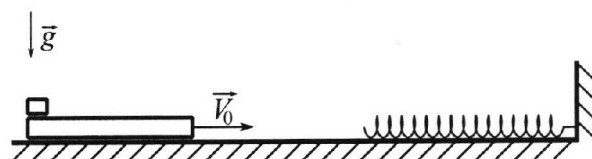
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

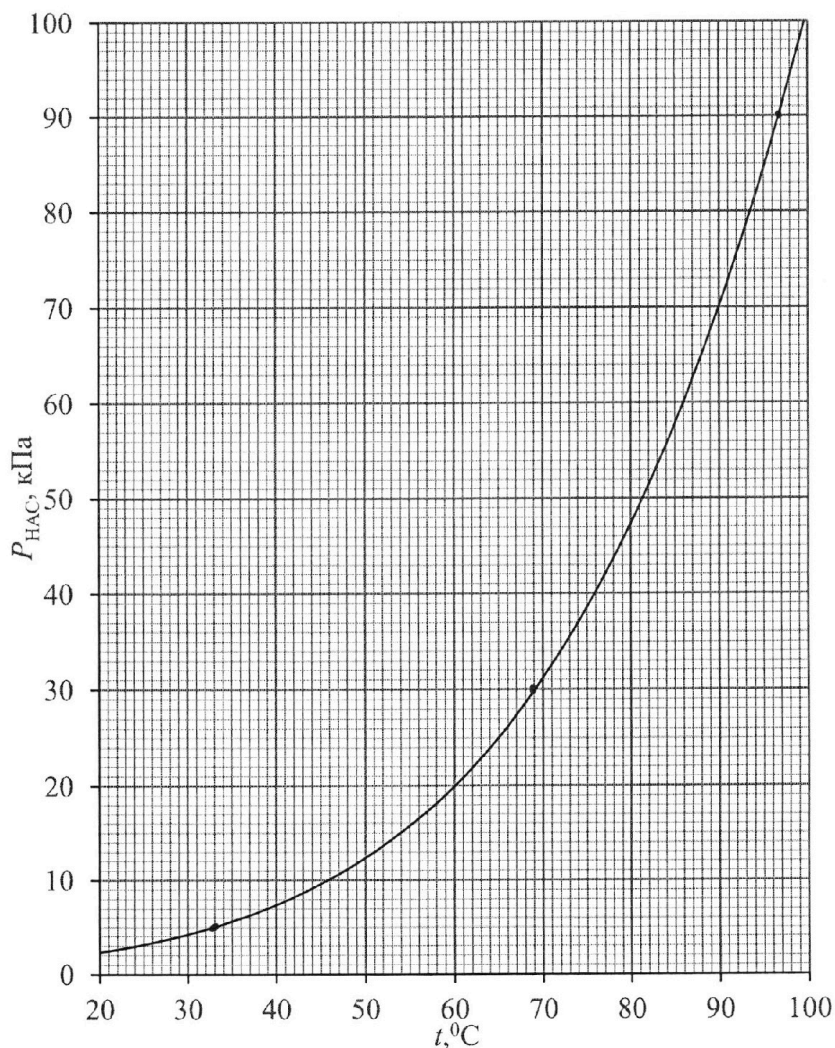


- ✓1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- ✓2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

✓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.



СТРАНИЦА

1 из 4

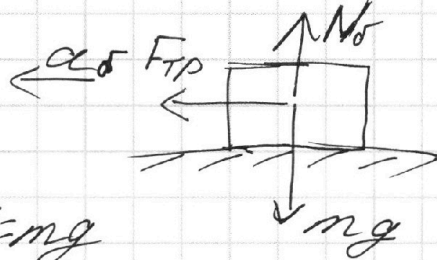
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) Максимальное ускорение, которое может получить брусок от силы трения равно  $\frac{F_{тр}}{m} = a_0$

$$F_{тр} \leq \mu N_0$$

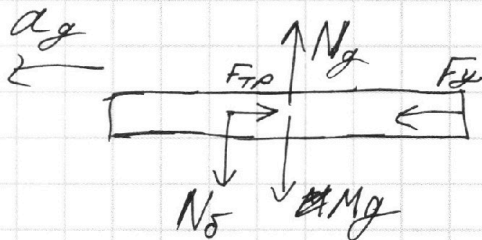
$$m \cdot 0 = N_0 - mg \Rightarrow N_0 = mg$$

$$a_0 = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$$



$F_{тр}$  - сила трения  
 $a_0$  - ускор. бруска  
 $N_0$  - норм. сила реакции опоры на брусок

Относительное движение бруска и доски начнётся, когда ускорение доски будет больше ускорения бруска.



