



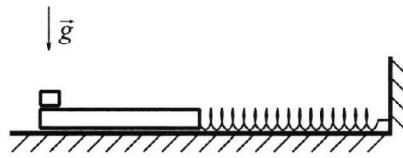
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ 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 $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коеффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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 первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

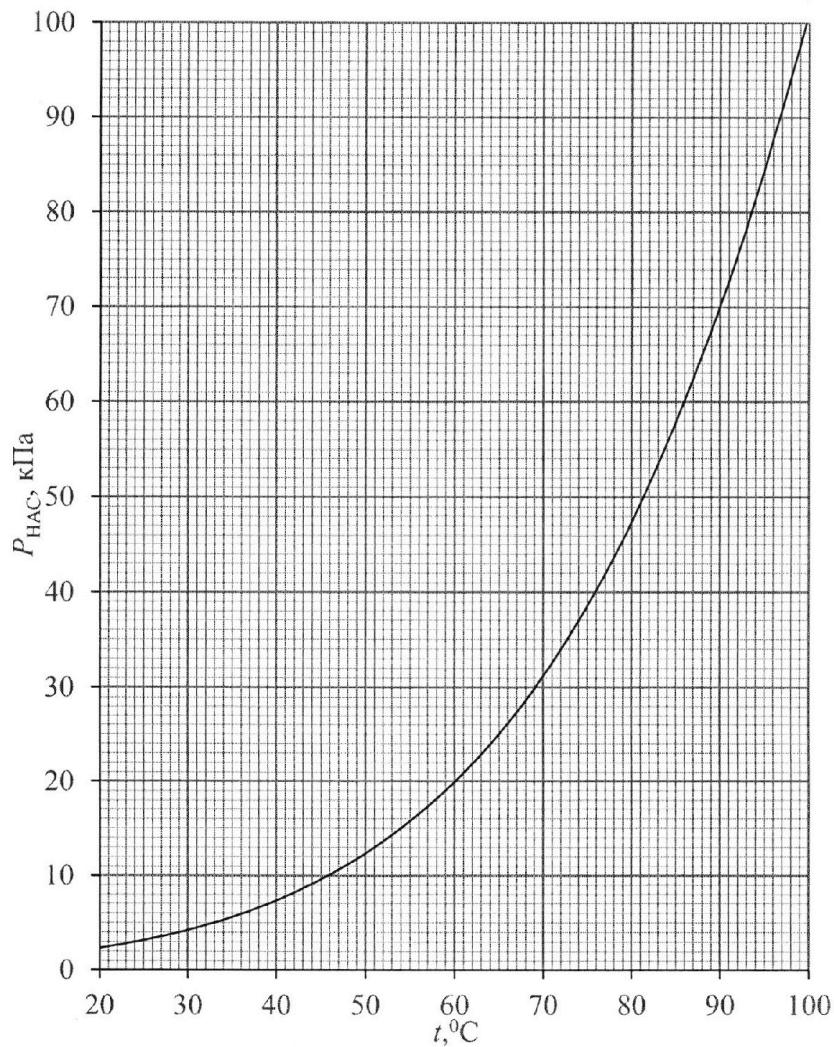


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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.



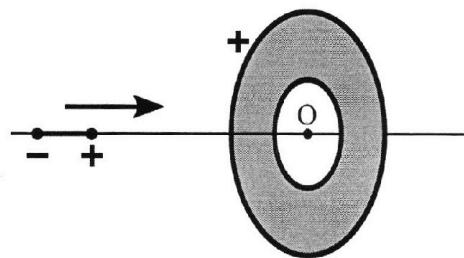
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

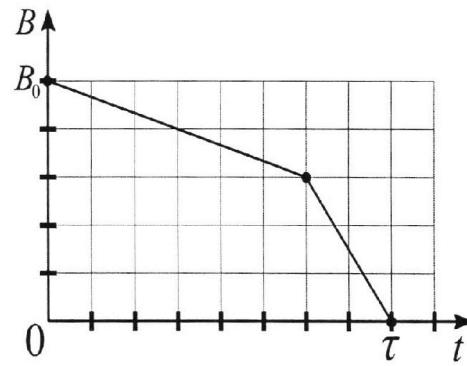
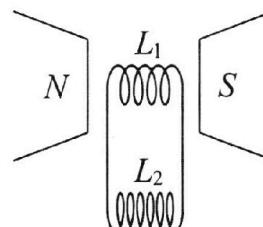
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 3 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



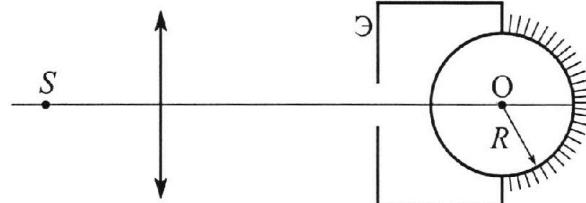
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ 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 $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

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"/> | <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!

~~М10~~

$$v_1 \approx 3 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{2}{10} \text{ м/c} \approx 2,4 \text{ м/c}$$

$$x_0 = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} \approx 4 \text{ см}$$

$$\frac{m \omega^2 r_1}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{k l^2}{2}$$

~~М10~~

$$m \omega^2 r_1^2 + k x_0^2 \approx k l^2$$

$$l = \sqrt{\frac{4}{100 \cdot 2,4 \cdot 2,4 + 0,16}} \approx 0,48 \text{ м}$$

$$\approx \frac{2}{10} \cdot 2,4 \approx 0,48 \text{ см}$$

В исходном месте:

$$k l = m a \Rightarrow a = \frac{100 \cdot 0,48}{4} \text{ м/c}^2 \approx 12 \text{ м/c}^2$$

$$3) v^2 + \omega^2 x^2 = \omega^2 l^2$$

$$v^2 = \omega^2 l^2 - \omega^2 x^2$$

$$v = \omega \sqrt{l^2 - x^2} = \frac{10}{2} \cdot \sqrt{(0,48 + 0,12)(0,48 - 0,12)} = \\ = 5 \cdot \sqrt{0,68 \cdot 0,28} \approx 5 \cdot \frac{20 \cdot 7}{10} \approx 14 \text{ м/c}$$

