



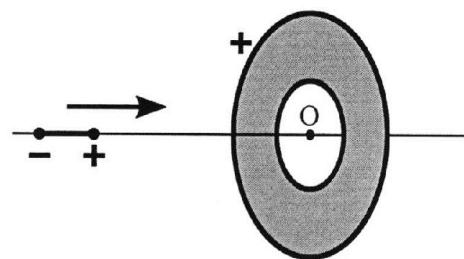
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

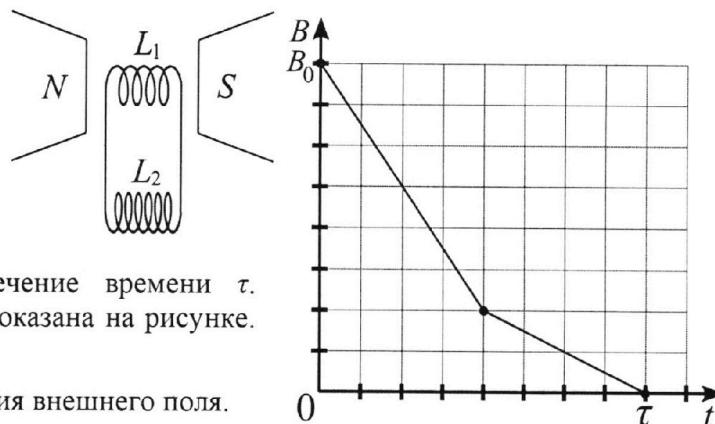
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



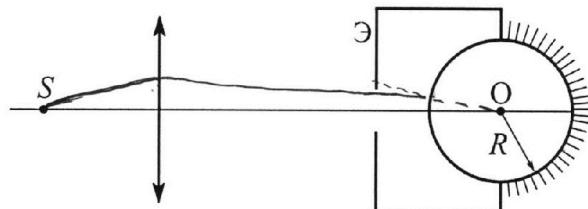
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 , удалённый 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 точке 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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



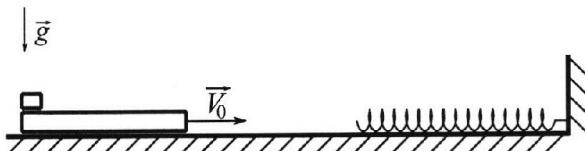
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



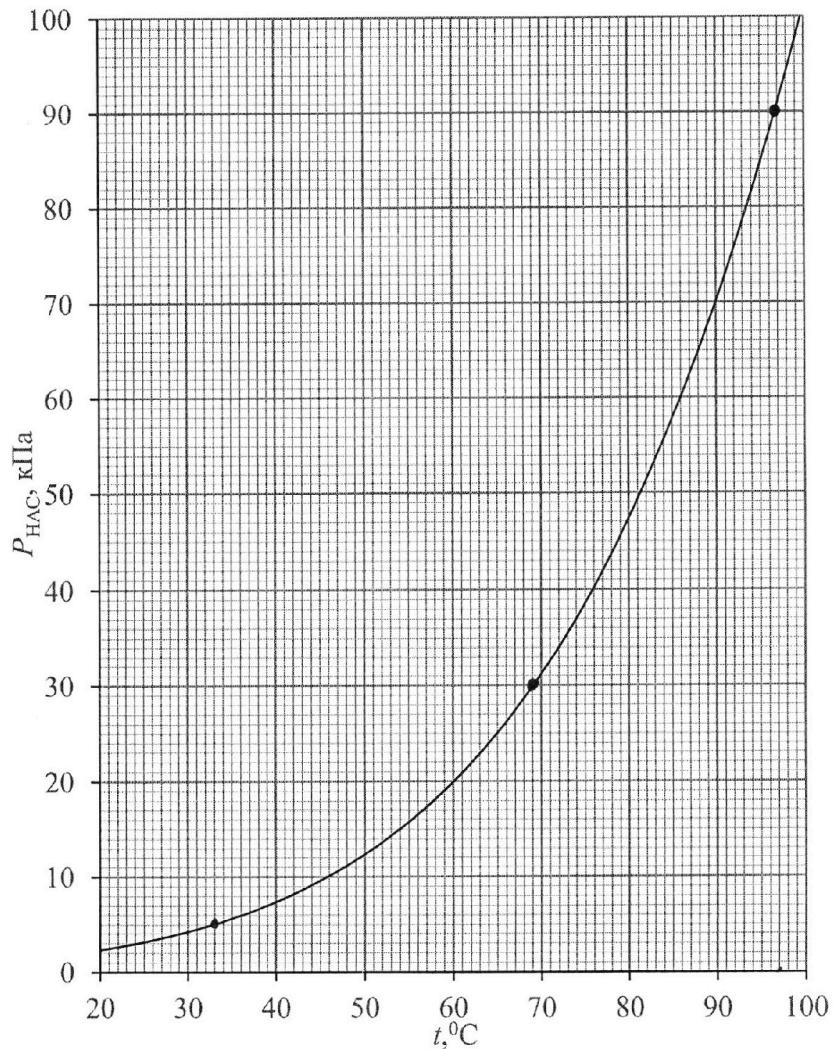
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок 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 $t_0 = 97$ °C и относительной влажности $\phi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °C.
- 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.

