



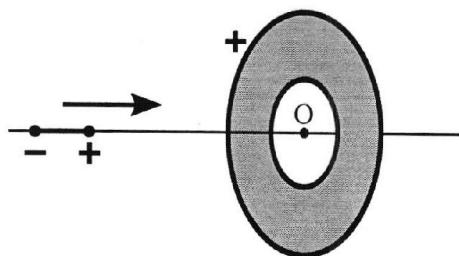
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

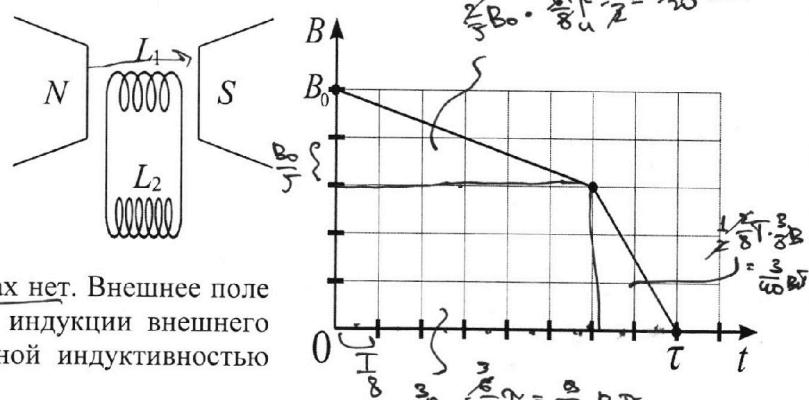
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

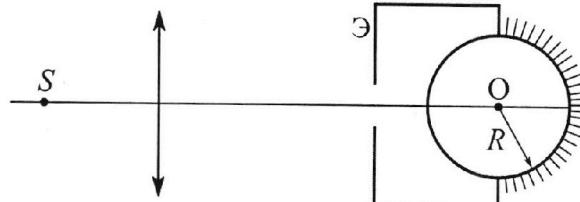
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 о т наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



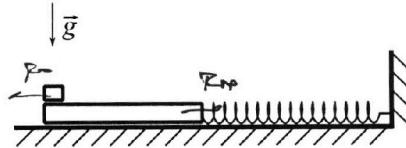
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



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 жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения брюска 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 ^{массой $m_{возд}$} при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. 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 и по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.

$$V_1 = V_2 \quad T_0 = 27 + 273 = 300K \\ T = 30 + 273 = 363K$$

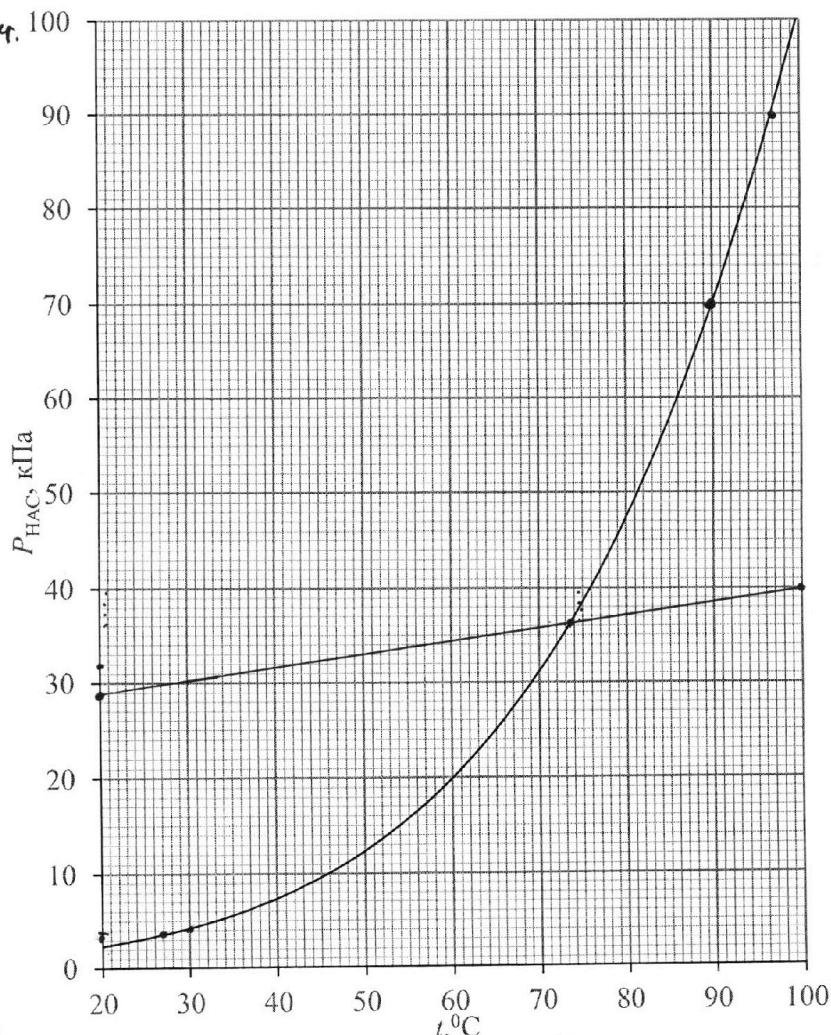
$$p_0 V = \bar{J}_1 R T_0 \quad m_{H_2O} = 7 m_{H_2O}$$