Ответ: $x = 0,24$

~~б~~ $a = 12 \text{ м/c}^2$

$v = 14 \text{ м/c}$

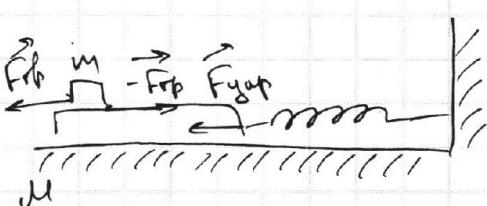


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$$F_{\text{уп}} = kx \quad F_f = \mu mg$$

1) $\Sigma a_0 = kx - \mu mg$
 $\mu a = \mu mg \Rightarrow a_0 = 0 \Rightarrow a_0 = a$

$$\mu g \cdot m = kx + \mu mg \Rightarrow x = \frac{\mu g}{k} (m + m)$$

$$x = \frac{0,4 \cdot 10}{100} \cdot 5 = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ м}$$

2) $a_0 = a_0 - a = \frac{kx - \mu mg}{m} - \mu g = \frac{kx - \mu g(m + m)}{m}$

$$a_0 = \frac{kx}{m} - \mu g \cdot \frac{m + m}{m}$$

Уравнение гармонических колебаний

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

* Если $a_0 \rightarrow 0$ то $kx_0 = \mu mg$

При движении от положения до $x_0 = 0$ происходит
поворот шарнира (видимо, это тоже о)
за это время изменение импульса пружины:

$$\mu mg \cdot \frac{T}{2} = m \cdot v_1 \Rightarrow v_1 = \mu g \cdot \frac{T}{2} = \mu g \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{T}{2}$$

~~Следующее движение будет состоять из~~ $\mu mg \cdot \frac{T}{2}$

~~1/2~~ $\mu mg \cdot \frac{T}{2}$ - первое сокращение пружиной

или 3c:

$$\frac{(m+m)v_1^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{kl^2}{2} + \mu mg \cdot \frac{v_1^2}{2 \mu mg}$$



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 7СТРАНИЦА
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) Предположим, что пар в конце испарения

из таблицы $p_u(24^\circ\text{C}) \approx 3,5 \text{ кПа}$ $p_u(90^\circ\text{C}) \approx 40 \text{ кПа}$

$$\varphi = \frac{P}{P_H} \sim \frac{\dot{m}}{\dot{m}_0} \Rightarrow \frac{P_H}{P_H} = \frac{P}{\dot{m}} \text{ справедливо при}$$

любой $T \Rightarrow \frac{P_H(24^\circ\text{C})}{P_H(24^\circ\text{C})} = \frac{P_H(90^\circ\text{C})}{P_H(90^\circ\text{C})}$

$V = \text{const} \Rightarrow \frac{\dot{m}_0(90^\circ\text{C})}{\dot{m}_0(24^\circ\text{C})} = \frac{m}{m_0}$

где m_0 - начальная масса пара; m - конечная

$$\frac{m}{m_0} \sim \frac{40 \text{ кПа}}{3,5 \text{ кПа}} \approx 20 \quad m = 20m_0, \text{ но } m \leq m_0$$

(m_0 - начальная масса бояра) $\Rightarrow m \leq m_0$

Значит пар в конце испарения и $m \approx 8m_0$

$$\frac{m}{m_0} \sim \frac{8m_0}{m_0} = 8$$

2) $\frac{m}{m_0} = 8 = \frac{p_u(t^*)}{p_u(24^\circ\text{C})} \Rightarrow p_u(t^*) = 8 \cdot 3,5 \text{ кПа} = 28 \text{ кПа}$

из графика при $p_u(t^*) = 28 \text{ кПа}$ $t^* \approx 64^\circ\text{C}$

3) при $t > t^*$ испарение больше нет $\Rightarrow m = \text{const}; V = \text{const}$

$V = \text{const}$; поэтому применим 3-й закон:

$$\frac{P_H(t^*)}{T_{t^*}} = \frac{P}{T} \quad (T = (30 + 243)K = 363K \Rightarrow T^* = (t^* + 243)K)$$

$$P = P_u(90^\circ\text{C}) \cdot \varphi \quad \frac{P_u(t^*)}{T_{t^*}} = \frac{P_u(90^\circ\text{C}) \cdot \varphi}{T}$$

$$\varphi = \frac{T^* \cdot P_u(90^\circ\text{C})}{T \cdot 100} = \frac{64 \cdot 28}{363 \cdot 100} = \frac{1792}{36300} = \frac{448}{9075}$$

$$\varphi = \frac{363 \cdot 4}{363 \cdot 10} = \frac{363}{3630} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\varphi = \frac{363}{3630} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\varphi = \frac{363}{3630} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\varphi = \frac{363}{3630} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Одн. $\frac{m}{m_0} = 8 \quad t^* \approx 64^\circ\text{C} \quad \varphi = \frac{363}{850}$



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
---	---	---	---	---	---	---