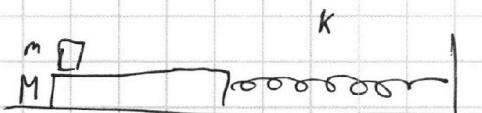


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



- 1) В момент начала скольжения в системе отсчета
доски II закон Ньютона для доски
 $-F_{Tr} + ma = 0$ (a - ускорение доски) (F_{Tr} - сила трения скольжения)

$$\mu mg = ma$$

$$a = \mu g \quad \text{В системе отсчета Земли I закон Ньютона для доски:}$$

$$Ma = k \alpha x - \mu mg \quad (\alpha - сжатие пружины)$$

$$M\mu g = k \alpha x - \mu mg$$

$$\alpha x = \frac{\mu g / (M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 / (2+1)}{36} = \frac{9}{36} = 0,25 \text{ м.}$$

- 2) По моменту относительного движения доски и доски система может считать одним единым телом. Новая система представляет собой пружинный маятник.

$$\frac{(m+M)\dot{\vartheta}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$(m+M)\ddot{\vartheta}\dot{x} + kx\ddot{\vartheta} = 0$$

$$\frac{k}{m+M} x = -\ddot{\vartheta}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

Найдем амплитуду колебаний маятника:

$$\frac{(m+M)\dot{\vartheta}_0^2}{2} = \frac{kM^2}{2}$$

$$A = \dot{\vartheta}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$x = A \cdot \sin(\omega t) = \dot{\vartheta}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} \cdot t\right)$$

В основной момент $\pi = n\pi$

$$\alpha x = \dot{\vartheta}_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} \cdot t\right)$$



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 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!

$$\frac{\omega_0}{\varphi_0} \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sin \sqrt{\frac{k}{m+M}} \varphi$$

$$\varphi = \frac{\arcsin \left(\frac{\omega_0}{\varphi_0} \sqrt{\frac{k}{m+M}} \right)}{\sqrt{\frac{k}{m+M}}} = \frac{\arcsin \left(\frac{1}{4} \sqrt{\frac{36}{3}} \right)}{\sqrt{\frac{36}{3}}} =$$

$$= \frac{\arcsin \left(\sqrt{\frac{3}{4}} \right)}{2 \sqrt{3}} = \frac{\arcsin \sqrt{\frac{3}{4}}}{2 \sqrt{3}} =$$

$$= \frac{\pi}{3 \cdot 2 \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ c.}$$

3) От момента начала сближения до максимального сближения сближение могло не прекратиться