$$p' V = \bar{J}_2 R T'$$

$$p_0 V = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} R T_0$$

$p' V = \frac{8 m_{H_2O}}{M_{H_2O}} R T$

испарение с водой
прекратится
потом и испарившийся пар будет
насыщенным



$$V p_0 = \bar{J}_1 R T_0 \Rightarrow p_0 = \frac{\bar{J}_1 R T_0}{V} \approx 4 \text{ кПа}$$

$$p' = \bar{J}_2 R T' \Rightarrow p'_1 = \dots$$



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!

Задача 1.

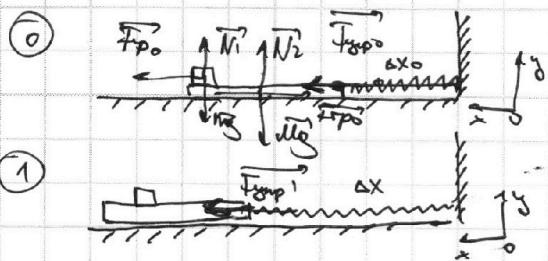
(а поверхность соудо чистка)

Т.к. система - вынужденная сила, будущ совершаются гармонические колебания с частотой

(1)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow x_m = -x_m \cos \omega t; \quad \dot{x}_m = \omega x_m \sin \omega t; \quad a = \ddot{x}_m = \omega^2 x_m \cos \omega t$$

Рассмотрим поглощаемый момент времени и горизонтальное движение равны 0



по III з. Кинетика по доски
будущ действующих ограничивающих
по модулю и разные по
направлению силы броски:

Первое уравнение груза + пружина
и поглощаемый момент времени:

$$E_0 = E_k + \frac{k \Delta x_0^2}{2}$$

В "first" момент времени:

$$E' = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2} \quad (\text{скорости доски и пружины равны, т.к.} \\ \text{поглощают движение})$$

(\Leftrightarrow относительная скорость 0)

муже в ① имеет временные координаты доски: $-x_m$

тогда муже в начальном положении пружина должна сжаться настолько

$$\Rightarrow \Delta x_0 = x_p - x_m$$

x_p , в момент

$$\Rightarrow E = \text{const} \Rightarrow m v_0^2 + \sum A \text{ врем.} = 0: \Rightarrow \Delta x = x_p - x_0 \quad \text{в момент (1): } x_0$$

$$k \Delta x_0^2 = \frac{(m+u) v_0^2}{2} + k \Delta x^2$$

$$\text{из (1) при } a = 0; \quad \dot{x} = v_m = \omega x_m = \sqrt{\frac{k}{m+u}} x_m$$

$$\Rightarrow \cancel{\sqrt{(x_p - x_m)^2}} = \frac{(m+u)}{(m+u)} \cdot k x_m^2 + \cancel{\sqrt{(x_p - x_0)^2}}$$

$$(x_p - x_m)^2 - (x_0 - x_m)^2 = x_m^2$$

$$(x_0 - x_m)(2x_p - x_m + x_0) = x_m^2$$



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!

Задача 1 (Сародосение)

В исходе (1):

т.к. трение забаве голова пренебрежимо

$$F_p = F_{up} = mg$$

$$Ma = 0 = mg - F_{up} \Rightarrow k\Delta x = mg \Rightarrow \Delta x = \frac{mg}{k}$$

$$1) \Delta x = \frac{0,4 \cdot 1 \text{ кн} \cdot \frac{10^4 \text{ Н}}{\text{кН}}}{100 \frac{\text{м}}{\text{м}}} = 0,04 \text{ м}$$

$$\text{Отв: 1) } \Delta x = 0,04 \text{ м.}$$

2) Сразу после поглощ. движ.

$$Ma = F_{up} = a = \frac{k\Delta x_0}{m}$$

3) когда относительно ускорения друга и земли 0:

$$ma = F_p$$

$$Ma = F_{up} - ma \rightarrow \text{это противоречие}$$

приним. положение земли с движ. \Rightarrow через $t = \frac{I}{2}$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

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"/> | <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!

Задача 2, продолжение:

Г-к. график дан для R_1 и C_1 :

$$P_{\text{н}}^1 = 4 \text{ кПа} \cdot 8 \cdot \frac{t' + 273 \text{ К}}{300 \text{ К}} \Rightarrow P_{\text{н}}^1 = 32 \text{ кПа} \cdot \left(\frac{t'}{300} + 0,91 \right)$$

$$P_{\text{н}}^1 = 28,12 \text{ кПа} + 32 \text{ кПа} \cdot \frac{t'}{300}$$

Броши эту \rightarrow прямую на графике из условия и находи t' её пересечения с данным графиком.