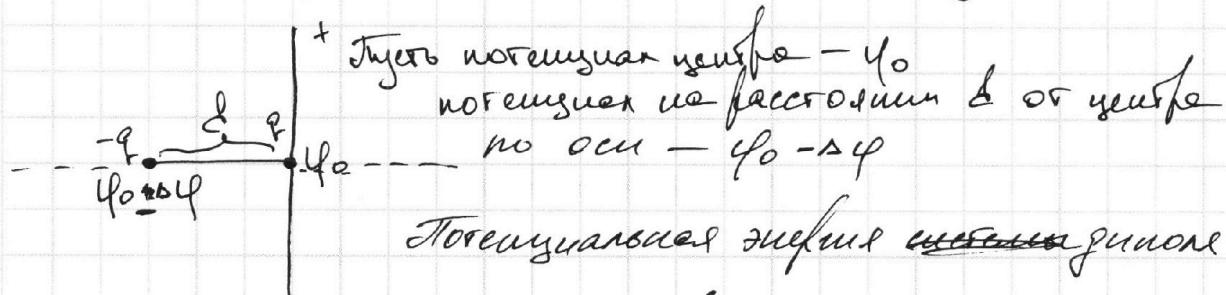
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Несколько различий между зарядами - в их заряде - 19,1
т.к. заряд - в дальнем от конца, то не него
заряжает меньшая 21. сила, а зажигает кончко
будет отрывать яичко

Ограничение будет продолшаться пока задача не достигнет цели (1)

Рассмотрим проекцию на вертикальную ось:



$$W_1 = q_0 \cdot q - q(q_0 + \Delta q) = +q\Delta q$$

$$\text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$$

Данное изложение заслуживает самого высокого
составления.

с 120; б) кратчайшая дуга 120, торец под 30°.

$$\frac{m\omega^2}{2} - q\Delta\varphi \rightarrow \Delta\varphi = \frac{m\omega^2}{2q}$$

1) В ~~успе~~ ~~своем~~ ~~внре~~ ~~загор~~ ~~фабрике~~ ~~он~~
успе ~~загор~~ ~~фабрике~~

Из четырех они оба обладают одинаковой по функции поглощающей способностью, до разной по значу из-за знаков зарядов

$$\frac{m v_0^2}{2} = W^1 - W^1 + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = v_0$$

21

3) В ситуациях ① потенциальная энергия максимальна, а значит Ек и ее компоненты

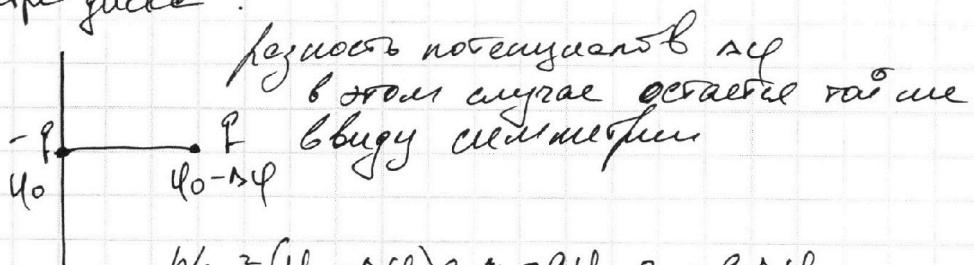
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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) Рассмотрим противоположную ситуацию: заряд $-q$ в центре диска:



W_2 — минимум потенциальной энергии и максимум

для E_{kin}

из зс \Rightarrow для выигрыш ① и ②

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{mU_0^2}{2} \approx \frac{mU_1^2}{2} + \frac{q}{3} \cdot \Delta U \\ \frac{mU_0^2}{2} \approx \frac{mU_2^2}{2} - \frac{q}{3} \cdot \Delta U \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{mU_0^2}{2} \approx \frac{mU_1^2}{2} + \frac{1}{3} \cdot \frac{mU_0^2}{2q} \\ \frac{mU_0^2}{2} \approx \frac{mU_2^2}{2} - \frac{1}{3} \cdot \frac{mU_0^2}{2q} \end{array} \right.$$

$$U_1^2 \approx \frac{2}{3} U_0^2 \Rightarrow U_1 \approx \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot U_0$$

$$U_2^2 \approx \frac{4}{3} U_0^2 \Rightarrow U_2 \approx \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot U_0 \cdot \sqrt{2} \approx U_0 \sqrt{2}$$

$$\text{Отношение } \frac{U_2}{U_1} \approx \frac{U_0 \sqrt{2}}{U_0} \approx \sqrt{2}$$

$$\text{Ответ: } U_2 \approx U_0; \frac{U_2}{U_1} \approx \sqrt{2}$$

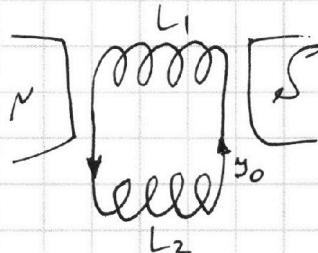


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input 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) Из 3-го закона электромагнитной индукции для когерентных потоков: $\sum \Phi = \text{const}$

$\Phi_0 = B_0 n \cdot S_1$ - начальный поток

$\Phi = L_1 y_0 + L_2 y_0$ - конечный поток

$$B_0 n S_1 = y_0 (L_1 + L_2) = 13 y_0 L$$

$$y_0 = \frac{B_0 n S_1}{13 L}$$

2) $y(t) = \frac{dq}{dt}$; Пуск ток вспомогательный момент - $y(t)$ индукционный поток - $B(t)$, тогда:

$$B_0 n S_1 = B(t) n S_1 + (L_1 + L_2) y(t)$$

$$y(t) = \frac{n S_1}{13 L} (B_0 - B(t))$$

$$q = \int_0^t \frac{n S_1}{13 L} (B_0 - B(t)) dt = \frac{n B_0 S_1 t}{13 L} - \int_0^t \frac{n S_1}{13 L} B(t) dt$$

