



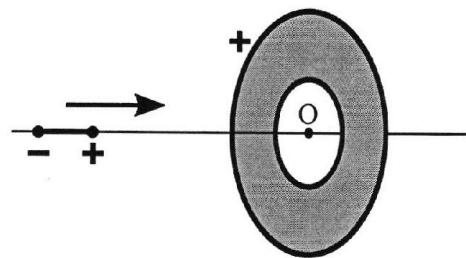
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

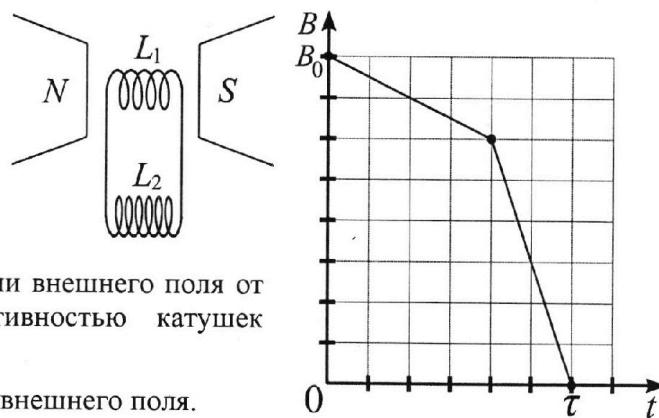
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 диполю начальную скорость V_0 .



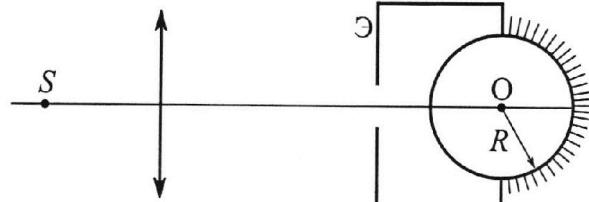
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 t . 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



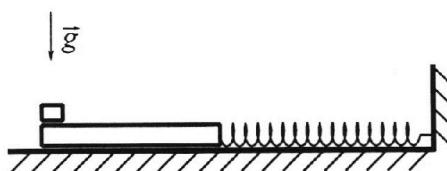
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого 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.