(при $t' = 0^\circ\text{C}$) $P_{\text{н}}^1 = 28,12 \text{ кПа}$

при $t' = 100^\circ\text{C}$, $P_{\text{н}}^1 \approx (28,12 + 10,66) \text{ кПа} \approx 38,78 \text{ кПа}$

В-к. Пересечение: $t' \approx 73^\circ\text{C}$; $P_{\text{н.п.к.}}(t') \approx 36 \text{ кПа}$

$t' = 73^\circ\text{C}$

3) При 30°C : $P_{\text{н.п.к.}} = 37 \text{ кПа}$ - давление исходящего пара ~~в сосуде~~

$$\varphi = \frac{P_{\text{н.п.к.}}}{P_{\text{н.п.к.}}} \leftarrow \text{конечное давление пара в сосуде}$$

$$(5) P_{\text{н.п.к.}} V = \frac{8m}{M} R T_K \quad | \quad \Rightarrow (5) : (6) = \frac{P_{\text{н.п.к.}}}{P_{\text{н.п.к.}}} = \frac{8T_K}{T_0} \Rightarrow P_{\text{н.п.к.}} = \frac{8T_K \cdot P_{\text{н.п.к.}}}{T_0}$$

$$(6) P_{\text{н.п.к.}} V = \frac{m}{M} R T_0 \quad |$$

$$P_{\text{н.п.к.}} = \frac{\frac{12,1}{363 \text{ К}} \cdot 4 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{8 \cdot 12,1 \cdot 4 \text{ кПа}}{100} = 38,72 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{38,72 \text{ кПа}}{37 \text{ кПа}} \approx 0,399 \dots \approx 0,4$$

$$\text{Отсюда: 1)} \frac{m_{\text{н.п.к.}}}{m_{\text{н.п.к.}}} = 8$$

$$2) t' \approx 73^\circ\text{C}$$

$$3) \varphi \approx 0,4$$

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!

Dано

$$t_0 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_0 = 27 + 273 = 300\text{ K}$$

$$t = 80^\circ\text{C} \Rightarrow T = 80 + 273 = 363\text{ K}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 7\text{ мпo}$$

Задача 2

1) +.к. блоком воздух находился в равновесии, изогнутое паром по согнутому

$$p_{\text{H}} = p_{\text{Hn}}(T_0) \approx 4\text{ кПа} - \text{из графика}$$

по условию изогнутое стакане воды в сосуде было равно массе пара, уменьшенному на 7

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 7\text{ мпo} \quad 1\text{ мпo} = m \Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 7m$$

в конде произошло вся вода перешла в пар \Rightarrow

т.к. кол-во влаги-то постоянно:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{пo}} + m_{\text{H}_2\text{O},\text{o}} = 8m$$

$$\Rightarrow \frac{m_{\text{пo}}}{m_{\text{пo}}} = \frac{8m}{m} = 8$$

2) Испарение воды прекратится в момент, когда пар станет насыщенным

— начальное давление воздуха

$$p_0 = p_{\text{он}} + p_{\text{в}}$$

— начальное давление пара

T^1 -испарения

температура Кипения

$$p' = p_{\text{н}}' + p_{\text{в}}'$$

— давление насыщенного пара при исходной температуре.

Запишем уравнение Менделесева — Кандероса для пара и для

воздуха:

$$(1) p_{\text{он}} V = J_{\text{он}} R T_0 \quad J_{\text{он}} = \frac{m_{\text{он}}}{m} = \frac{m}{m}$$

$$(2) p_{\text{н}}' V = J_{\text{н}}' R T^1, \text{ где } J_{\text{н}}' = \frac{8m}{m} \text{ молярная масса пара}$$

Возьмем:

$$(3) p_{\text{в}} V = J_{\text{в}} R T_0$$

$$(4) p_{\text{в}}' V = J_{\text{в}} R T^1$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{(1)}{(2)} \right)^{-1} \cdot \frac{p_{\text{н}}'}{p_{\text{он}}} = \frac{\frac{8m}{m}}{\frac{m}{m}} \cdot \frac{R}{R} \cdot \frac{T^1}{T_0} \Rightarrow p_{\text{н}}' = p_{\text{он}} \cdot \frac{8 \cdot T^1}{300K} \Rightarrow p_{\text{н}}' = 4 \text{ кПа} \cdot \frac{8 \cdot T^1}{300K}$$



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
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!

Вопросы для обсуждения:

из h(1): начальная скорость

скорость будет при погонажии (1): \vec{v}_1

~~может изменяться~~: при погонажии \vec{v}_1 , т.к. следующие за

~~задачами~~ максимальная: при погонажии \vec{v}_2 , т.к. во всем чешке

запись из п.1 в погонажи?. Скорость будет разной.

*Задача 3
продолжение*

$$v_2 = (v_0^2 - v_{\infty}^2) = \frac{2}{3} v_0^2 \Rightarrow 3v_0^2 - 3v_2^2 = -v_{\infty}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\infty} = \sqrt{\frac{2}{3} v_0^2} = \frac{2}{\sqrt{3}} v_0$$

$$k = \frac{\frac{2}{\sqrt{3}}}{\frac{2}{\sqrt{2}}} = \frac{2}{\sqrt{6}}$$

Ответ: 1) $v_{\infty} = \sqrt{\frac{2}{3}} v_0$.