II. 3. Ньютона в проекции на горизонтальную ось:

$$a_d \cdot M = F_{у} - F_{тр} = F_{у} - m a_0$$

Если брусок проскальзывает:

$$\mu g M \quad a_d M > \mu g M \Rightarrow F_{у} - m \mu g > \mu g M$$

$$F_{у} > \mu g (m + M). \quad F_{у} = k \cdot \Delta x. \quad (\Delta x - \text{сжатие пружины})$$

$$\text{искомое сжатие } \Delta x_0 = \frac{\mu g (m + M)}{k} = 0,25 \text{ м.}$$

~~Решение~~  $a_d$  - ускор. доски,  $N_d$  - норм. сила реакция опоры на доску,  $F_{у}$  - сила упругости.

2) До начала проскальзывания брусок и доска движутся как единое целое.



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 4

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!

В таком случае движение не отличается от груза пружинного маятника с цикл. частотой

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \text{ и амплитудой скорости } v_0.$$

Колебания описываются так:

$x = A \sin(\omega_0 t)$  ( $x$  - координата расстояния от места касания доски и пружины до текущего положения конца пружины,  $A$  - амплитуда)

$A = \frac{v_0}{\omega_0}$ ; в момент проскальзывания

$$x = \Delta x_0 \Rightarrow \Delta x_0 = \frac{v_0}{\omega_0} \sin(\omega_0 \tau_0)$$

$\tau_0$  - искомое время.

$$\Rightarrow \omega_0 \tau_0 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \tau_0 \approx \frac{1}{\omega_0} = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

3) При сжатии пружины после проскальзывания бруска ускорение доски будет всегда больше ускорения бруска, т.к. сила упругости увеличивается  $\Rightarrow$  увеличивается и  $a_d$ , а  $a_b = \mu g$ . Значит, в момент макс. сжатия пружины брусок всё ещё будет двигаться отн. доски.

После проскальзывания бруска движение доски можно рассматривать как колебания пружинного маятника, но положение равновесия сместится от изначальной точки касания доски и пружины.

Итак эти колебания т.к. см "сдвигающаяся"





1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

Сила равна  $F_{TP} = mg = \text{const.}$  и направлена к стене, то положение равновесия сдвигается к стене на  $\Delta X_1$ ,  $\Delta X_1 \cdot k = F_{TP} = mg$

$$\Delta X_1 = \frac{mg}{k} \Rightarrow \text{в момент отрыва}$$

расстояние доски от нового положения равновесия  $\Delta X_2 =$

$$= \Delta X_0 - \Delta X_1 = \frac{mg}{k} \cdot (M+m-m) = \frac{Mg}{k}$$

Скорость доски в этот момент:

$$v_2 = v_0 \cdot \cos(\omega_0 \tau_0) = v_0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 0,5 \frac{m}{s}$$

В момент максимального сжатия пружины скорость доски  $= 0 \frac{m}{s}$ .

(иначе пружина бы ещё не до конца сжалась или наоборот уже начала разжиматься)

т.к. это гармонические колебания то:

ускорения в этот момент максимальны

модуль ускорения максимален в этот момент  $\Rightarrow$  равен новой амплитуде ускорения.

По закону ЗСЭ:  $\frac{Mv_2^2}{2} + \frac{k\Delta X_2^2}{2} = \frac{kA_2^2}{2}$

$A_2$  - новая амплитуда колебаний.

$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{M}}$  - новая цикл. частота колебаний



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 4

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

$a_2 = A_2 \cdot \omega_2^2$  - амплитуда ускорения.

из ЗСЗ записанного ранее:  $A_2 = \frac{\sqrt{1,5}}{6} \text{ м.}$

~~$\omega_2^2 = 3$~~   $a_2 = \frac{\sqrt{1,5}}{6} \text{ м.} \cdot \frac{36}{2} \cdot \frac{1}{c^2} = 3\sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\text{м}}{c^2}.$

Ответ: 1)  $0,25 \text{ м.}$ ; 2)  $\frac{1 \cdot c}{2\sqrt{3}}$ ; 3)  $3\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\text{м}}{c^2}.$



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) ~~Пара~~ Относительная влажность воздуха выражается следующей формулой:

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}} \quad (p, \rho - \text{давление и плотность}$$

пара;  $p_{\text{нас}}, \rho_{\text{нас}}$  - давление и плотность насыщенных паров при той же температуре)

$$p_{\text{нас},1} = 90 \text{ кПа} \quad (\text{из графика при } t_0 = 97^\circ\text{C})$$

$$p_1 = \varphi \cdot p_{\text{нас},1} = 30 \text{ кПа}.$$

- 2) Конденсация пара начнется при  $\varphi = 100\%$ . До этого водяной пар является идеальным газом с постоянным кол-вом вещества.