~~$kx - \mu mg = -M \frac{d\varphi}{dt}$~~

~~$\mu mg = m \frac{du}{dt}$~~

~~$kx - m \frac{du}{dt} = M \frac{d\varphi}{dt}$~~

~~$kx dt = m du + M d\varphi$~~

~~$\int kx dt = m \int u dt + M \int \varphi dt$~~

~~$\frac{(m+M)\varphi_0^2}{2} + Kx^2$~~

~~$Kx = ma_1 - Ma_2$~~

~~$Kx = ma_1 - M \ddot{\varphi}$~~

~~$\mu mg = m a_1$~~

~~$\mu mg t = m u$~~

~~$u = \mu g t$~~

~~$A_{Tr} = \mu mg t$~~

~~$u = A_{Tr} \cos \omega t$~~

~~$\frac{(m+M)\varphi_0^2}{2} = A_{Tr} + \frac{Kx^2}{2} + \frac{m u^2}{2}$~~



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
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!

$$kx - \mu mg = -M\ddot{x}$$

$$\mu mg = m \frac{du}{dt}$$

$$\mu g = \frac{du}{dt}$$

$$h_n = \frac{mdg}{dt} - \frac{Md\vartheta}{dt}$$

$$\int h_n dt = m\omega t - M\vartheta$$

$$\text{Объем: 1) } \pi r^2 = 0,25 \text{ м.}$$

$$2) \ell = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ м.}$$

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



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

- 1) $P_1 = \rho_{\text{нас}}(97^\circ\text{C}) \cdot \gamma_0 = \frac{90}{3} = 30 \text{ кПа}$
- 2) Процесс представляет изобарическое сжатие. Тогда пар начнет конденсироваться при достижении состояния насыщенный при давлении P_1 .
Из графика видно, что это произойдет при $t^* = 69^\circ\text{C}$
- 3) После достижения насыщенного пара излишки влаги будут конденсироваться \Rightarrow парциальное давление пара всегда равно $P_{\text{нас}}$ при данной температуре.
Пусть γ_0 и γ_k - кол-во влаги пара в начале и конце процесса соответственно, γ - кол-во влаги в конеч.
- $$P_0 V_0 = (\gamma + \gamma_k) R T_0$$
- $$P_1 V_0 = \gamma R T_0 + \gamma_k R T_0 = \gamma R T_0 + P_1 V_0$$
- $$\frac{V_0}{P_0 - P_1} = \frac{\gamma R T_0}{P_0 - P_1}$$
- $$V_0 = \frac{\gamma R T_0}{P_0 - P_1}$$
- $$P_0 V = (\gamma + \gamma_k) R T$$
- $$\rho_{\text{нас}}(33^\circ\text{C}) \cdot V = \gamma_k R T$$
- $$P_0 V = \gamma R T + \rho_{\text{нас}}(33^\circ\text{C}) V$$
- $$V = \frac{\gamma R T}{P_0 - \rho_{\text{нас}}(33^\circ\text{C})}$$
- $$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 - \rho_{\text{нас}}(33^\circ\text{C})} = \frac{105 - 30}{105 - 5} = \frac{75}{100} = 0,75$$
- Ответ: 1) $P_1 = 30 \text{ кПа}$
2) $t^* = 69^\circ\text{C}$
3) $\frac{V}{V_0} = 0,75$

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.

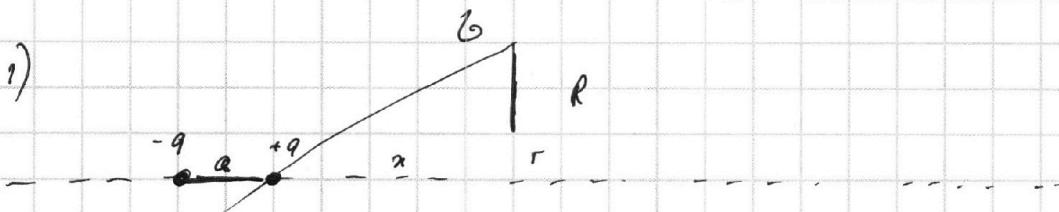


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

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)