2) $k = \frac{2}{\sqrt{6}}$.

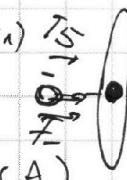
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

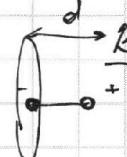
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

В момент пролёта ячейка один из зарядов бросил в неё чайку, но другой бросил зажиговую спичку, разогревая её сильно

1) \rightarrow (1)  + \rightarrow бросок разогревается до момента:

(2)  но для орбитального заряда пролёта ~~ячейки~~ диска и он снова начнёт ~~приближаться~~ притягивая зажигалку к себе

\Rightarrow чтобы ячейка прошёл диск, его скорость в пролёте

① должна равняться 0:

но Т=0 изменение кинетической энергии:

$$\Delta E_K = A_{\text{внешн}} = q(\varphi_A - \varphi_B) \quad \varphi_A = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{m V_0^2}{2 q d}$$

$$\Rightarrow \frac{m V_0^2}{2} - 0 = q \cdot \varphi_A \Rightarrow \varphi_A = \frac{m V_0^2}{2q}$$

В следствие, когда $q' = \frac{q}{3}$:

$$\frac{m(V_0^2 - U_K^2)}{2} = \frac{q}{3} \cdot \varphi_A = \frac{1}{3} \cdot \frac{m(V_0^2)}{2} \Rightarrow \frac{V_0^2}{2} - \frac{U_K^2}{2} = \frac{V_0^2}{2} \cdot \frac{1}{3} \quad | \cdot 6$$

$$\Rightarrow 3V_0^2 - 3U_K^2 = V_0^2 \Rightarrow U_K^2 = \frac{2}{3} V_0^2 \Rightarrow U_K = \frac{\sqrt{2}}{3} V_0$$

В чайке, например: $\frac{m(V_0^2 - U_K^2)}{2} = \frac{q}{3} \cdot \left(1\left(\frac{d}{2}\right)\right) - \frac{q}{3} \left(1\left(\frac{d}{2}\right)\right) = \frac{2q}{3} \cdot E \cdot \frac{d}{2}$

$$m(V_0^2 - U_K^2) = \frac{2q}{3} \cdot \frac{m V_0^2}{2 q d} \cdot d = \frac{m V_0^2}{3} \quad | \cdot 3$$

$$3V_0^2 - 3U_K^2 = V_0^2 \Rightarrow U_K = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$$

Ответ: $U_K = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$.



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"/> 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 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!

Задача 4:

Dано: | Решение:

$$L_1 = 5L \quad \text{1) Запишем 2ое правило Кирри коф}$$

S_1, n, B_0 для катушки:

$$A_2 = 8L \quad E_{IS} + E_{I1} + E_{I2} = 0 \leftarrow R = 0$$

$$R = 0$$

$$\gamma \quad |E_{I1}| = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{nS_1 dB}{dt}$$

$$|E_{I2}| = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = L_2 \dot{I} \quad ; \quad E_{IS} = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = L_1 \dot{I}$$

В конце волнообразие поля:

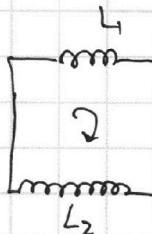
из графика $\frac{dB}{dt}$ в конце волнообразия поля убывает к начальному значению

$$\vec{B}_1 = \frac{\frac{3B_0}{5}}{\frac{2T}{8}} = \frac{3B_0 \cdot 8}{5 \cdot 2T} = 2,4 \frac{B_0}{T}$$

$$\Rightarrow L_1 \dot{I}_o + L_2 \dot{I}_o = nS_1 2,4 \frac{B_0}{T}$$

$$13L \dot{I}_o = nS_1 2,4 \frac{B_0}{T}$$

В конце произошло то же самое поле $\dot{I}_o = 0$



т.к. соединена последовательно, ток в катушках будет одинаков

т.к. $R = 0$, поток через обе катушки скрещивается

$$\Rightarrow \Phi_o = 0$$

$$\Phi_e =$$

2) Видимо можно решить: $q = I \Delta t$

~~$$L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = nS_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$~~

$$L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} + L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t} = nS_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$5L \Delta I + 8L \Delta I = nS_1 \Delta B$$

$$13L \Delta I = nS_1 \Delta B$$

т.к. токи одинаковые

$$\Rightarrow 13L \Delta I = nS_1 \Delta B \Rightarrow 13L \Delta q = nS_1 \Delta t \cdot B$$

$$13L \Delta q = n \cdot S_1 \cdot \frac{27}{520} B_0 T$$

$$\Delta q = \frac{nS_1 B_0 T \cdot 27}{L \cdot 520} = \frac{27}{520} \frac{nS_1 B_0}{L}$$

последовательно
затрагивая
последовательно
одинаково



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!

Задача 4. (вариант)

Сопротивление контура \Rightarrow можно сократить!

$$\text{Одес: } 1) \sum I = 0$$

$$2) \Delta q = \frac{27}{570} n S_1 B_0$$



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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 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!