П.к. сосуд закрыт ~~пл~~ поршнем, то весь процесс изобарический при  $p_0$ .

Пусть  $\nu_B, \nu_n$  - количество молей воздуха и пара в сосуде.  $\nu_B = \text{const}$ , но  $\nu_n$  постоянно только до начала конденсации.

$p_B, p_n$  - парциальное давление воздуха и пара соответственно.

По з. Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 V = (\nu_B + \nu_n) R T; \quad p_B V = \nu_B R T;$$

$$p_n V = \nu_n R T.$$

$$\text{изначально: } p_B \cdot V_0 = (p_0 - p_1) V_0 = \nu_B R T_0;$$

$$p_n V_0 = \nu_n R T_0 \Rightarrow \nu_B = \frac{V_0}{R T_0} \cdot (p_0 - p_1) \text{ и}$$

$$\nu_n = \frac{V_0}{R T_0} \cdot p_1$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Для случайного момента до конденсации:

$$V = \frac{(V_B + V_H)RT}{p_0}; \quad p_H \cdot \frac{V_B + V_H}{p_0} RT = V_H RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_H = p_0 \frac{V_H}{V_B + V_H} = p_1 = \text{const.} \Rightarrow \text{давление}$$

пара не изменяется до конденсации.

Легко найти, что  $p_{\text{нас}} = p_1$  происходит только при  $t^* = 69^\circ\text{C}$  (по графику)

3)  $T_0$  - температура в начале;  $T_K$  - температура после остывания.

$$T_0 = 370\text{ K}; \quad T_K = 306\text{ K}.$$

После начала конденсации давление  $p_H = p_{\text{нас}}$  (при  $t < t^*$ )

$$p_{\text{нас}}(t^* = 33^\circ\text{C}) = 5\text{ кПа}.$$

$$p_B = p_0 - p_{\text{нас}}(t = 33^\circ\text{C}) = 100\text{ кПа. (после остывания)}$$

$$\text{По з. Менделеева-Клапейрона: } p_B = \frac{V_B RT_K}{V} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = V_0 \cdot \frac{(p_0 - p_1)}{p_B} \cdot \frac{T_K}{T_0} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{(p_0 - p_1)}{p_B} \cdot \frac{T_K}{T_0} = \frac{185}{204}$$

$$\text{Ответ: 1) } p_1 = 30\text{ кПа; 2) } t^* = 69^\circ\text{C; 3) } \frac{V}{V_0} = \frac{185}{204}.$$





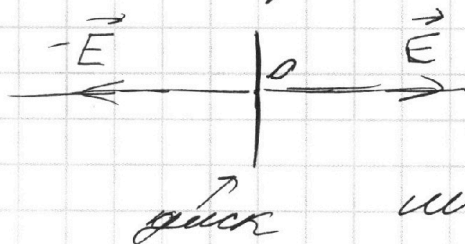
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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) П.к. ~~каждого~~ диск заряжен положительно, то вектор напряженности вдоль оси симметрии от т. О



~~Значит~~, Напряжённость э. поля вдоль оси симметрии уменьшается по модулю при

отдалении от т. О, т.к. ~~одноименное~~ поле может создать только бесконечная плоскость (диск гораздо меньше).

Значит, при приближении ~~диполя~~ "+" диполь отталкивается сильнее "-" => диполь замедляется, при отдалении же диполь ускоряется к полюсу.

Пусть изначально диполь имел потенциал = 0 в. (на бесконечности).

При краёте центра диска его потенциал =  $\varphi_0 > 0$  (сумма для обоих зарядов)

Чтобы он краётал т. О необходимо по ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_0 \quad (m - \text{масса всего диполя, } q - \text{модуль заряда его конца})$$

Если сообщить ему скорость  $\frac{3}{2}v_0$ , то по ЗСЭ:

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_0 + \frac{mu^2}{2} \Rightarrow u = \frac{\sqrt{5}v_0}{2}$$

u - искомая скорость.



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.

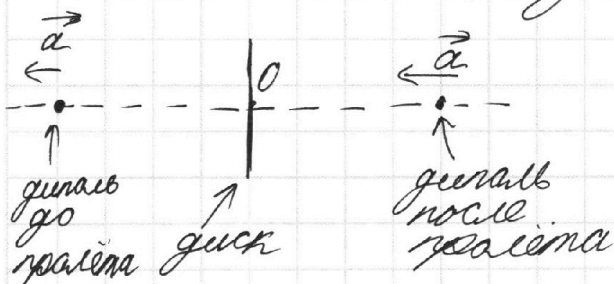
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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) После пролёта т.О диодов продолжит замедляться иная такая же  $\vec{a}$  ускорение как и в "зеркальной" точке относительно диска в силу симметрии.