Из комбинаций соображений (интеграл - площадь под графиком)

$$\frac{n S_1}{13 L} \int_0^t B(t) dt = \frac{n S_1}{13 L} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{L}{8\pi} \cdot \frac{3}{5} B_0 t + \frac{B_0 + \frac{3}{5} B_0}{2} \cdot \frac{6}{8\pi} t^2 \right) =$$

$$= \frac{n S_1}{13 L} \left(\frac{3}{40} B_0 t^2 + \frac{6}{8} \cdot \frac{8}{10} B_0 t^2 \right) = \frac{24}{40 \cdot 13} \frac{n S_1 B_0 t^2}{L}$$

$$q = \frac{n B_0 S_1 t}{13 L} - \frac{24}{40 \cdot 13} \cdot \frac{n S_1 B_0 t^2}{L} = \frac{1}{40} \cdot \frac{n S_1 B_0 t^2}{L}$$

$$\text{Отсюда: 1) } y_0 = \frac{B_0 n S_1}{13 L} \quad 2) q = \frac{n S_1 B_0 t^2}{L}$$



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

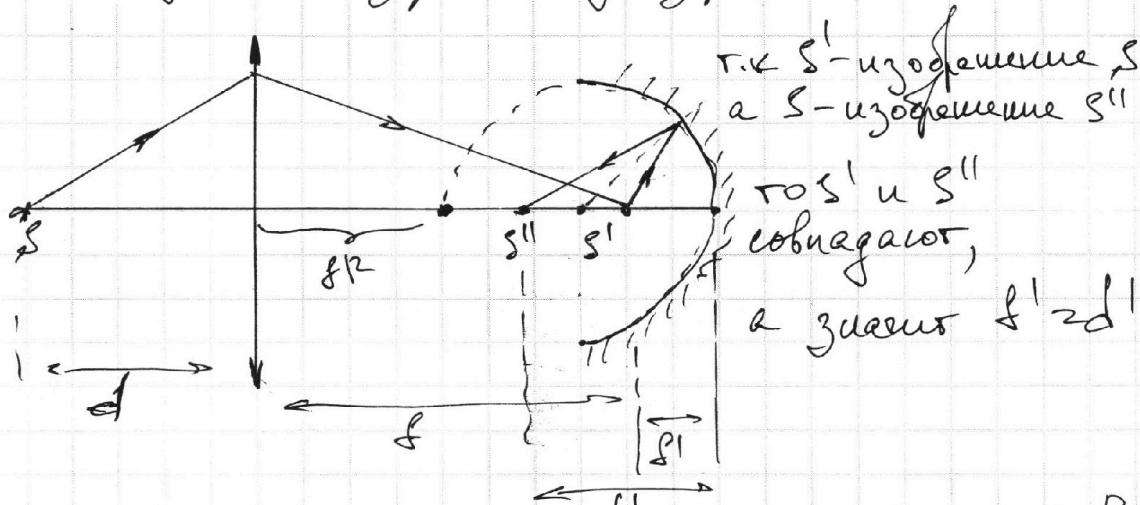
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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) Если условие выполняется при $f > R$, то это выполнено и при $R \approx 1$

Пусть S и S' - расстояния от изображения до зеркала и от предмета до зеркала (и чистое в зеркало)

S' и S'' - ~~изображение~~ расстояния от изображения до зеркала и от изображения изображение полученного зеркалом до зеркала



Расстояние d' от предмета до зеркала $F' \approx \frac{R}{2}$

тогда для зеркала: $\frac{1}{d'} + \frac{1}{f} \approx \frac{1}{F'}$

$$\frac{1}{d'} + \frac{1}{f} \approx \frac{2}{R} \Rightarrow f' \approx R$$

из условия $f + f' \approx 10R \Rightarrow f \approx 9R$

с другой стороны для зеркала: $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} \approx \frac{1}{F}$

$$F \approx \frac{fd}{f+d} = \frac{9R \cdot 4,5R}{13,5R} = 3R$$

2)

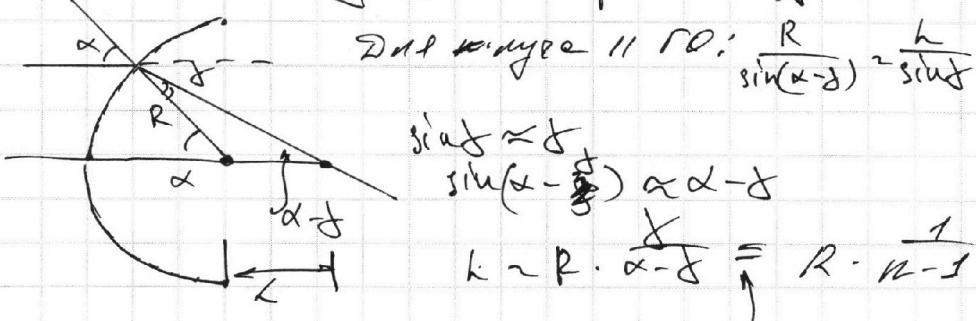
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

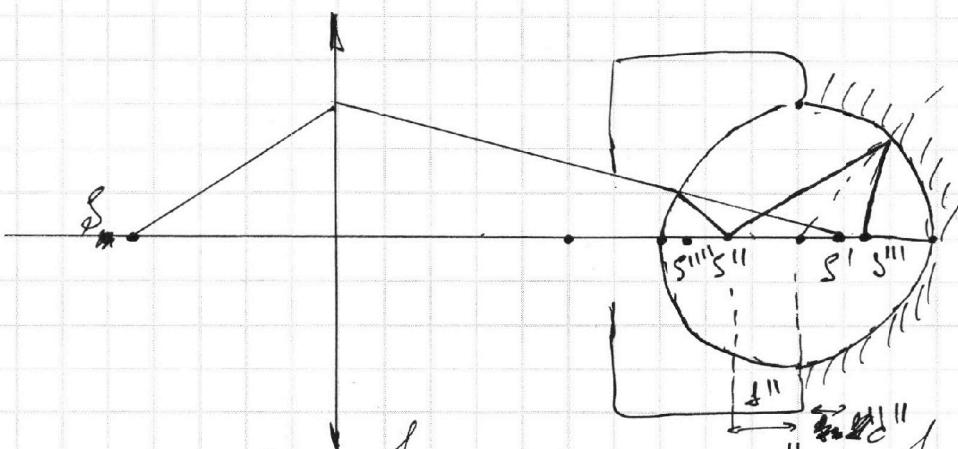
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим ход лучей из гелиоса разделяя шар - воздух



из з-ие синие $n=1.33$

шар - воздух с $F'' = R \cdot \frac{1}{n-1}$



Пусть S' - изображение S в шаре; S'' - изображение

S' в воздухе; S''' - изображение S'' от зеркала

S''' - изображение S'' при обратном переходе из шара

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F'}$$

$$\frac{1}{f''} + \frac{1}{d''} = \frac{1}{F''} \quad -\frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = -\frac{1}{F''}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{1,5R \cdot 3R}{1,5R} \approx 3R$$

~~$d'' = f = d'' = 3R$~~

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.