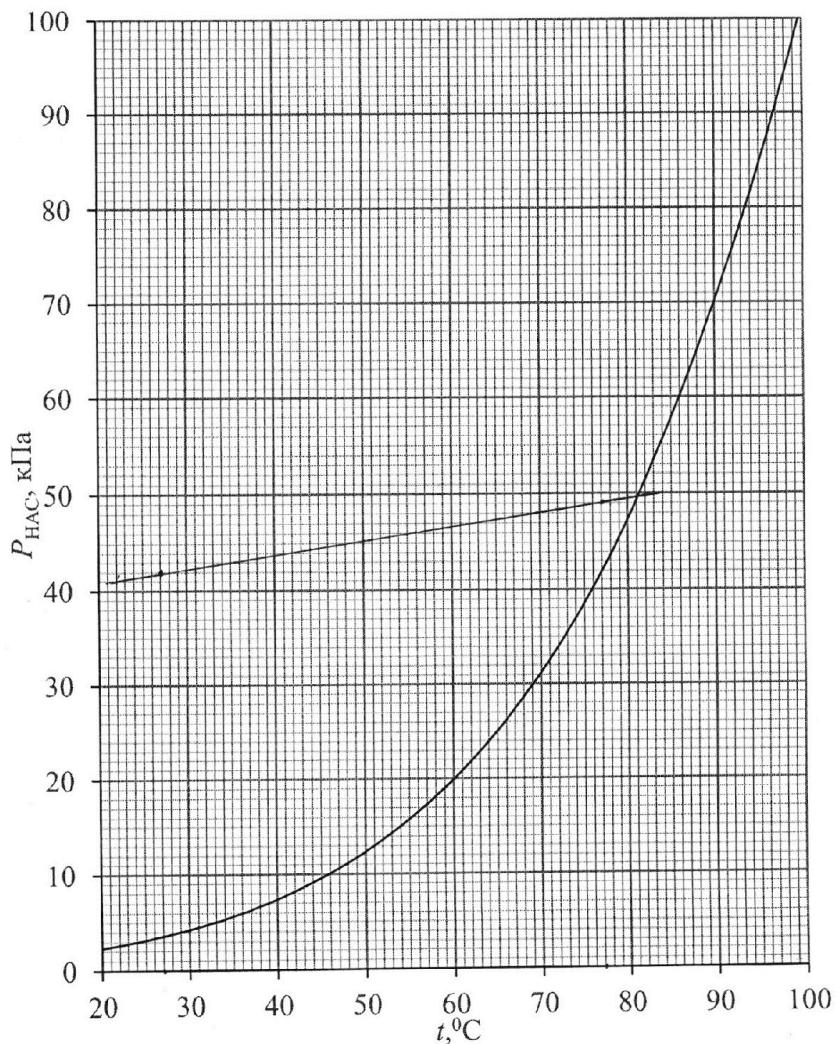


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. 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.



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 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!

Дано

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$K = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$M = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

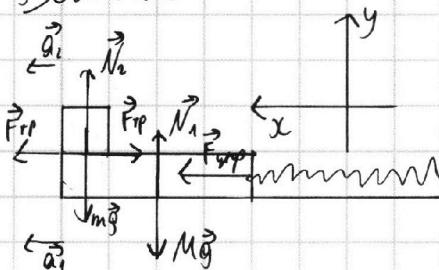
$$\pi \approx 3$$

$$x_1 - ?$$

$$\alpha_0 - ?$$

$$U_1 - ?$$

Решение



2 Закон Ньютона

$$M\vec{a}_1 = M\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{tp} + \vec{F}_{spr} + \vec{N}_2$$

$$m\vec{a}_2 = m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{tp}$$

$$x: M\alpha_1 = F_{spr} - F_{tp} \quad F_{tp} = \mu N_1$$

$$x: m\alpha_2 = F_{tp} \quad F_{spr} = kx$$

$$y: N_1 - N_2 - Mg = 0 \quad x_1 - \text{стаже грунтота в момент, когда}$$

$$y: N_2 - mg = 0 \quad \text{разность ускорений равна нулю}$$

$$N_2 = mg \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$$

$$F_{tp} = \mu mg$$

$$Ma = kx_1 - \mu mg$$

$$F_{spr} = kx_1$$

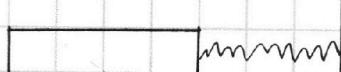
$$ma = \mu mg \quad a = \mu g$$

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

$$kx_1 = \mu g(\mu + m) \quad x_1 = \frac{\mu g(\mu + m)}{k}$$

$$x_1 = \frac{0,3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}} (2 \text{ кг} + 1 \text{ кг})}{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = 0,18 \text{ м}$$

б исключе из формула



можно записать уравнение ЗСГ

$$k \frac{x_0^2}{2} - k \frac{x^2}{2} = \frac{Ma^2}{2}$$



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 |
| <input checked="" 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!

по схеме фриза импульсом движется на пистолет ΔP .

$$\text{тогда } \frac{M(U - \Delta P)}{m} = \frac{\Delta P}{m} \quad \Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P, \text{ т.е. } F_{Tp} = F_{Pp}, t_{Tp} = t_{Pp}$$

$$M\ddot{x}_0 = kx_0 - \mu mg$$

Введен виде уравнение принимает вид

$$M\ddot{x} = -kx - \mu mg \quad \text{посл } x_0 = x + \frac{\mu mg}{k} \\ \ddot{x}_A = \cancel{x}_0 \ddot{x} + 0$$

$$M\ddot{x}_A + kx_A = 0 \quad x_A = A \cos(\omega t + \varphi)$$

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

внешне мы будем ~~также~~ получать (приложением) подтверждение, поэтому

$$x = -A \cos(\omega t + \varphi) - \frac{\mu mg}{k} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

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**.

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

№2

Дано

$V = \text{const}$

$m_B = 11 \text{ г}$

$t_0 = 17^\circ\text{C}$

$t = 97^\circ\text{C}$

$\frac{m}{m'} = ?$

$t^* = ?$

$Q = ?$

Найти

$$P = \frac{P_0 M}{M} \quad P_0 = \frac{P_0 M}{R T_0}$$

1) Т.ч. вся влага испарилась, P_0

$$m' = m_L + m_B \quad \frac{m'}{m} = \frac{m_L + m_B}{m} = \frac{m_L + 11 \text{ г}}{m} = 12$$