Значит, при удалении на бесконечность после пролёта его потенциал (циркулярный)  $= 2\varphi_0 > 0$

По ЗСЭ:

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} + 2\varphi_0 \quad v_k - \text{минимальная скорость}$$

всегда замедляет диоды, но  $v_k$  достигается на при бесконечном удалении) (т.к. ускорение)

$$\Rightarrow \frac{1}{4} \cdot \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_k^2}{2} \Rightarrow v_k = \frac{v_0}{2}; \frac{v_0}{v_k} = 2.$$

Ответ: 1)  $\frac{\sqrt{5} v_0}{2}$ ; 2)  $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = 2.$



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

1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА  
 1 из 2

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

1) В цепи будет возникать ЭМФ - ЭДС индукции из-за изменения потока магнитного поля через катушку 1, ей будут противостоять ЭДС

$\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  - ЭДС самоиндукции катушек. (так как  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  направлены против  $\mathcal{E}_{\text{инд}}$  согласно 3. Ленца)

По II з. Кирхгофа:  $\mathcal{E}_{\text{инд}} - \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = 0 \cdot I$

(сопротивления нет)  $\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{инд}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{n S_1 \cdot dB}{dt} \quad \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = +L_1 \cdot \frac{dI}{dt} + L_2 \cdot \frac{dI}{dt} =$$

$$= (L_1 + L_2) \cdot \frac{dI}{dt} \quad \Rightarrow \quad (\text{знак "+" т.к. направление уже было учтено})$$

$$\Rightarrow -n S_1 \cdot dB = 4L \cdot dI$$

Поток в цепи одинаковый, т.к. заряд нигде не накапливается.

$$\int -n S_1 dB = \int 4L dI \Rightarrow -n S_1 (0 - B_0) = 4L (I_0 - 0)$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{n S_1 B_0}{4L} \quad (I = \frac{n S_1 B}{4L} - \text{для общего случая})$$

2) Заряд ~~отскочивший~~ ~~прошедший~~ ~~шля~~ ~~с~~ ~~катушки~~ ~~1~~ ~~=~~ ~~q~~. По определению  $dq = I dt$ .

$$q_{\text{иск}} = \int_0^{\tau} dq = \int_0^{\tau} I dt = \int_0^{\tau} \frac{n S_1 B}{4L} dt = \frac{n S_1}{4L} \int_0^{\tau} B dt.$$



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!

$\oint \vec{J}_{иск} -$  искомый заряд.

$\int \vec{B} dt$  - площадь под графиком в условии.

$$\int_a^{\tau} B dt = \frac{B_0 \tau \cdot 3}{8} \Rightarrow J_{иск} = \frac{3 B_0 \tau n S_1}{32 \cdot L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{n \cdot S_1 \cdot B_0}{4 \cdot L}; 2) \frac{3 \cdot B_0 \cdot \tau \cdot n \cdot S_1}{32 \cdot L}$$





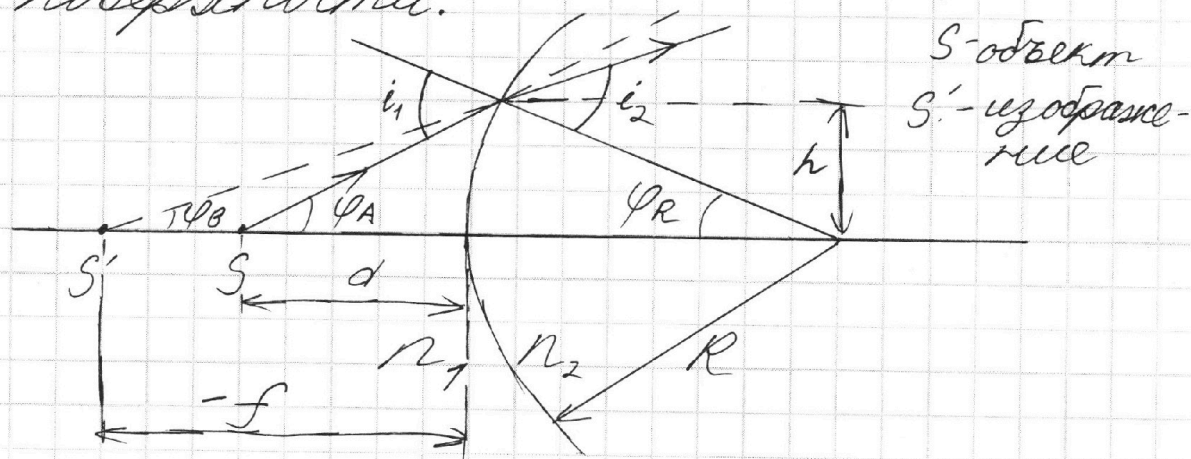
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Для начала получим формулу для сферической оптически однородной поверхности:



$$\text{В } i_1 = \varphi_A + \varphi_R; \quad i_2 = \varphi_B + \varphi_R \text{ (как внешние)}$$