F_1 и F_2 - силы, действующие на положительный и отрицательный заряд соответственно.

$$\begin{aligned} \cancel{dF_1} &= \frac{kq^2 6\pi R dR}{R^2 + x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \\ F_1(x) &= \int_r^R \frac{kq^2 6\pi x dR}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \int_r^R \frac{\pi kq^2 6\pi x dR^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \pi kq^2 6\pi \int_r^R \frac{dR^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \\ &= -\pi kq^2 6\pi \left[\frac{2}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right]_r^R = -2\pi kq^2 6\pi \frac{2}{\sqrt{R^2 + x^2}} + \frac{2\pi kq^2 6\pi}{\sqrt{r^2 + x^2}} = \\ &= \pi kq^2 6 \left(\frac{2x}{\sqrt{r^2 + x^2}} - \frac{2x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \\ F_2(x) &= -\pi kq^2 6 \left(\frac{2(x+a)}{\sqrt{r^2 + (x+a)^2}} - \frac{2(x+a)}{\sqrt{R^2 + (x+a)^2}} \right) \end{aligned}$$

В момент пролета ^{через} диполя через центр отбрасываем отсюда потенциальная энергия взаимодействия диполя и диска (у каждого из зарядов потенциальные энергии равны по модулю, но противоположны по знаку).

Поскольку из условия сохранения энергии следует, что в этом моменте скорость прелета рабочая скорость в падающем моменте на бесконечном удалении

$$v = \frac{3}{2} v_0, \text{ где } v - \text{ скорость в момент пролета}$$

2) Максимальная и минимальная скорости полета ~~должны~~ при таком x , что $F_1 + F_2 = 0$; в этот момент достигается максимум и минимум потенциальной энергии соответственно.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Если запустить дисплей из бесконечности со скоростью v_0 и $\frac{3v_0}{2}$, то в ~~этот~~ эти моменты времени (к моменту их достижения) дисплей к этому моменту потеряет ~~одну~~ и ту же энергию (эта энергия перейдет в потенциальную)

При этом при запуске с v_0 дисплей в этот момент практически остановится, поэтому преобразим его кинетической в этот момент.

$$\Delta E = \frac{mv_0^2}{2} - 0$$

$$\Delta E = \frac{gmv_0^2}{8} - \frac{m(v_{\min})^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{9mv_0^2}{8} - \frac{m(v_{\min})^2}{2}$$

$$v_{\min}^2 = \frac{9v_0^2}{4} - v_0^2 = \frac{5v_0^2}{4}$$

$$v_{\min} = \frac{v_0\sqrt{5}}{2}$$

В тоже время с максимальной скоростью потенциальная энергия взаимодействия минимальна и равна $-\Delta E$

$$-\Delta E = \frac{gmv_0^2}{8} - \frac{m(v_{\max})^2}{2}$$

$$-\frac{mv_0^2}{2} = \frac{9mv_0^2}{8} - \frac{m(v_{\max})^2}{2}$$

$$v_{\max}^2 = v_0^2 + \frac{9v_0^2}{4} = \frac{13v_0^2}{4}$$

$$v_{\max} = \frac{v_0\sqrt{13}}{2}$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{v_0\sqrt{13}\cdot 2}{2 \cdot v_0\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

$$\text{Очевидно: 1) } v = \frac{3v_0}{2}$$

$$2) \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$1) \quad \mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{n \cdot S_1 \cdot dB}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \frac{(L_1 + L_2) dI}{dt}$$

$$\frac{n \cdot S_1 \cdot dB}{dt} = \frac{(L_1 + L_2) dI}{dt}$$

$$n \cdot S_1 \cdot dB = (L_1 + L_2) dI$$

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

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

$$2) \quad I = \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} (B_0 - B)$$