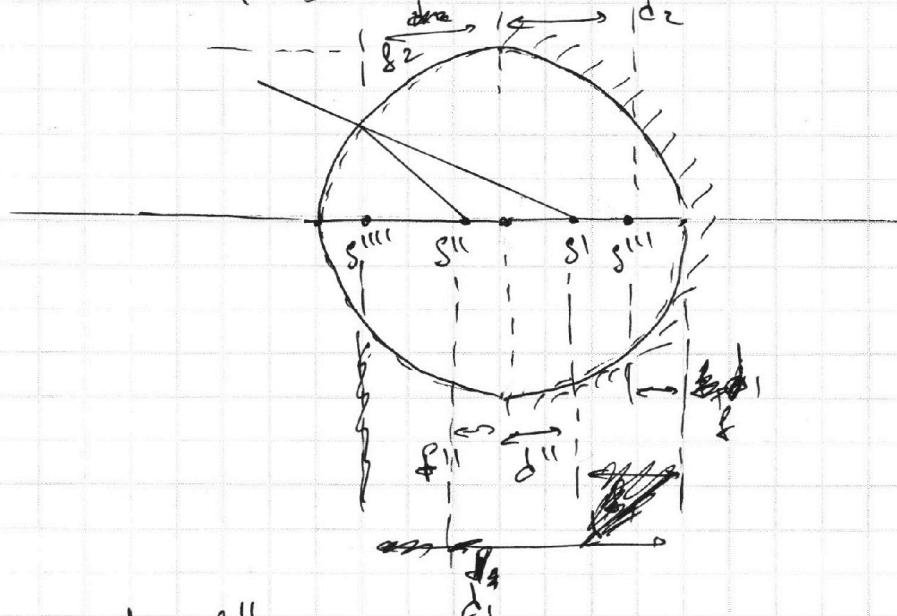
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

$$f'' = \frac{d'' \cdot F''}{F'' + d''} \Rightarrow f'' = \frac{3R^2}{(n-1)(3R + \frac{R}{n-1})}$$

$$f'' = \frac{3R^2}{3(n-1)R + R} = \frac{3R}{3n-2}$$



$$d_1 = f'' + R$$

S - изображение S'''' ; S' - изображение S \Rightarrow

$$\Rightarrow S'''' \text{ и } S' \text{ совпадают} \Rightarrow f = f_2 + \frac{6}{5}R$$

$$f_2 = 3R - 6R = 3R$$

$$d_2 = \frac{f_2 F''}{F'' - f''} = \frac{3R}{3n-2} \quad d_2 + d_1 = R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_1 = R - \frac{3R}{3n-2} = R \frac{3n-2-3}{3n-2} = R \frac{R(3n-5)}{3n-2}$$

$$d_1 = R + \frac{3R}{3n-2} = \frac{R(3n+1)}{3n-2}$$

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

отв. $F = 3R \quad n = 1, 2$



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!

$$\frac{kx_0^2}{2} = 2\mu mgx_0 - 4(\mu mg)^2 \cdot \frac{1}{k} + \frac{5\mu}{2} x_0^2$$

$$v^2 = \frac{x_0^2 - x^2}{w^2} = \frac{k\mu}{m} (x_0^2 - x^2)$$

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \cancel{\frac{5\mu}{2}} k(x_0^2 - x^2) + \mu mgx$$

маог = $2\mu mg - kx_0$

Колебание имеет минимальную амплитуду при наибольшем соотношении

1) $x_0 = 0 \rightarrow$ максимальное значение амплитуды

~~$\omega = \sqrt{k/m}$~~ $x_0 = 0 \rightarrow F_0 = 0$

~~$\text{маог} = kx_0$~~ ~~или~~

~~движение не имеет~~

$$a_g = 0 \rightarrow kx = \mu mg \Rightarrow \text{маог} = kx = \mu mg$$

$a_g = \mu g \rightarrow$ не максимальное значение ускорения

$x_{\text{маог}} = \frac{\mu mg}{k} = \text{максимальная амплитуда}$

$$2) \text{маог} = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{\text{маог}}{k}$$