По 3. Снеллиуса в параксиальном приближении:

$$i_1 \cdot n_1 = i_2 n_2 \Rightarrow \varphi_R (n_2 - n_1) = n_1 \varphi_A - n_2 \varphi_B$$

$$\frac{h}{R} (n_2 - n_1) = n_1 \cdot \frac{h}{d} + n_2 \frac{h}{f} \Rightarrow \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_1}{d} + \frac{n_2}{f}$$

(f отсчитывается вправо от границы сред)

1) ~~Вот~~ ~~Вот~~  $n_1 = 1$  (воздух).

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{x_1} \quad (x_1 - \text{от линзы до изображения})$$

$$\Rightarrow x_1 = 11F$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

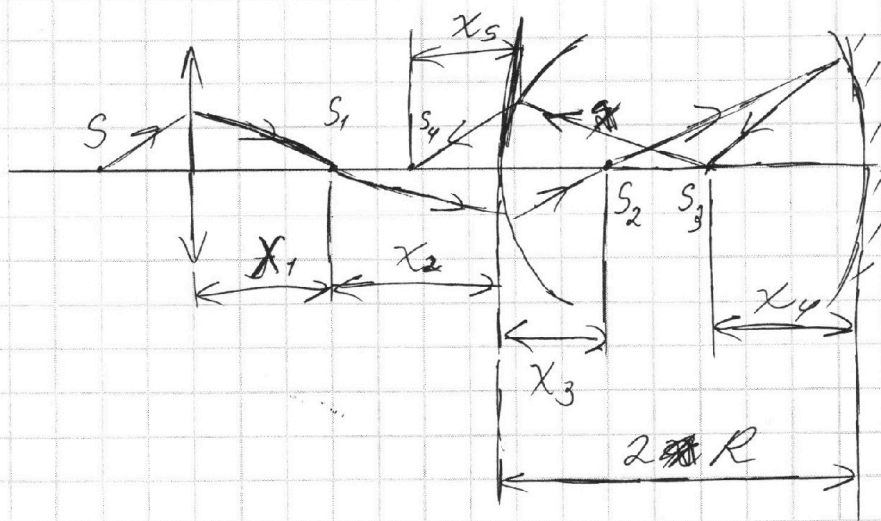
В шаре изображение будет объектом на  $x_2 = b - x_1 = -0,5F$

$n_2 = n$  - показатель преломления шара.

$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_2} + \frac{n}{x_3} \quad (x_3 - \text{расстояние от раздела сред до второго изображения.})$$

По формуле вогнутого сфер. зеркала:

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R - x_3} + \frac{1}{x_4}$$



$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{2R - x_4} \quad (x_5 - \text{расстояние от раздела сред до 4-го изображения})$$

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b - x_5} \quad (\text{изображение } S_{\phi 5} \text{ совпадает с } S)$$



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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\text{Значит, } x_3 = x_1 = b - x_5 \Rightarrow x_5 = x_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow 2R - x_4 = x_3 \Rightarrow x_4 = R, x_3 = R.$$

$$\frac{n-1}{R} = \frac{1}{x_2} + \frac{n}{R} \Rightarrow R = 0,5 F.$$

2) теперь рассмотрим ~~первый~~ <sup>второй</sup> случай:

$$x_1 = 11F; b = (10,5 + 5,5)F = 16F.$$

$$x_2 = 5F$$

Так же имеем 4 уравнения:

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{x_3}; \quad \frac{4}{F} = \frac{1}{F-x_3} + \frac{1}{x_4};$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{F-x_4}; \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{16F-x_5}$$

$$\Rightarrow x_5 = 5F; x_3 = F \left( 2 - \frac{11}{5n} \right); x_4 = F \cdot \frac{5n-11}{10n-33}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n(10n-33)}{5n-22} \Rightarrow 5n = 11;$$

$$n = 2,2.$$

Ответ: 1)  $0,5F$ ; 2)  $2,2$ .



