



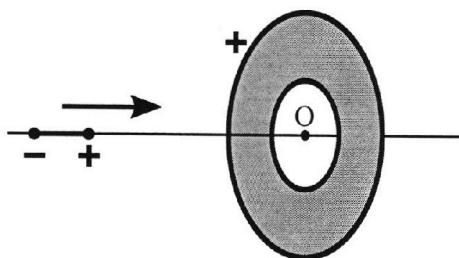
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

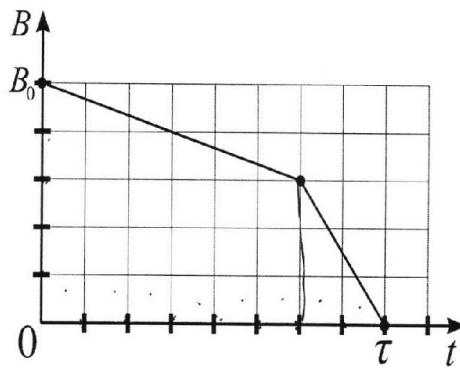
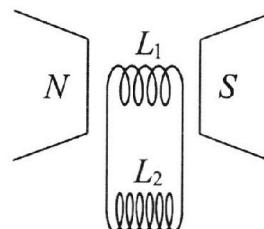
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

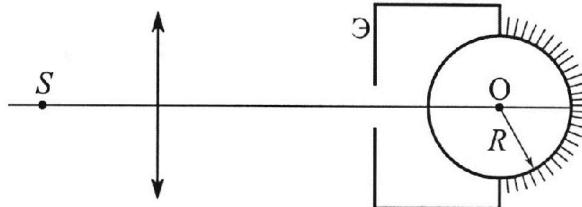
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



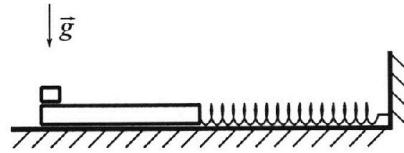
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 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.

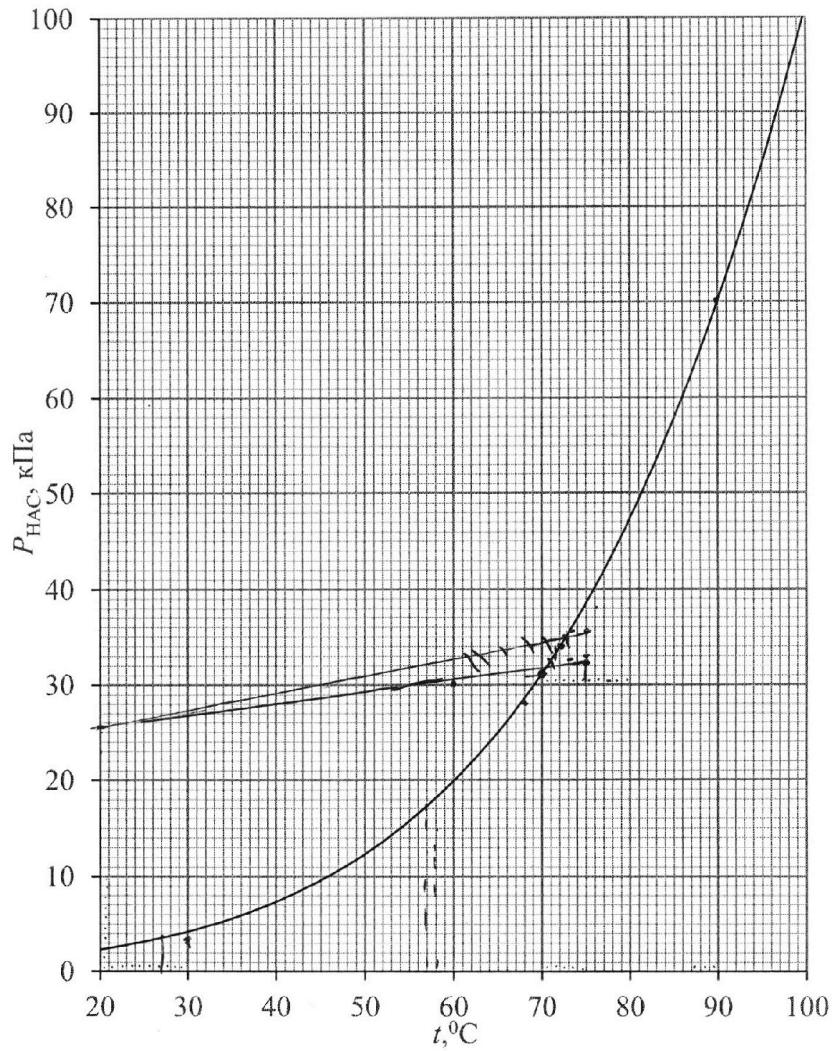


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и 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 по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