т. ч. $V = \text{const}$, т.о. $P_0 = \frac{m}{V}$, $\frac{m'}{V} = P'$, $P' = \frac{12m}{V}$ при P_0 const

$$P' = 12 \frac{P_0}{T_0} \frac{M}{R} \quad \frac{P'}{P_0} \frac{M}{R} = 12 \frac{P_0}{T_0} \frac{M}{R} \quad \frac{P'}{T_0} = 12 \frac{P_0}{T_0}$$

3) $P_{\text{из уравнения}} \approx 3,5 \text{ кПа}$

в) закон Клапейрона-Менделєєва

$$PV_2 = P_0 V_0 \frac{m}{m'} RT$$

$$\text{б) аналог} \quad P_0 V_0 = \frac{m}{m'} P_0 T_0$$

$$P V_0 = \frac{m'}{M} RT$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{m'}{m} \frac{T}{T_0} \quad P = P_0 \cdot 12 \frac{T}{T_0}$$

$$P = 3500 \text{ Па} \cdot 12 \cdot \frac{370 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 35 \cdot 3 \cdot 370 \text{ Па} = 38850 \text{ Па}$$

$$\text{из уравнения} \quad P_{\text{расc}} = 91000 \text{ Па} \quad Q = \frac{P}{P_{\text{расc}}} = \frac{38850}{91000} = \frac{111}{260}$$

$$\begin{array}{r} 38850 \\ - 35 \\ \hline 3850 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1720 \\ - 14 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91000 \\ - 50 \\ \hline 90500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3513 \\ - 3400 \\ \hline 113 \end{array} \quad \begin{array}{r} 370 \\ - 340 \\ \hline 30 \end{array}$$



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"/> |

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) ~~Т.к. плотность газа определяется статическим давлением маселей и соответствует температуре, то температура будет изменяться~~
~~из-за того, что давление, которое создает гравитационное давление, как $P = nP_0$ $P = \frac{4}{3}P_0$ или исходная плотность маселей маселей~~
~~паров рабоча~~ $\frac{42000}{3500} \cdot \frac{300}{3500} P_0 = \frac{12 \cdot 6}{7} P_0$ ~~рассмотренное давление~~
~~будет и подниматься~~

2) ~~показано гравитацию соответствующую~~ $\frac{P}{T} = n \frac{P_0}{T_0}$ $P = n \frac{P_0}{T_0} T$
~~тогда~~ $n = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot n = \frac{42}{300} \frac{\text{кПа}}{\text{К}} \frac{7}{50}$ ~~тогда гравитация~~
~~будет с уменьшением в 7 раз~~ $t^* = 81^\circ\text{C}$

$$\text{Ответ } \frac{m_1}{m_0} = 12, \quad t^* = 81^\circ\text{C}, \quad \varphi = \frac{111}{260}$$



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
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!

$\sqrt{3}$
Дано

$$q = \frac{q}{2}$$

$$V_0$$

$V_y?$

$\frac{U_{\text{мин}}}{U_{\text{ макс}}}$

$\Delta U?$

Демонстрация

1) В момент прохождения диска между

центра диска расположенного от зарядов до центра диска равен, они находятся на оси диска, поэтому суммарная энергия электрического взаимодействия равна нулю $E_y = 0$, тогда

$$\frac{2mV_0^2}{2} = E_y + \frac{2mV_y^2}{2} \quad V_y = V_0$$

2) Энергия электрического взаимодействия пропорциональна заряду диска, и т.к. V_0 - это минимальная скорость, то величиной тоже

$\frac{2mV_0^2}{2} = q \cdot U_1 - q \cdot U_2$, и эта форма будет иметь наибольшую электрическую энергию электрического взаимодействия, когда один диск с зарядом $\frac{q}{2}$ проходит в этой форме другом радиусом

$$\frac{q}{2}(U_1 - U_2) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2mV_0^2}{2} \right) \text{ и запись } 3 \rightarrow$$

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{q}{2}(U_1 - U_2) + \frac{2mV_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = mV_{\min}^2 \quad V_{\min} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

т.к. мы поместили расположить диски симметрично относительно зарядов, то эта симметрия расположения зарядов то форма станет минимальной

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 checked="" 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!