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  
☐

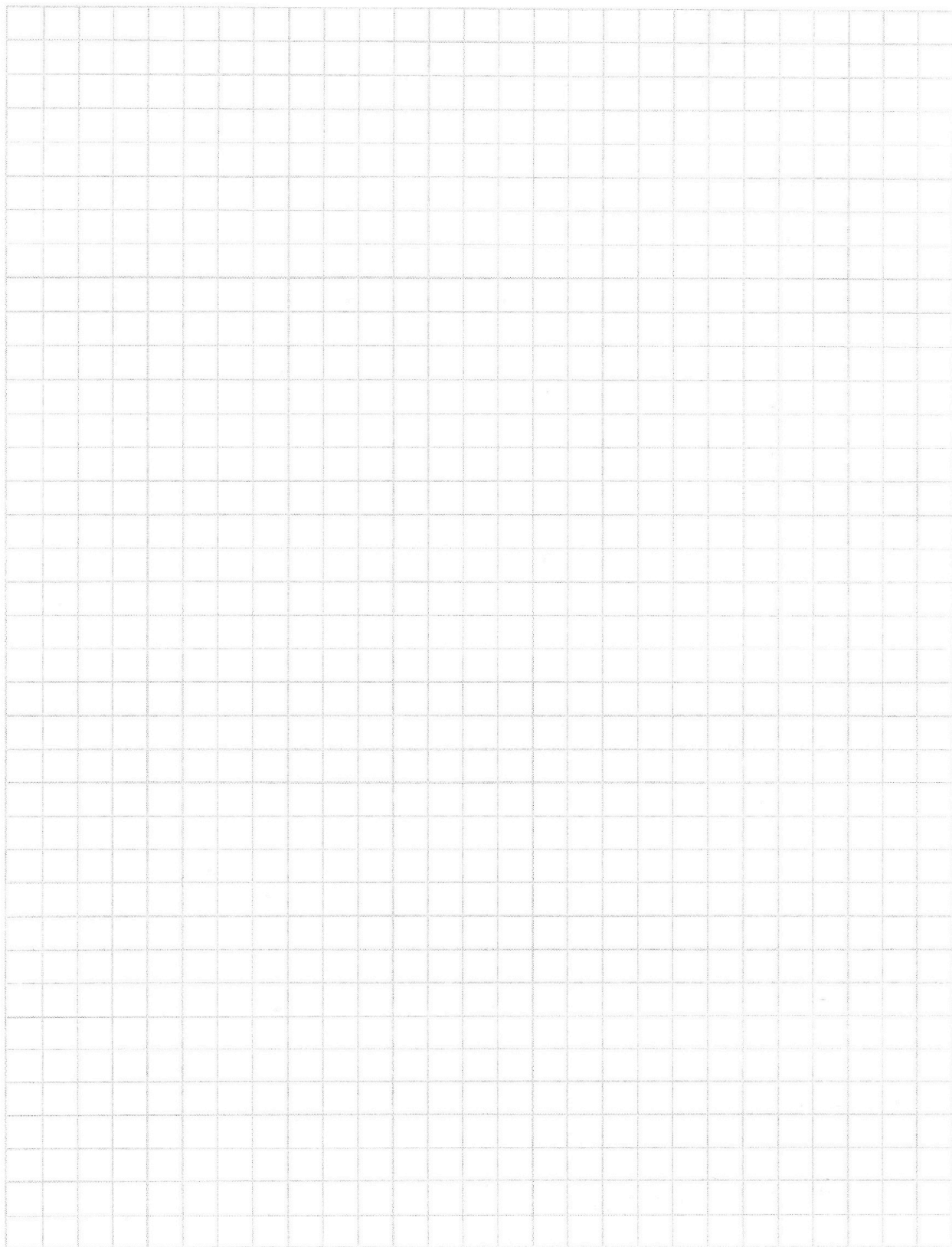
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
\_\_ 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.

☐☐☐☐☐☐☐

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!

$$= F \left( \frac{n - \frac{22}{5}}{2n - \frac{33}{5}} \right) = F - X_4$$

$$\frac{n-1}{0,5A} = \frac{1}{5A} + \frac{n(2n - \frac{33}{5})}{A(n - \frac{22}{5})}$$

$$2n-2 = \frac{1}{5} + \frac{n(2n - \frac{33}{5})}{n - \frac{22}{5}} = \frac{1}{5} + \frac{n \cdot (10n - 33)}{5n - 22}$$

$$(2n - \frac{11}{5})(5n - 22) = 5n(10n - 33)$$

$$5n = X \quad (2X - 11)(X - 22) = X \cdot (2X - 33)$$

$$2X^2 - 11X - 44X + 242 = 2X^2 - 33X$$

$$-55X + 22 \cdot 11 = -33 \cdot X$$

$$-5X + 22 = -3X$$

$$22 = 2X \quad X = 11$$



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!