(I и B — ток и индукция магнитного поля в произвольный момент)

$$Q = \int_0^{\infty} I dt = \frac{n \cdot S_1}{L_1 + L_2} \int_0^{\infty} (B_0 - B) dt = \frac{n \cdot S_1}{4L} (B_0 t - \int B dt)$$

Q — заряд, промежуток по времени

Причем $\int B dt$ — площадь под графиком за время S .

$$\int B dt = \frac{B_0 + \frac{B_0}{4}}{2} \cdot \frac{\pi}{2} + \frac{B_0}{4} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{5B_0 \pi}{16} + \frac{B_0 \pi}{16} = \frac{6B_0 \pi}{16} = \frac{3B_0 \pi}{8}$$

$$Q = \frac{n \cdot S_1}{4L} \left(\frac{8B_0 \pi}{8} - \frac{3B_0 \pi}{8} \right) = \frac{5n \cdot S_1 \cdot B_0 \pi}{32L}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{n \cdot S_1 \cdot B_0}{4L}$$

$$2) \quad Q = \frac{5n \cdot S_1 \cdot B_0 \pi}{32L}$$

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.



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

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!

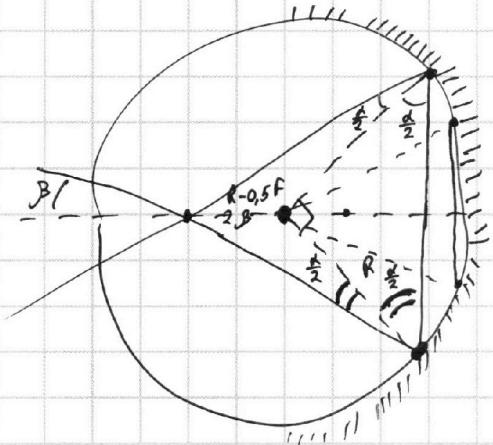
Если положение изображения не зависит от n , то можем представить, что $n=1 \Rightarrow$ Угола шара нет, а есть только сферическое зеркало.

Луч пересекает оптическую ось на расстоянии C

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

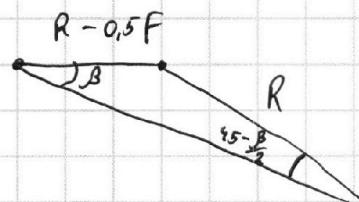
Горизонтальный луч должен быть таким, чтобы излученный обратно прошел оптическую ось в той же точке, в которой он прошел через нее впереди, причем под тем же углом к горизонту

$$\beta = \frac{a}{C}, \text{ где } a - \text{бисектриса, на которой венчал луч внизу}$$



$$2\beta + 2\alpha = 180$$

$$\alpha = 90 - \beta$$



$$\frac{R}{\beta} = \frac{R-0,5F}{\sin(45-\frac{\beta}{2})}$$

$$\beta R - 0,5\beta F = R \sin(45 - \frac{\beta}{2})$$

$$\beta R - 0,5\beta F = \frac{\sqrt{2}}{2}R - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\beta}{2} R$$

$$R = \sqrt{0,5F + \frac{\sqrt{2}}{2}\beta} = \frac{\sqrt{2}}{4}R$$

$$R \left(\beta - \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = 0,5\beta F$$

$$R = \frac{0,5\beta F}{\beta - \frac{\sqrt{2}}{2}}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