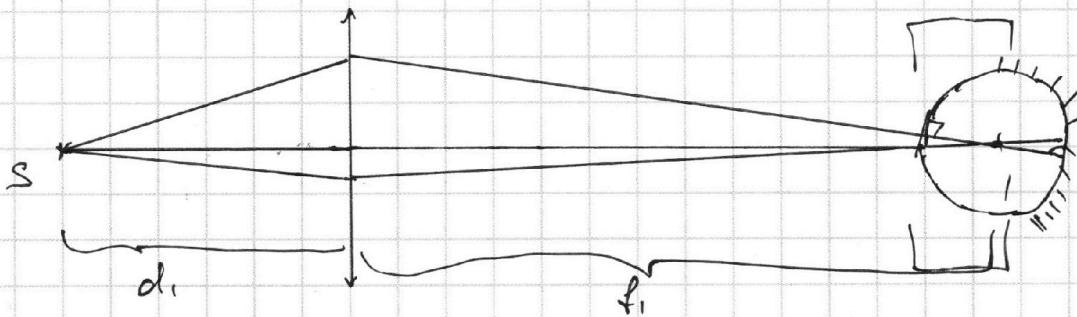
Задача 5

1) Т.к. в 1ом случае мы получаем однократное изображение независимо от положения преломления шара, будем считать, что изображение это $N_m = N_B = 1$

тогда:

ваше изображение хода лучей, чтобы получить изображение в том же, что и источник, определить нужно решить задачу в обратную сторону также, как и изображение \Rightarrow киподиа мер проходит через ц. шара, т.к. при таком прохождении, он будет падать \perp поверхности шара в разном $T \Rightarrow$ не будет преломлено, а при попадании на зеркало просто развернется на 180° .

(*) угол между оправой и исходным углом зрения составляет 180° или 30°



$$d_1 = a = 4,5R$$

$$f_1 = R + R = 2R$$

затем ф. тонкое линз:

$$\frac{l}{d_1} + \frac{l}{f_1} = \frac{l}{F} \Rightarrow \frac{d_1 f_1}{d_1 + f_1} = \frac{4,5R \cdot 2R}{4,5R + 2R} = \frac{9 \cdot 4,5}{13,5} R = \frac{9 \cdot 4,5}{27} R = 3R$$

2) Используя рассуждения п.1, т.к. изображение и источник снова совпадут, сделав первое, то теперь угол между изображением на зеркале и оправой или углом между источниками $30^\circ \Rightarrow$ все лучи "собираются" на \perp в т. пересечения главной оптической оси и зеркала.



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 checked="" type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|

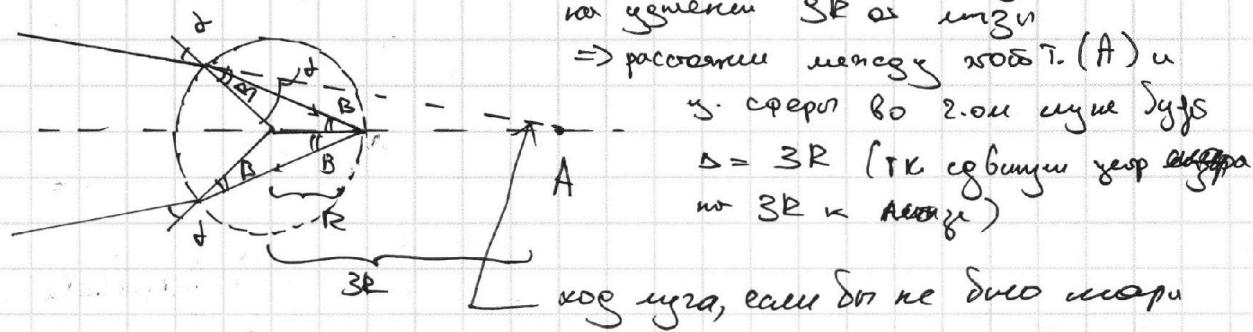
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Задача 5, продолжение

рассмотрим падение луча на сферу:

Мы знаем, что при отсутствии сферы, при пропускании луча через неё, изображение предмета будет получено в её центре SK от изображения предмета A.



\Rightarrow расстояние между изображением A' и

центром сферы в 2 раза выше изображения A.