Энергия эллиптической орбиты постоянна, тогда из Задачи

$$\frac{2mV_0^2}{r} = -\frac{q}{2}(U_1 - U_2) + \frac{2mV_{max}^2}{r}$$

$$\frac{2mV_0^2}{r} = \frac{2mV_{min}^2}{r} \quad V_{max} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\Delta V = V_{max} - V_{min} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{V_0}{\sqrt{2}} = V_0 \left(\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \right)$$

Ответ $V_y = V_0, \Delta V = V_0 \left(\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \right)$

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



Дано
 $L_1 = L$
 $L_2 = 6L$
 C, B_0
 $J_0 = ? \text{ A}$

Демонстрация

$$1) I = \frac{dBS}{dt} = -L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{dBS}{dt} \cdot \frac{1}{L_1 + L_2} = -\frac{dI}{dt}$$

на промежутке от 0 до $\frac{\pi}{3}\tau$

$$\frac{dBS}{dt} = \frac{\frac{1}{4} B_0 \cdot S_1 \cdot h}{\frac{2}{3}\tau} =$$

$$= \frac{3}{8} \frac{B_0 S_1 h}{\tau}$$

на промежутке от $\frac{\pi}{3}\tau$ до τ

$$\frac{dBS}{dt} = \frac{\frac{3}{4} B_0 S_1 h}{\frac{1}{3}\tau} = \frac{9}{4} \frac{B_0 S_1 h}{\tau}$$

$$\text{от } 0 \text{ до } \frac{\pi}{3}\tau \quad I(t) = \frac{1}{2L} \cdot \frac{3}{8} \frac{B_0 S_1 h}{\tau} \cdot t$$

$$\text{от } \frac{\pi}{3}\tau \text{ до } \tau \quad I(t) = \frac{1}{2L} \cdot \frac{1}{3} \cancel{\frac{B_0 S_1 h}{\tau}} + \frac{9}{4} \frac{B_0 S_1 h}{\tau} \cdot (t - \frac{\pi}{3}\tau) \cdot \frac{1}{2L}$$

$$I_0 = \frac{1}{2L} \cdot \frac{1}{3} \cancel{\frac{B_0 S_1 h}{\tau}} + \frac{9}{4} \left(\cancel{\frac{B_0 S_1 h}{\tau}} \right) \cdot (\tau - \frac{\pi}{3}\tau) \cdot \frac{1}{2L} = \frac{B_0 S_1 h}{4\tau L}$$

$$2) Q = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} I(t) dt + \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\tau} I(t) dt$$

$$Q = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \left| \frac{1}{2L} \cdot \frac{3}{8} \frac{B_0 S_1 h}{\tau} \cdot t^2 \right| + \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\tau} \left(\frac{1}{2L} \cdot \frac{B_0 S_1 h t}{4} + \frac{9}{4} \frac{B_0 S_1 h}{\tau} \left(t - \frac{\pi}{3}\tau \right) \right)$$

$$= \frac{B_0 S_1 h \pi}{84} + \frac{B_0 S_1 h}{84} + \frac{9}{4} \frac{B_0 S_1 h}{\tau} \left(-\frac{\pi^2}{6} - \frac{\pi^2}{18} \right)$$

$$\text{Ответ } I_0 = \frac{B_0 S_1 h}{4\tau L}$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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 2

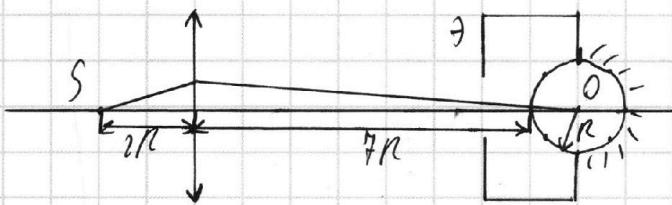
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№5

Дано
 $a = 2R$
 $b = 4R$
 $F = ?$
 $n = ?$

Изображение

1) т.к. изображение не зависит от положения предмета, то лучи не расходятся, значит они падают на шар всегда параллельно, следовательно изображение будет находиться в центре шара, когда по форме одна линза



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{2R}$$

f -расстояние от объекта до линзы,
 f -расстояние от изображения до линзы

$$d = a \quad f = b + R$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{F} = \frac{5R}{8R} \quad F = 1,6R$$

2) ~~вследствие обратности хода световых лучей, изображение источника будет~~ ^{создано} ~~обратно~~ с изображением источника в линзе, потому что изображение в точке источника, т.е. изображение из зеркала дальнего соблюдает изображение из линзы, когда от обоих расстояний до зеркала одинаково и равно некоторому x