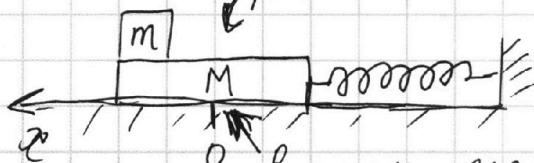
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 4

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

N1



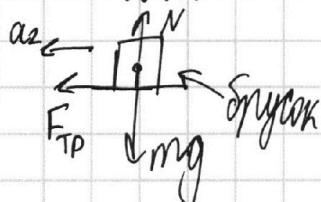
в эти положения пружина не деформирована

дана x_1 - координата x левого конца пружины

x_2 - координата x бруска

Когда доску отпускают, она начинает двигаться вправо в пологих колебаниях, пока не достигнет конца пружины. Сила трения действует на доску влево, на брусков вправо.

Тогда брусков движется относительно доски, сила трения между ними является силой трения скольжения; далее все уравнения для этой ситуации нормальны

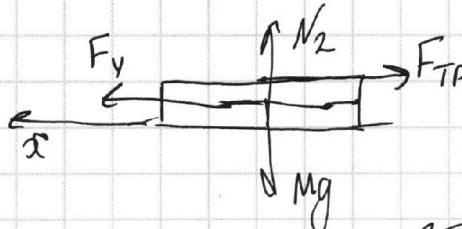


$$N = mg \text{ - сила реакции}$$

$$F_{tp} = \mu N = \mu mg ; \quad ma_2 = F_{tp} = \mu mg$$

закон Ньютона

на доску:



$F_y = -kx_1$, - пружина сила упругости пружины на ось x

.., то движется проекцией ускорения доски на ось x

закон Ньютона:

$$M\ddot{x}_1 = F_y - F_{tp} ; \quad M\ddot{x}_1 = -kx_1 - \mu mg$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 + \frac{\mu mg}{M} = 0 ; \quad \ddot{x}_1 = -\frac{k}{M}x_1 - \frac{\mu mg}{M}$$



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**.

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

СТРАНИЦА
2 из 4

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

$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M} (x_1 + \frac{\mu mg}{k}) = 0$ — уравнение гармонических колебаний со смешанным равновесием:

$x_1(t) = -\frac{\mu mg}{k} + A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}} t + \varphi_0)$ (1) зависимость x_1 от времени t . A — амплитуда колебаний

1) Когда относительное ускорение бруска и доски становят $= 0$, их ускорения в ИСО будут равны по модулю и направлены одинаково

$$\ddot{x}_1 = a_2, \quad x_{1,1} — \text{координата левого конца пружины во этот момент}$$

$$-\frac{k}{M} x_{1,1} - \frac{\mu mg}{M} = \mu g \quad (\text{когда это произойдёт в первый раз, бруском будет двигаться относительно доски})$$

$$x_{1,1} = -\frac{M(M+m)}{k} g \quad \text{При этом сжатие пружин}$$

$$\Delta x_1 = -x_{1,1} = \frac{\mu(M+m)g}{k}$$

$$\Delta x_{1,1} = \frac{0,4(4M+1m) \cdot 10 \frac{m}{s^2}}{100 \frac{N}{m}} = \frac{0,4 \cdot 50}{100} m = 0,2 m = 20 \text{ см}$$

2) $\dot{x}_1(t) = -A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}} t + \varphi_0)$

$$\dot{x}_1(0) = 0 \Rightarrow A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \varphi_0 = 0 \quad A \sqrt{\frac{k}{M}} \neq 0, \Rightarrow$$

$$\sin \varphi_0 = 0$$

$$\ddot{x}_1(t) = -A \frac{k}{M} \cos(\sqrt{\frac{k}{M}} t + \varphi_0), \quad \ddot{x}_1(0) > 0, \Rightarrow$$

$$-\cos \varphi_0 \cdot A \frac{k}{M} > 0 \Rightarrow \cos \varphi_0 < 0, \Rightarrow \varphi_0 = \pi, \Rightarrow$$

~~$$\ddot{x}_1(t) = A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}} t)$$~~ (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
3 из 4

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

Зависимость скорости $\dot{x}_1(t) = A \frac{k}{m} \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t)$ (3)

Зависимость скорости бруска от времени:

$$v_2(t) = a_2 t = \mu g t$$

t_1 - время, когда ускорение бруска впервые стало равно 0: $A \frac{k}{m} \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t_1) = 0 \Rightarrow$

$$t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{б (2):}$$

$$\dot{x}_1(t_1) = A \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Движение бруска относительно доски прекратилось в момент времени t_1 , \Rightarrow

$$\ddot{x}_1(t_1) = \delta_2$$

$$A \sqrt{\frac{k}{m}} = \mu g t_1 ; A \sqrt{\frac{k}{m}} = \mu g \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow$$

$$A = \frac{\pi}{2} \mu g \cdot \frac{m}{k}, \Rightarrow \text{б (3):}$$

$$\ddot{x}_1(t) = \frac{\pi}{2} \mu g \cdot \frac{m}{k} \cdot \frac{k}{m} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right);$$

$$\ddot{x}_1(t) = \frac{\pi}{2} \mu g \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right),$$