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

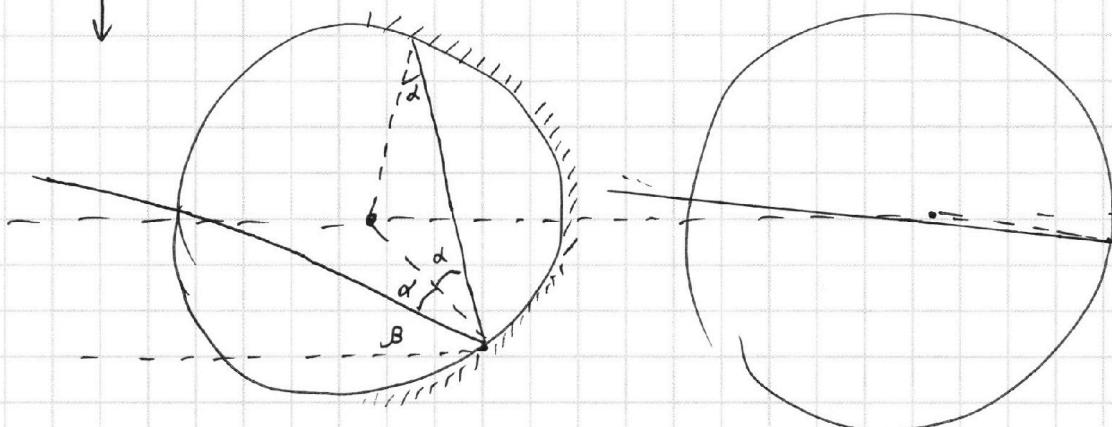
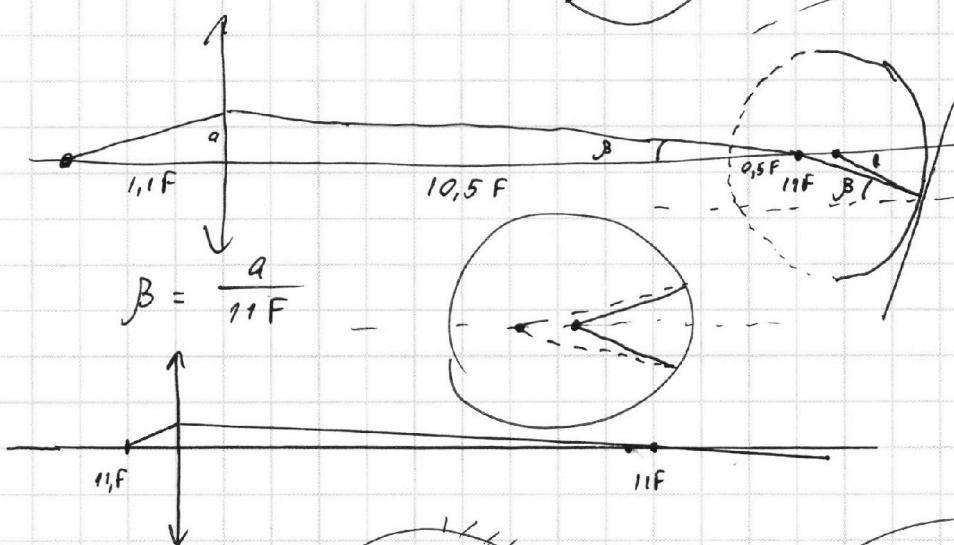
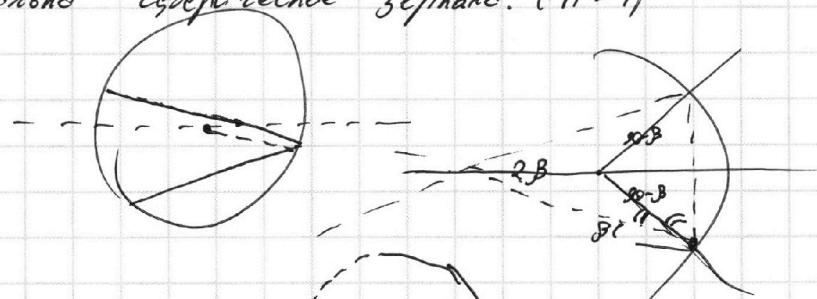
$$\frac{1}{1,1F} - 1 = \frac{1}{C} \Rightarrow C = 1,1F$$

$$\sin(\alpha+y) = \sin\alpha \cos y + \sin y \cos\alpha$$

Если положение изображения не зависит от положения шара, то можно представить, что самого шара нет, а есть только сферическое зеркало. ($n=1$)

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

$$C = 1,1F$$





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!