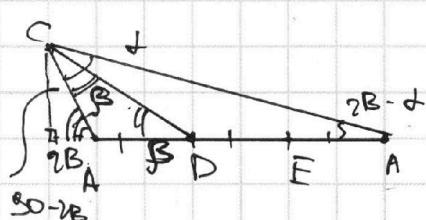
$\Delta = 3R$ (тк субъективное удаление изображения A в 3 раза)

угол между лучами, если бы не было сферы

$$\sin \alpha \cdot n \beta = n \cdot \sin \beta$$

$$\alpha, \beta - \text{меньше} \Rightarrow \alpha = n \cdot \beta \Rightarrow n = \frac{\alpha}{\beta} \quad (1)$$

из геометрии:



$$CD \cdot \sin \beta = CA \cos(\alpha + 30^\circ - 2B) = CA \sin(2B - \alpha)$$

$$CD = \sqrt{R^2 + R^2 - 2R^2 \cos(180^\circ - 2B)} = R\sqrt{2 - 2 \cos(180^\circ - 2B)}$$

$$R\sqrt{2 + 2 \cos 2B}$$

по Т Синусов:

$$\frac{3R}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin(2B - \alpha)} \quad \text{из подобия угла:}$$

$$3(2B - \alpha) = \alpha \Rightarrow 6B - 3\alpha = \alpha \Rightarrow 6B = 4\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{6}{4}B \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1): n = \frac{\frac{6}{4}B}{B} = 1.5$$

Ответ: 1) $F = 3R$.

2) $n = 1.5$.

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

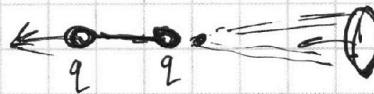
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

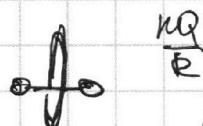


$$\alpha_g = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} - F_{\text{дир}} = 0$$

$$\vec{F}_{\text{тр}} \parallel \vec{v}_{\text{ном}} \Rightarrow v_{\text{ном}} = 0$$



$$F_{\text{тр}} \leq F_{\text{дир}}$$



$$m\alpha_1 = F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{дир}} \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2$$

$$F_{\text{дир}} - F_{\text{тр}} = ma_1$$

$$ma_1 - F_{\text{дир}} = ma_1$$

$$\text{ЗС7: } \frac{Mv^2}{R} + \frac{mv'^2}{R} = \frac{k\Delta x^2}{R} \Rightarrow Mv^2 + mv'^2 + k\Delta x^2 = C_{\text{const}}$$

$$(M+m)v^2 + k\Delta x^2 = k\Delta x_0^2$$

$$\Delta x_0 = \frac{(M+m)v^2}{k}$$

②

$$\text{если не забыть } 273 : 3 = 81 : 100 = 0,91$$

$$\frac{3213}{31066}$$

$$\alpha \text{ начальное } 0,91$$

$$\text{пресеки } \frac{1}{4}$$

$$\text{путь, } 250$$

$$n_{\text{шн}} = n_B = 1$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 0,91 \\ \hline 288 \\ + 2812 \\ \hline 3812 \\ - 3812 \\ \hline 0,0000 \end{array}$$

$$\omega^2 = \Delta x \omega$$

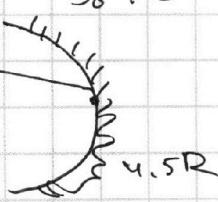
$$\omega^2 = \frac{(M+m)v^2}{2R}$$

$$\omega^2 = \frac{M+m}{2R}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{M+m}{2R}}$$

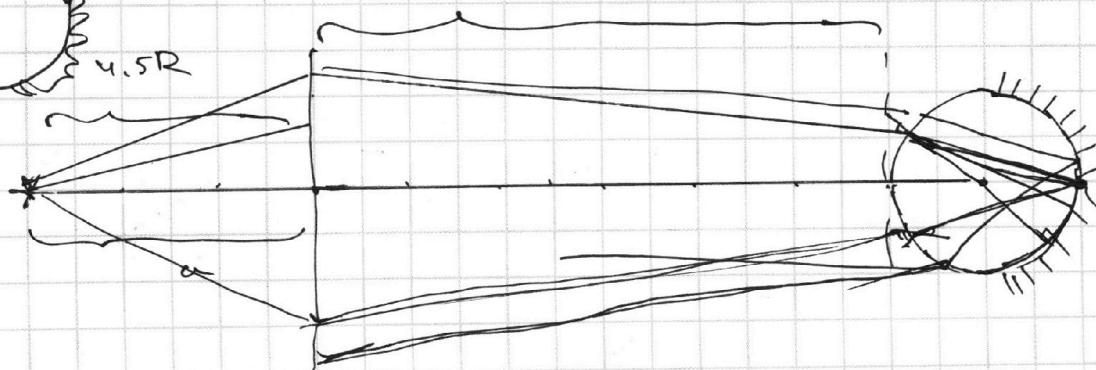
$$\begin{array}{r} 121 \\ \times 32 \\ \hline 242 \\ + 363 \\ \hline 3872 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ \times 32 \\ \hline 242 \\ + 363 \\ \hline 3872 \end{array}$$



при падении шара на склон

$$8R$$



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

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!