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

~~$kx_0 = \mu mg$~~

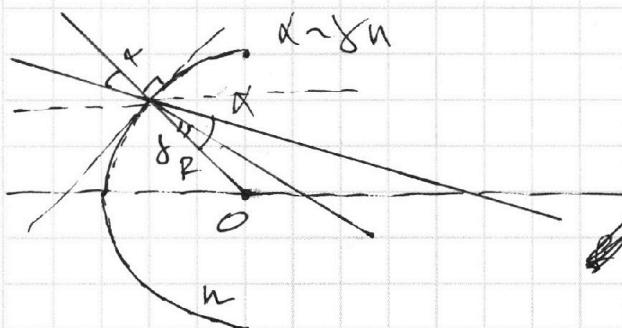
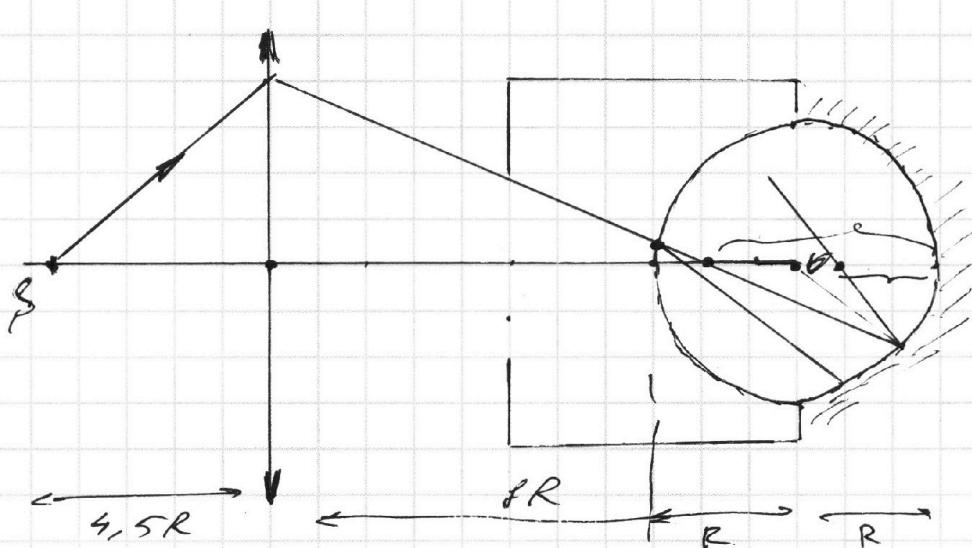


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$\frac{1}{4,5R} + \frac{1}{8} \approx \frac{1}{F}$$

$$f \approx \frac{4,5RF}{4,5R - F}$$

$$10R - 8^{\prime} \approx (10R - \frac{1}{2}f)^{\frac{1}{2}}$$

$$10R - f' \approx 5R - \frac{1}{2}f$$

$$f' \approx 5R + \frac{1}{2}f = 5R + \frac{1}{2} \cdot \frac{4,5RF}{4,5R - F}$$

$$d' \approx \frac{f'F}{f'-F} \approx \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{4,5RF}{4,5R - F}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{4,5RF}{4,5R - F} - F}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{4,5RF}{4,5R - F} - F \approx \frac{4,5RF - d \cdot 4,5RF + F^2}{2(4,5R - F)} =$$

$$= \frac{F^2 - 4,5RF}{2(4,5R - F)} \approx -\frac{F}{2}$$

$$d' \approx -\frac{4,5}{2} \cdot \frac{2}{F} \cdot \frac{RF^2}{(4,5R - F)} \approx \frac{4,5RF}{4,5R - F} \approx 4,5R$$

$$F \approx 4,5R - d' \Rightarrow F \approx \frac{9}{4}R$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

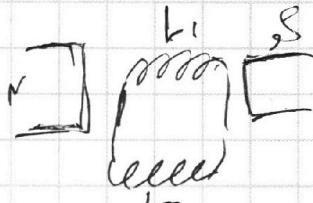
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

№

~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ ~~7~~ ~~8~~ ~~9~~ ~~10~~ ~~11~~ ~~12~~ ~~13~~ ~~14~~ ~~15~~ ~~16~~ ~~17~~ ~~18~~ ~~19~~ ~~20~~ ~~21~~ ~~22~~ ~~23~~ ~~24~~ ~~25~~ ~~26~~ ~~27~~ ~~28~~ ~~29~~ ~~30~~ ~~31~~ ~~32~~ ~~33~~ ~~34~~ ~~35~~ ~~36~~ ~~37~~ ~~38~~ ~~39~~ ~~40~~ ~~41~~ ~~42~~ ~~43~~ ~~44~~ ~~45~~ ~~46~~ ~~47~~ ~~48~~ ~~49~~ ~~50~~ ~~51~~ ~~52~~ ~~53~~ ~~54~~ ~~55~~ ~~56~~ ~~57~~ ~~58~~ ~~59~~ ~~60~~ ~~61~~ ~~62~~ ~~63~~ ~~64~~ ~~65~~ ~~66~~ ~~67~~ ~~68~~ ~~69~~ ~~70~~ ~~71~~ ~~72~~ ~~73~~ ~~74~~ ~~75~~ ~~76~~ ~~77~~ ~~78~~ ~~79~~ ~~80~~ ~~81~~ ~~82~~ ~~83~~ ~~84~~ ~~85~~ ~~86~~ ~~87~~ ~~88~~ ~~89~~ ~~90~~ ~~91~~ ~~92~~ ~~93~~ ~~94~~ ~~95~~ ~~96~~ ~~97~~ ~~98~~ ~~99~~ ~~100~~

$\sum \varphi_i = \text{const}$



$$B_{0i} \cdot S_1 = +L_1 \dot{y} + L_2 \dot{y} +$$

$$\dot{y}(h_1 + h) \approx 13L_2 \dot{y} \approx B_{0i} S_1$$

$$B_{0i} S_1 \approx \frac{1}{h_1} (13L_2 \dot{y} + B(t) u S_1)$$

$$u S_1 (B_{0i} S_1(t)) \approx 13L_2 \dot{y}$$

$$\int \frac{dy}{dt} = \frac{u S_1}{13L_2} (B_0 - B(t))$$

$$\dot{y} = \int_0^t \frac{u S_1}{13L_2} (B_0 - B(t)) dt$$

$$B_{0i} S_1 \approx 13L_2 \dot{y}_0 \Rightarrow \dot{y}_0 \approx \frac{B_{0i} S_1}{13L_2}$$