$\ddot{x}_1(0) = \frac{\pi}{2} \mu g$ - ускорение доски сразу после начала движения

$$\ddot{x}_1(0) \approx \frac{3}{2} \cdot 0,4 \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 6 \frac{m}{s^2}$$

3) $t_{1,2}$ - время от начала движения, после которого относительное ускорение бруска и доски впервые станет = 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

СТРАНИЦА
4 из 4

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

$$\ddot{x}_1(t_{1.2}) = a_2$$

$$\frac{\pi}{2} \mu g \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t_{1.2}) = \mu g$$

$$\cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t_{1.2}) = \frac{2}{\pi}$$

$$\sin(\sqrt{\frac{k}{m}} t_{1.2}) = \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}}$$

$t_{1.2} < t_{1.1} \Rightarrow$ в это время
брюсок ещё движется отно-
сительно доски, и все запи-
саные выше уравнения верны

$$\ddot{x}_1(t_{1.2}) = \frac{\pi}{2} \mu g \frac{M}{k} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m}} t_{1.2}) \quad (\text{поставили})$$

А и $t_{1.2}$ б (2)

$$\dot{x}_1(t_{1.2}) = \frac{\pi}{2} \mu g \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sqrt{1 - \frac{4}{\pi^2}} = \mu g \sqrt{\frac{M}{k}} \sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1} -$$

скорость доски в этом момент

$$\dot{x}_1(t_{1.2}) \approx 0,4 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \sqrt{\frac{4kg}{100N/m}} \cdot \sqrt{\frac{9}{4} - 1} = 4 \frac{m}{s^2} \cdot 0,20 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} =$$

$$= \frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{m}{s}$$

Ответ: 1) 20 см ; 2) $6 \frac{m}{s^2}$; 3) $\frac{2\sqrt{5}}{5} \frac{m}{s}$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 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

1) Суммарная масса воды и пара не меняется, m_0 - масса пара в начале, $\Rightarrow 7m_0$ - масса жидкости воды в начале.
В конце все вода испарилась, \Rightarrow масса пара стала $m_0 + 7m_0 = 8m_0$, \Rightarrow отложение массы пара в конце и в начале выражение: $\frac{8m_0}{m_0} = 8$.

2) Тогда в сосуде есть жидкость вода, пар является насыщенным. Объем сосуда постоянный, \Rightarrow из уравнения состояния для пара получим:
 $\frac{P_{\text{нас}}(T)}{T} = \text{Const}$, где T - абсолютная температура пара, $P_{\text{нас}}(T)$ - давление насыщенного пара при температуре T , λ - количество вещества пара.

В начале нагрева: $\lambda = \lambda_0$, $T = T_0 = 300\text{ K}$
 $P_{\text{нас}} = P_{\text{нас}}(27^\circ\text{C}) \approx 3,5 \text{ кПа}$

\Rightarrow когда вода перестала испаряться из чайника

В конце нагрева масса пара в 8 раз больше, \Rightarrow количество вещества пара λ в 8 раз больше, чем в начале, т.е. $8\lambda_0$

\Rightarrow в конце абсолютная температура пара T^*

$$\frac{3,5 \text{ кПа}}{\lambda_0 \cdot 300 \text{ K}} = \frac{P_{\text{нас}}(T^*)}{8\lambda_0 \cdot T^*}, \quad P_{\text{нас}}(T^*) \text{ в кПа}$$

$$\therefore \frac{P_{\text{нас}}(T^*)}{T^*} = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ K}}$$



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**.

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

$P_{\text{рас}}(T^*) = 28 \text{ кПа} \cdot \frac{T^*}{300 \text{ К}}$; $T^* = \left(\frac{t^*}{10^\circ\text{C}} + 273\right) \text{ К} \Rightarrow$
 $P_{\text{рас}}(t^*) = 28 \text{ кПа} \cdot \left(\frac{t^*}{10^\circ\text{C}} + 273\right) \text{ кПа}$ — точка, в которой давление $P_{\text{рас}}(t^*)$ и температура t^* должны приподняться узарику зависимости насыщенного пара от температуры

$$P_{\text{рас}}(t^*) = \frac{7}{75} \frac{t^*}{10^\circ\text{C}} \text{ кПа} + 25,5 \text{ кПа} \text{ — пересечение}$$

прямой узарик зависимости $P_{\text{рас}}(t^*)$ с данными в условиях узариком и получим в точке пересечения: $t^* \approx 71^\circ\text{C}$

3) В конце концов вода перестала испаряться абсолютная температура пара $T^* = 344 \text{ К}$, давление $P_2 \approx 32,5 \text{ кПа}$ 32 кПа. При дальнейшем нагревании пар ведёт себя как идеальный газ с постоянными качествами вещества, добей построенный $\Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$, P — давление пара, T — абсолютная температура.