Дано:

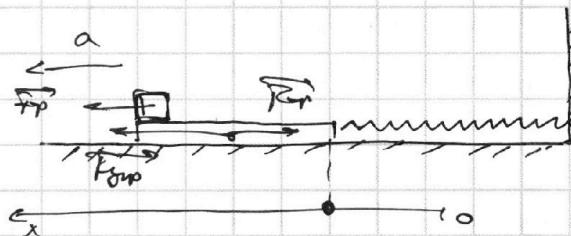
$$\begin{aligned} M &= 4 \text{ кг} \\ m &= 1 \text{ кг} \\ k &= 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \\ \mu &= 0,4 \end{aligned}$$

1) доска с бруском
бруск с совершил

горизонтальное

Колебание с периодом

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



Состав = 0 \Rightarrow доска и бруск движутся вместе, пристало друг к другу

Запишем II из Ньютона для обоих тел в \Rightarrow маш

О.Х.:

$$\begin{aligned} M\ddot{x} &= F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \quad / \Rightarrow M\ddot{x} = F_{\text{упр}} - ma \\ m\ddot{x} &= F_{\text{тр}} \end{aligned}$$

Трение - вынужденная сила \Rightarrow тело с системой сокращения
затемнения бруска + доски пристали + доска

$$x = x_m \cos(\omega t) \rightarrow \text{к. колебаний}$$

$$\dot{x} = \dot{x}' = -\omega x_m \sin(\omega t)$$

$$\ddot{x} = \ddot{x}' = -\omega^2 x_m \cos(\omega t)$$

ускорение 0 В первый раз это может

$$\cos(\omega t_0) = 0 \Rightarrow \omega t_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_0 = \frac{\pi}{2\omega}$$

Одновременное движение бруска и
доски прекращается \Rightarrow в этот момент

$$\dot{x}_s = \dot{x}_d = \omega x_m \Rightarrow \text{В этот момент}$$

БРУСКА

$$M\ddot{x} = 0 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \Rightarrow k \cancel{x}' = F_p$$

$$F_p = m\ddot{x}' \text{ восст}$$

\Rightarrow полное ускорение 0, пружина не будет
растянута:

1 V 2 3 4 5

при движении
поглощают
весь раз
препятствия
простолюдина
 $F_p = mg$

$$\Rightarrow a = g$$

$$F_{\text{упр}} = (m+M)a \Rightarrow$$

$$k\Delta x_1 = (m+M)g$$

$$k\Delta x_1 = \frac{(m+M)g}{k}$$

$$\Delta x_1 = \frac{(4+1) \cdot 0,4 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} \approx$$

$$\textcircled{O} \quad \frac{2 \cdot 10}{100} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$



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

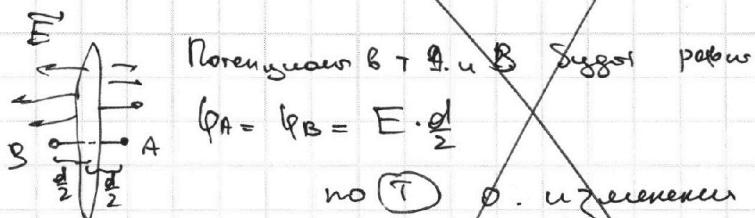
Картина схемы:

$$1) E = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad | \Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0 \pi R^2}, \text{ где } Q - \text{ заряд сферы}$$

нужно рассмотреть между зарядами расстояние d

в силу симметрии схемы в том случае б/c. сферы
заряд будет иметь скорость $\frac{v}{2}$, т.к. это сила взаимодействия
с зарядом будет брэкаут из горизонт.

$$q_{AB} = 0$$



но (1) о. изменения начального энергии

$$\text{Баланс} \frac{m(U_0^2)}{2} - \frac{Bq(\frac{d}{2})^2}{2} = \text{Абс} = q_1 q_2 + q_2 q_1 \cdot 1 \cdot 2$$

$$\Rightarrow m(U_0^2 - \frac{U_0^2}{4}) = ((q_1 - q_2) \cdot 2q_1) \cdot 2 \Rightarrow \text{рабора внешних сил}$$

$$\frac{3}{4} m(U_0^2) = \frac{4q \cdot Q}{2 \epsilon_0 \pi R^2} \quad (1)$$

= при зарядах $\frac{q_1}{3}$

$$m(U_0^2 - U_k^2) = \frac{\frac{2q}{3} \cdot 2}{2 \epsilon_0 \pi R^2} \quad (2)$$

$$(1) : (2) = \frac{3(U_0^2 - \frac{U_0^2}{4})}{\frac{2q}{3} \cdot 2} = (U_0^2 - U_k^2)$$

~~$$12 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 = 36 \cdot 3 = 108$$~~

~~$$36 \cdot 3 = 108$$~~

$$\frac{3}{4} U_0^2 = (U_0^2 - U_k^2) \cdot \frac{3}{4}$$

$$(U_0^2 - 4(U_0^2 - U_k^2)) \cdot U_k^2 = \frac{3}{4} U_0^2 \Rightarrow U_k = \frac{\sqrt{3}}{2} U_0$$

~~$$2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 = 36$$~~

1) Вывод: при прохождении

$$\text{скор } U' = \frac{\sqrt{3}}{2} U_0$$

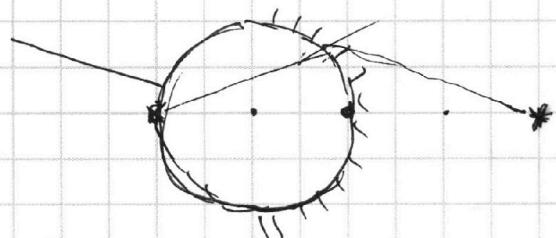
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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