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{x_3}; \quad \frac{4}{F} = \frac{1}{F-x_3} + \frac{1}{x_4}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{F-x_4}$$

$$\frac{n}{x_3} = \frac{n-1}{0,5F} - \frac{1}{5F} = \frac{1}{F} \left( \frac{2n-1}{5} - \frac{1}{5} \right) =$$

$$= \frac{1}{nF} \left( 2n - \frac{11}{5} \right)$$

$$x_3 = nF \cdot \frac{1}{2n - \frac{11}{5}} = F \cdot \left( \frac{1}{2 - \frac{11}{5n}} \right)$$

$$F - x_3 = F \left( 1 - \frac{1}{2 - \frac{11}{5n}} \right) = F \cdot \left( \frac{2 - \frac{11}{5n} - 1}{2 - \frac{11}{5n}} \right) =$$

$$= F \cdot \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{11}{5}}$$

$$\frac{4}{F} = \frac{2n - \frac{11}{5}}{F \left( n - \frac{11}{5} \right)} + \frac{1}{x_4}$$

$$\frac{4}{F} - \frac{2n - \frac{11}{5}}{F \left( n - \frac{11}{5} \right)} = \frac{1}{x_4} = \frac{1}{F} \cdot \left( \frac{4n - \frac{44}{5} - 2n + \frac{11}{5}}{n - \frac{11}{5}} \right) =$$

$$= \frac{1}{F} \left( \frac{2n - \frac{33}{5}}{n - \frac{11}{5}} \right)$$

$$x_4 = F \cdot \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}}$$

$$F - x_4 = F \cdot \left( 1 - \frac{n - \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}} \right) = F \cdot \left( \frac{2n - \frac{33}{5} - n + \frac{11}{5}}{2n - \frac{33}{5}} \right) =$$



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.

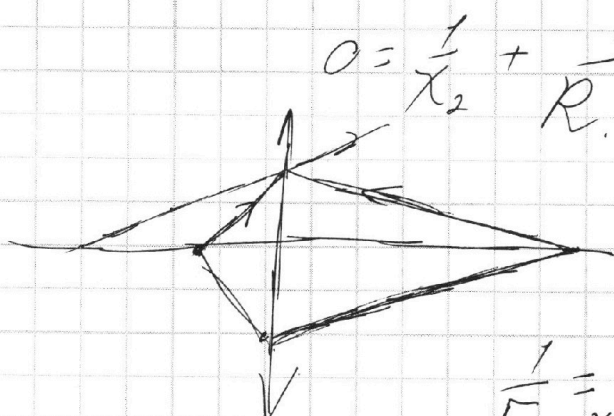
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

\_\_ 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!

$$(n-1) \cdot x_2 = R + n \cdot x_2 \quad \text{~~0,5F~~}$$
$$-x_2 = R \Rightarrow R = -x_2 = 0,5F$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{6}$$

$$6 \vec{R} \neq 0$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{y} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{5F} + \frac{n}{x_3} \quad \text{①}$$

$$\text{②} \quad \frac{2}{F} = \frac{1}{F-x_3} + \frac{1}{x_4}$$

$$\text{③} \quad \frac{n-1}{0,5F} = \frac{1}{x_5} + \frac{n}{F-x_4}$$

$$\text{④} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{16F-x_5}$$

$$x_3, x_4, x_5, n$$

$$16F - x_5 = 11F$$
$$x_5 = 5F$$



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!

$$2 \cdot (0,5)^2 + 36 \cdot \left( \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,3}{36} \right)^2 = 36 \cdot A_2^2$$

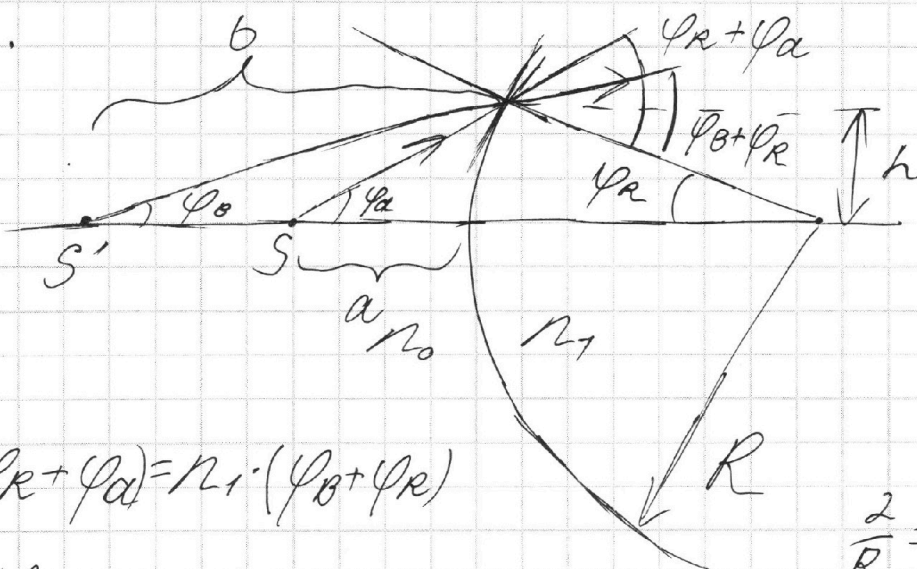
$$0,5 + \frac{(2 \cdot 3)^2}{36} = 36 \cdot A_2^2$$