$$\boxed{q = \int_0^t \dot{y} dt}$$

$$13L_2 \dot{y}(t) + B(t) u S_1 \approx B_{0i} S_1$$

$$(13L_2 \dot{y}(t) + B(t) u S_1) (B_0 - B(t))$$

~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ ~~7~~ ~~8~~ ~~9~~ ~~10~~ ~~11~~ ~~12~~ ~~13~~ ~~14~~ ~~15~~ ~~16~~ ~~17~~ ~~18~~ ~~19~~ ~~20~~ ~~21~~ ~~22~~ ~~23~~ ~~24~~ ~~25~~ ~~26~~ ~~27~~ ~~28~~ ~~29~~ ~~30~~ ~~31~~ ~~32~~ ~~33~~ ~~34~~ ~~35~~ ~~36~~ ~~37~~ ~~38~~ ~~39~~ ~~40~~ ~~41~~ ~~42~~ ~~43~~ ~~44~~ ~~45~~ ~~46~~ ~~47~~ ~~48~~ ~~49~~ ~~50~~ ~~51~~ ~~52~~ ~~53~~ ~~54~~ ~~55~~ ~~56~~ ~~57~~ ~~58~~ ~~59~~ ~~60~~ ~~61~~ ~~62~~ ~~63~~ ~~64~~ ~~65~~ ~~66~~ ~~67~~ ~~68~~ ~~69~~ ~~70~~ ~~71~~ ~~72~~ ~~73~~ ~~74~~ ~~75~~ ~~76~~ ~~77~~ ~~78~~ ~~79~~ ~~80~~ ~~81~~ ~~82~~ ~~83~~ ~~84~~ ~~85~~ ~~86~~ ~~87~~ ~~88~~ ~~89~~ ~~90~~ ~~91~~ ~~92~~ ~~93~~ ~~94~~ ~~95~~ ~~96~~ ~~97~~ ~~98~~ ~~99~~ ~~100~~

$$y(t) \approx \frac{u S_1}{13L_2} (B_0 - B(t))$$

$$\boxed{q \approx \int_0^t \frac{u S_1}{13L_2} (B_0 - B(t)) dt \approx \frac{u S_1 B_0 t}{13L_2} - \frac{u S_1}{13L_2} \int_0^t B(t) dt}$$

$$\int_0^t B(t) dt \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{8} \cdot \frac{3}{4} \pi R_0^2 + \frac{B_0 + \frac{3}{4} B_0}{2} \cdot \frac{\pi}{8} R_0^2 \approx$$

$$\approx \frac{3}{40} B_0 R_0^2 + \frac{8 \cdot 3}{40} B_0 R_0^2 \approx \frac{24}{40} B_0 R_0^2$$

$$\boxed{q \approx \frac{u S_1 B_0 t}{13L_2} - \frac{24}{40} \cdot \frac{u S_1}{13L_2} \cdot B_0 R_0^2 \approx \frac{13}{12 \cdot 40} \frac{u S_1 B_0 t}{L_2} \approx \frac{u S_1 B_0 t}{40 L_2}}$$



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

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

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

$$d^1 = \frac{R \cdot f^1}{f^1 - R}$$

$$\frac{f^1 - R}{f^1} = \frac{10R - 8R}{4,5R - R} = \frac{2R}{4,5R - R} = \frac{4,5R^2 - 14,5RF}{4,5R^2 - 14,5RF}$$

$$d^1 = \frac{R \cdot (4,5R^2 - 14,5RF)}{4,5R^2 - 14,5RF - \frac{R}{2}(4,5R - R)}$$

$$f^1 = d^1 \sim \frac{2}{f^1} \sim \frac{2}{R} \sim f^1 \sim R$$

$$f^1 \sim 10R - 8R \sim 2R \sim 4,5R^2 - 14,5RF$$

$$2 = \frac{F}{4,5R - R} \sim 8R - 2F \sim F \sim 3R$$
$$\frac{R}{\alpha - 2\beta} = \frac{L}{\beta}$$

$$L = R \cdot \frac{\beta}{\alpha - 2\beta} = R \cdot \frac{\alpha - 2\beta}{\alpha} = R \cdot \frac{1}{\alpha - 1}$$

$$f^1 = \frac{4,5R \cdot 3R}{1,5R} = 9R$$

123R это не расстояние **5R**

$$L = \frac{3n-2}{3n+1} + \frac{3n-2}{3n-5}$$

$$L(3n+1)(3n-5) = (3n-2)(3n-5+3n+1)$$

$$18n^2 - 12n - 5 = 18n^2 - 24n + 8$$

$$9n^2 - 12n + 13 = 0$$

$$18n^2 - 12n + 8$$

$$18n^2 - 24n + 8$$



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!

$$\kappa: M_0 \approx 4 \text{ моль}$$

$$T_0 \approx 230 \text{ К}$$

$$T \approx 363 \text{ К}$$

$$1) P \approx \frac{m}{V} \cdot \frac{R T}{\mu} \Rightarrow m = \frac{P V \mu}{R T}$$

$$P_0 = p_{\text{исч}}(25^\circ\text{C}) \approx 3,5 \text{ кПа}$$

$$M_0 = \frac{P_0 V \mu}{R T}$$

$$\frac{m}{m_0} \approx \frac{P}{P_0} = \frac{p_{\text{исч}}(30^\circ\text{C})}{p_{\text{исч}}(25^\circ\text{C})}$$

$$\frac{m}{m_0} \approx \frac{40 \text{ кПа}}{3,5 \text{ кПа}} \approx 11,4 \approx 20$$

$m = 20 m_0$ ← разница в массе
но $M_0 = M_0 + m_0 = 20 m_0$

$$2) \frac{m}{m_0} \approx \frac{f_{m_0}}{m_0} \approx 8$$

$$\varphi = \frac{P_2}{P_{\text{исч}}} \quad \varphi_2 = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{если любая}$$

$$\frac{P_{\text{исч}}(t^*)}{P_{\text{исч}}(25^\circ\text{C})} = 8 \Rightarrow P_{\text{исч}}(t^*) = 8 P_{\text{исч}}(25^\circ\text{C})$$

$$P_{\text{исч}}(t^*) = 8 \cdot 3,5 \text{ кПа} \approx 28 \text{ кПа} \Rightarrow t^* \approx 68^\circ\text{C}$$

$$3) P_{\text{исч}}(30^\circ\text{C}) \approx 40 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{P}{P_{\text{исч}}} = \frac{P}{P_{\text{исч}}} \quad P \approx \varphi \cdot P_{\text{исч}}$$