Решение:
 $V_0, \omega = \frac{V_0}{3}$



$$\frac{k \Delta x_0^2}{2} = (m+m) \underline{V^2} + \underline{k \Delta x}$$

$$x_p - x_0 = 0,04 m$$

$$k \Delta x_0^2 =$$

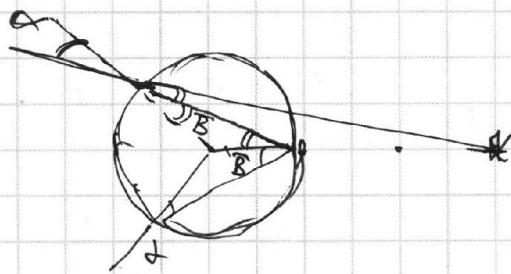
$$k(x_p - x_m)^2 = x_m^2 k + k(x_p - x_0)$$

$$0,04 - \text{н.р.}$$

$$\frac{3}{4} V_0^2 = - \cancel{3} \cdot (V_0^2 - \cancel{V \omega^2})$$

$$\frac{V_0^2}{4} = V_0^2 - V \omega^2$$

$$\boxed{\vec{F}_p = \text{силы}}$$

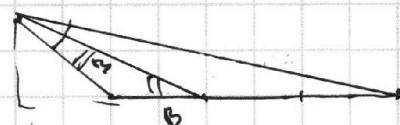


$$m g = k \Delta x$$

$$\boxed{k x = \frac{m g}{k}}$$

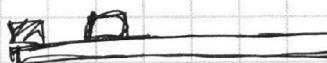
$$V = \omega \Delta x_0 = \sqrt{\frac{k}{\mu+m}} \Delta x_0$$

$$\frac{V_0^2 - \cancel{V_0^2}}{3} = V_0^2 - \cancel{V \omega^2}$$



$$\frac{k \Delta x_0^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + \frac{M V^2}{2} - \cancel{m g (x - \Delta x_0)} + \frac{k \Delta x^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$a_g = 0 \Rightarrow F_p = F_{\text{упр}} \Rightarrow k \Delta x = \mu m g \rightarrow \Delta x = \frac{\mu m g}{k}$$



$$2k \Delta x_0^2 = (m+m)(V^2 - 2 \cancel{m g (\Delta x - \Delta x_0)} + \frac{k \Delta x^2}{2})$$

$$2k \Delta x_0^2 = (m+m) \Delta x_0^2 - 2 \cancel{m g \Delta x_0} + \frac{2 m^2 g^2}{k} + \cancel{k m \Delta x_0} \cancel{m^2 g^2} \quad | \cdot 3$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

Напряжение знако

$$E = \frac{F}{q_0}$$

$$F = \frac{Q}{4\pi r^2}, \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi r^2 q_0}, \text{ где } Q - \text{заряд зноя}$$

Пуск расчета естесв зараядами зноя от



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 checked="" type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input checked="" 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!

Задача 3: 1)

на дисковом магнитофоне $\varphi_{\text{ос}} = 0$

Из т. О изменение кинетической энергии:

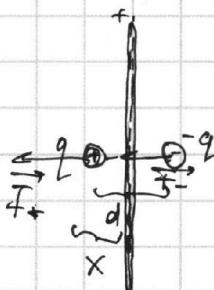
$$\Delta E_k = A_{\text{кин}}$$

Т.к. V_0 - максимальная скорость \Rightarrow в т. О винте будет иметь
0-ую скорость / т.к. звук на него будет передаваться синхронно,
т.к. вращение

Выводы

При подсчете в системе координатов звука винта будем
знать, что вращение \Rightarrow синхронизировано звука $>$
своих признаков

Распределение момента инерции звука винта покоящегося на винте
~~запись - винт вращается, звук движется относительно звука; следовательно~~
и него со скоростью звука будет ограждена по
методу и направлению.



$$J = \frac{Q}{2\pi R^2}, \text{ где } Q \text{ - зона звука}$$

$$Q_p = \pi(r^2 - (r-dr)^2)J = \pi \Delta r (r^2 - r^2 + 2dr + d^2r) = \pi \Delta r 2rdr$$

$$\textcircled{O} \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot \pi \Delta r 2rdr = Q \cdot \frac{2rdr}{R^2}$$

представление о



Разделение колеса на кусочки dx , тогда ~~запись - винт вращается~~
кусочка на оси x на удалении x от ц. звука



$$dE_x = \frac{k dq}{r^2 + x^2} \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \left(\frac{\sqrt{x^2 + r^2}}{x} \right)^{-1}$$

$$dq = \frac{Qr}{2\pi R} dx$$

$$\Rightarrow dE_x = \frac{k Q r dx}{2\pi R} \cdot \frac{x}{(\sqrt{x^2 + r^2})^3}$$

\Rightarrow производится интегрирование, для каждого кольца r

согласно rule:

$$E_{xr} = \frac{Qr}{2\pi R}$$