$$\frac{1,5}{36} = A_2^2, A_2^2 =$$

$$\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \frac{36}{2 \cdot 6} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot 3$$

$$\frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{11F} =$$

$$= \frac{11}{11F} = \frac{1}{F}$$



$$n_0(\varphi_R + \varphi_a) = n_1 \cdot (\varphi_B + \varphi_R)$$

$$\varphi_R(n_1 - n_0) = n_0 \varphi_a - n_1 \varphi_B$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$f = d.$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{d}$$

$$\frac{n_1 - n_0}{R} = \frac{n_0}{a} - \frac{n_1}{b}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{11F} + \frac{1}{f_0}$$

$$f_0 = \frac{1,1F}{0,1} = 11F.$$

$$\frac{(n_1 - n_0)}{R} = \frac{n_0}{10,5F - f_0} - \frac{n_1}{10,5F - x_1}$$





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!

$$p_B V = \nu_B \cdot R T$$

$$p_H V = \nu_H R T$$

$$V = \frac{(\nu_B + \nu_H) R T}{p_0}$$

$$p_0 V = (\nu_B + \nu_H) R T$$

$$p_H(T) = ?$$

$$p_H \neq \frac{(\nu_B + \nu_H) R T}{p_0} = \nu_H R T$$

$$p_H = p_0 \cdot \frac{\nu_H}{\nu_H + \nu_B} = p_0 \cdot \frac{p_1}{p_0} = p_1$$

$$97 + 273 = 100 + 270 = 370$$

$$33 + 273 = 306 \text{ K}$$

$$V = \frac{\nu_B R T_K}{p_{0K}} = \frac{\nu_0}{R T_0} \cdot (p_0 - p_1) \cdot \frac{R T_K}{p_K}$$

$$\frac{\nu_0}{\nu_0} = \frac{p_0 - p_1}{p_K} \cdot \frac{T_K}{T_0} = \frac{105 - \frac{30}{100}}{100} \cdot \frac{370}{306} = \frac{75}{100} \cdot \frac{370}{306} =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{185}{153} = \frac{185}{4 \cdot 51} = \frac{185}{204}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{2 \Delta x_0}{3} = A \cdot \sin(\omega_1 t + \varphi_0)$$

$$2 \cdot 50 \cdot \frac{0.5}{3} = \frac{1}{\sqrt{\frac{36}{2}}} \cdot \sin(\omega_1 t + \varphi_0)$$

$$\Delta x_1 = \frac{\nu_0}{\omega_1} \cdot \sin(\varphi_0)$$

$$\nu_0 \cdot \cos(\varphi_1) = \nu_1$$

$$\nu_1 =$$



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!

$$1 \quad \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{3612} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м}, \quad \cancel{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 36}$$

$$\omega^2 \quad \frac{\frac{m}{M}}{k_2} = \frac{\cancel{k_2} \cdot \frac{M}{C^2}}{\cancel{k_2}} = \frac{1}{C^2}$$

$$0,25 \text{ м} = \frac{\frac{1}{C}}{\sqrt{\frac{36}{3}}} \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \varphi = 0,25 \cdot \sqrt{12} = \frac{1}{4} \cdot 2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\varphi = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \approx 1 = \tau_0 = \frac{1}{\omega_0} = \sqrt{\frac{3}{36}} = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ с}$$

$$2 \quad p = \text{const.}$$

$$pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$p = \frac{m}{V} = \frac{p_{\text{пол}}}{RT}$$

$$\frac{5}{4} \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2}$$

$$u^2 = \frac{5}{4} v_0^2$$

$$\frac{B_0 \tau_1}{64} \cdot 2\varphi = \frac{B_0 \tau \cdot 3}{8}$$

$$\frac{3B_0 \tau \cdot n S_1}{8 \cdot 4L} =$$

$$= \frac{3B_0 n \tau S_1}{32L}$$

$$p_1 V_0 = \nu n R T_0$$

$$(p_0 - p_1) V_0 = \nu n R T_0$$

$$p_0, p_n$$

$$p_B + p_n = p_0$$