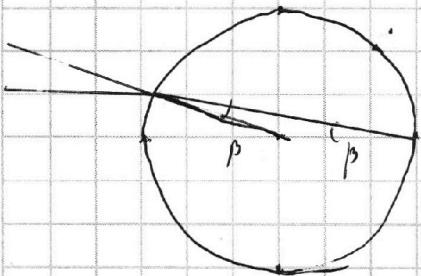
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

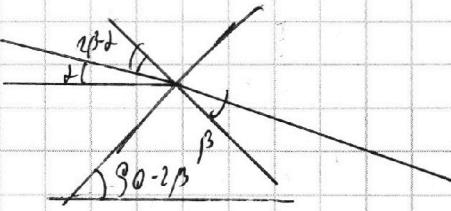
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

2) чтобы лучи падали обратными ходами, то они должны лежать ближе друг друга, чем в точке пересечения оси изображения, так подходит 2 вариант
тогда



Будет



$$\text{зум + 100} \quad \frac{h}{f_{\text{дл}}} = 5R \quad \frac{h}{f} \approx 5R$$

$$2p - d = n\beta \quad \frac{h}{p} = 2R \quad \frac{d}{p} = \frac{2}{5}$$

$$(2-h)\beta = 2 \quad 2-n = \frac{2}{5} \quad h=1,6$$

Ответ $h=1,6$, $F=1,6R$



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!

$$\frac{h\ddot{x}}{2} = \frac{M\ddot{x}}{2} + \frac{m\ddot{u}}{2}$$

$$\frac{h\ddot{x}_0}{2} - \frac{u\ddot{u}}{2} = \frac{(M+m)\ddot{u}}{2m}$$

$$\frac{h\ddot{x}_0}{2} - \frac{h\ddot{u}}{2} = \frac{(M+m)\ddot{u}}{2}$$

$$dE = \frac{\sigma}{4Mg_0} \cdot \frac{2\pi r \sqrt{k} \cdot \omega}{r^2 + \omega^2 \sqrt{M/m}} \ln \left(\frac{r^2 + \omega^2}{4\pi g_0} \right) \cdot \frac{\sigma}{4Mg_0}$$

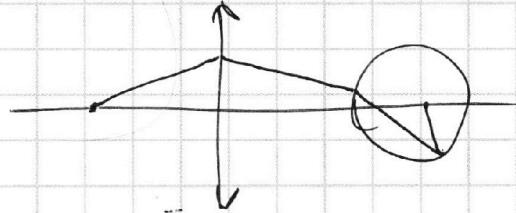
$$h\ddot{u} = \mu mg$$

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

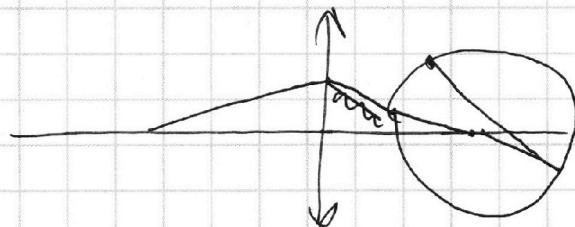
$$Ma_1 + h\ddot{x} = -\mu mg$$

$$Ma_1 + \frac{h}{m}\ddot{x} = -\frac{\mu mg}{M}$$

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



$$\left(\frac{\Delta P}{\mu}\right)^L \cdot \mu = \Delta P$$



$$m\dot{M}V = \Delta P(\mu \cdot m) \quad \Delta P = \frac{m\dot{M}V}{(M+m)} \quad \frac{\Delta P}{m} = a \quad a = \frac{MV}{\mu(m)}$$

$$x = x_0 \cos(\omega t) - \frac{\mu mg}{h}$$

$$\begin{array}{r} 38850 \\ - 35 \\ \hline 3850 \end{array} \quad \begin{array}{r} 150 \\ - 149 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 91000 \\ - 9000 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$P_0 V_0 = 2kT_0$$

$$P_0 V_0 = n k T$$

$$\frac{P}{P_0} = 12 \frac{T_0}{T_0} = P_0 \cdot 12 \cdot \frac{370}{300} = 3500 \text{ Pa} \cdot 12 \cdot \frac{370}{300} = 35 \cdot 3 \cdot 370$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ \times 10^5 \\ \hline 1850 \\ - 1800 \\ \hline 500 \\ - 400 \\ \hline 100 \\ - 90 \\ \hline 10 \\ - 9 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10 \\ \times 3 \\ \hline 30 \\ - 27 \\ \hline 3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10 \\ \times 3 \\ \hline 30 \\ - 27 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$I = \frac{P}{P_{\text{рас}}} = \frac{35 \cdot 3 \cdot 370}{3500} = 38850$$

$$P_{\text{рас}} = 31000 \text{ Pa}$$

$$= \frac{38850}{3500} = 11000$$



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!