Для изог. газа при $V = \text{const}$ $\frac{P}{T} = \text{const}$

$$\frac{P_{\text{исч}}(t^*)}{t^*} = \varphi \cdot P_{\text{исч}}(30^\circ\text{C}) \frac{1}{T}$$

$$\frac{\varphi}{t^*} = \frac{T_{30^\circ\text{C}}}{T_{25^\circ\text{C}}} = \frac{300 \text{ K}}{250 \text{ K}} = 1,2$$

$$\varphi = \frac{300}{250} = \frac{363}{285} \approx \frac{363}{285}$$

$$\frac{k x_0^2}{2} = 2 \mu_{\text{исч}} k_0 - 2 \mu_{\text{исч}} \cdot \frac{\mu_{\text{исч}}}{k} + \frac{k}{2} \cdot \frac{(\mu_{\text{исч}})^2}{k^2} + \frac{1}{2} \cdot k_0^2 \quad (1)$$

$$\frac{k}{2} \cdot \frac{(\mu_{\text{исч}})^2}{k^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(\mu_{\text{исч}})^2}{k}$$



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!

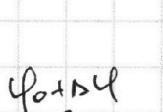
$\vec{a} = \vec{E} \cdot q$
 $\vec{a} = \vec{E}(r) + \vec{E}(r+d) - \vec{E}(r-d)$
 $E = \frac{1}{r^2} \cdot E(r) \approx E(r) + \frac{1}{r^2} (E(r+d) - E(r))$
 Не бесс $\varphi = 0$
 $d\varphi = \frac{k6\pi d dl}{r^2 + d^2}$
 $d\varphi = \frac{k6\pi dl}{r^2 + d^2}$
 $d\varphi = k6\pi dr$
 $d\varphi = \frac{k6\pi dl dr}{r^2 + d^2} = \frac{k6\pi dr}{r^2 + d^2}$
 $d\varphi = \frac{k6\pi d r}{r^2 + d^2} = \varphi(d) = k6\pi \cdot 2\sqrt{r^2 + d^2} \Big|_{R_1}^{R_2}$
 $= 2k6\pi (\sqrt{R_2^2 + d^2} - \sqrt{R_1^2 + d^2})$
 $d = 0 \Rightarrow \varphi = 2k6\pi (R_2 - R_1)$
 ~~$\varphi(d) = 2k6\pi (R_2 - R_1) - 2k6\pi (\sqrt{R_2^2 + d^2} - \sqrt{R_1^2 + d^2})$~~
 $\sqrt{R_2^2 + d^2} \approx R_2 (1 + \frac{d^2}{2R_2^2})$
 $\varphi(d) \approx 2k6\pi \cdot (R_2 + \frac{d^2}{2R_2} - R_1 - \frac{d^2}{2R_1})$
 $\varphi(d) \approx \varphi + 2k6\pi d^2 (\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}) < 0$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$W = q\varphi_0 - q(\varphi_0 + \Delta\varphi) = -\Delta\varphi \cdot q$$

$$\frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{q\omega_0^2}{2} \approx -\Delta\varphi \cdot q \Rightarrow \Delta\varphi \approx -\frac{m\omega_0^2}{2q}$$

→ члены отберут $\Delta\varphi \approx 0$ (смешение)

$$\frac{m\omega_0^2}{2} \approx \frac{q}{3} \cdot \frac{m\omega_0^2}{2q} + \frac{m\omega^2}{2} \quad \omega^2 \approx \omega_0^2 - \bar{\omega}^2$$

$$\omega_0^2 \approx \frac{m\omega_0^2}{3} + \omega^2 \Rightarrow \omega^2 \approx \frac{2m\omega_0^2}{3} \Rightarrow \omega \approx \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

макс при $\varphi = 0 \Rightarrow \text{макс} = \omega_0$

$$\frac{\text{макс}}{\text{мин}} = \frac{\omega_0}{\omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

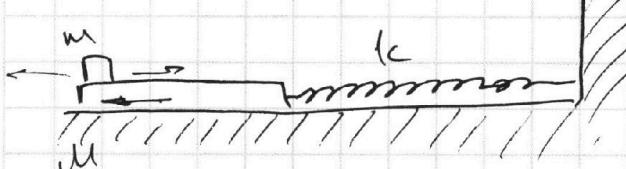
$m\ddot{x}_0 + kx' = 0$
колебание

$$m\ddot{x}_0 = -kx + -k\dot{x}$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

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

$$\vec{F}_{\text{наг}} = k\Delta x + \vec{F}_{\text{наг}} \quad m\ddot{x} = k\Delta x$$



$$m\ddot{x} + kx = 0$$

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

$$\vec{F}_{\text{наг}} = k\Delta x + \vec{F}_{\text{наг}} \quad m\ddot{x} = k\Delta x$$

$$m\ddot{x} = k\Delta x - mg \quad \Delta x = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$m\ddot{x} = \frac{mg}{K}(M+m) \approx \frac{0,4 \cdot 10}{100} \cdot 10 = \frac{0,4}{25} = 0,016 \quad \omega^2 = \frac{0,016}{0,12} = 0,133$$

$$k\Delta x \approx mg \Rightarrow x \approx \frac{mg}{k} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{k\Delta x^2}{2} \approx 2 \cdot mg (\Delta x - x) + \frac{kx^2}{2} + \frac{(m+m)\omega^2}{2}$$

$$\frac{kx^2}{2} \approx 2 \cdot mg (x_0 - x) + \frac{kx^2}{2} + \frac{(m+m)}{2} (x_0^2 - \omega^2 x^2)$$