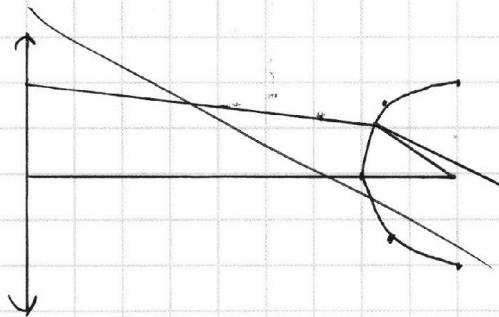
~~по формуле сферического зеркала~~

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F_s} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{2}{R}$$

$$f = F = x$$

~~$\frac{2}{x} = \frac{2}{R} \Rightarrow x = R$, изображение находится~~

~~в центре изображения, рассмотрим преломление лучей из~~
~~увидимого мира~~



~~Ответ $F = 1,6R$~~



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

~~№3~~
~~Дано~~
 ~~σ~~
 ~~R~~
 ~~ϵ_0~~
 ~~$\frac{q}{2}$~~
 ~~$\frac{\sigma \cdot 2\pi R dR}{4\pi\epsilon_0}$~~
 ~~$dU = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{r}$~~

Демонстрация
 пусть диски имеют заряд поверхности σ и радиус R , тогда максимальный радиус r_1 , внешний r_2
 Тогда на оси диска

$dQ = \sigma dS = \sigma \cdot 2\pi R dR$

x -расстояние от центра диска

~~$dU = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \cdot 2\pi R dR}{\sqrt{x^2 + R^2}}$~~

$dU = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \cdot R dt}{\sqrt{x^2 + t^2}}$

$t = R^2 \quad dt = 2R dR$

$U = \int_{R^2}^{r_2^2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dt}{\sqrt{x^2 + t^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \int_{R^2}^{r_2^2} \frac{1}{\sqrt{x^2 + t^2}} dt$

$U = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(\sqrt{x^2 + r_2^2} - \sqrt{x^2 + R^2} \right)$

Рассмотрим изолированную дугу,
 $x_1 = x$, тогда $x_2 = x - L$, где L
 это расстояние между зарядами

Единица $= E_x + E_y$

$E_{\text{единица}} = q_+ U + q_- U = \frac{q_0 \sigma}{2\epsilon_0} \left(\sqrt{x^2 + r_2^2} - \sqrt{x^2 + R^2} - \sqrt{(x-L)^2 + r_2^2} + \sqrt{(x-L)^2 + R^2} \right)$

~~$E = \frac{q_0 \sigma}{2\epsilon_0} \left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + r_2^2}} - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{x-L}{\sqrt{(x-L)^2 + r_2^2}} + \frac{x-L}{\sqrt{(x-L)^2 + R^2}} \right)$~~

7-й кв. положительный заряд движет



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!

№3

~~Дано~~

$$V_0$$

$$q = \frac{q}{2}$$

$$V = ? \frac{V_{\max}}{V_{\min}}$$

~~Помечено~~

Бесконечный диск с бесконечной радиусом R_1 и конечной
специфической плотностью заряда σ и толщиной

из. пока создаваемое им на оси

Воздействие диска на конечную радиусом R , где
ширина dR

$$\delta E_{xc} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\delta Q}{r^2} \cdot \cos\alpha \quad \int S 2\pi R dR \quad dQ = \sigma dS$$

$$E(x) = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{x \cdot 2\pi R dR}{\sqrt{R^2 + x^2}} \quad \frac{2\pi R dR \cdot x}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \int \frac{dR}{2\pi \sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{1}{2\pi x} \quad \text{здесь}$$

$$E(x) = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{x \cdot 2\pi R dR}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{1}{2\pi x} \left(\frac{1}{\sqrt{R_2^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + x^2}} \right)$$

ищем точку равновесия ~~равновесной заряду~~

$$\frac{1}{2\pi x} \left(\frac{1}{\sqrt{R_2^2 + x^2}} - \frac{1}{\sqrt{R_1^2 + x^2}} \right) = 0$$