В конце нагрева $T = T_3 = 363 \text{ K}$, $P = P_3 \Rightarrow$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}, P_3 = P_2 \frac{T_3}{T_2} \approx 32 \text{ кПа} \cdot \frac{363 \text{ K}}{344 \text{ K}} = 32 \text{ кПа} \cdot \frac{363}{344} = 32 \text{ кПа} \cdot 1,05 = 33,6 \text{ кПа}$$

$= 4 \text{ кПа} \cdot \frac{363}{43} \approx 33,8 \text{ кПа}$ — давление пара в конце из узарика, давление насыщенного пара при $t = 90^\circ\text{C}$

$$P_{\text{рас}}(t) \approx 70,0 \text{ кПа}; \varphi = \frac{P_3}{P_{\text{рас}}} \approx 0,48$$

Ответ: 1) 8; 2) 71°C ; 3) 0,48

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

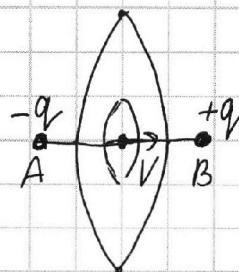
СТРАНИЦА
1 из 4

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

N3

Такое диска симметрично относительно плоскости диска

1) При проекции центра диска через центр отверстия

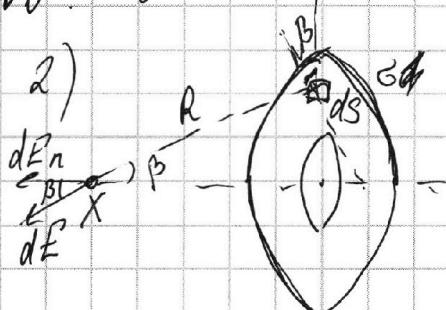


шарики расположены симметрично относительно плоскости диска, \Rightarrow потенциалы точек A и B равны:

(в которых расположены заряды)

~~точка диполя в каждой точке диска = 0~~ в силу симметрии. Потом потенциалы точек взаимодействия диполя и диска:

$W = q\varphi_B - q\varphi_A = q\varphi - q\varphi = 0$. Желая взаимодействия диполя и диска, когда диполь бесконечно удалён от диска $= 0 = W_0$, \Rightarrow из закона сохранения энергии; ~~тогда~~ при проекции центра диска через центр отверстия от скорости диполя V_0



Рассмотрим на малом участке диска площадью ds на оси симметрии g - поверхностью, имеющей заряд диска

$$dP = \frac{k\rho ds}{R^2}, \text{ проекция на ось симметрии:}$$

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 4

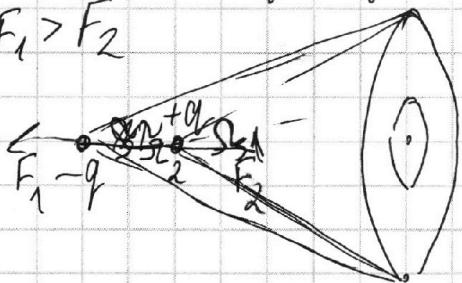
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$dE_n = \frac{kq dS}{R^2} \cos\beta ; \quad \frac{dS \cos\beta}{R^2} = dS - \text{телесный}$$

участок диска угол, под которым из т.х виден участок диска, \Rightarrow величина проекции поля на ось симметрии в точках на оси симметрии \propto телесному углу, под которым виден диск из данной точки (суммарное действие диска на диполь по сумме осей = 0 в силу симметрии), \Rightarrow поле положительного заряда целиком диска сила отталкивания действующая на него больше, чем сила притяжения отрицательного заряда (т.к. телесный угол $S_1 > S_2$)

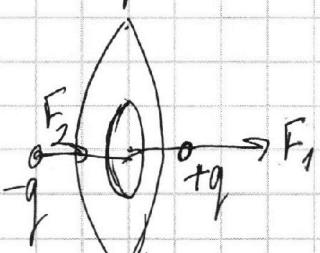
$$F_1 > F_2$$

\Rightarrow диполь замедляется.



После того, как положительный заряд прошел центр диска, а отрицательный еще нет и сила отталкивания и сила притяжения будут разгонять диполь:

т.к. \Rightarrow максимальная ско-



рость диполя будет когда положительный заряд находясь в центре отверстия

m - масса диполя, $3q$ - начальные заряды диполя (точка массы)

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.

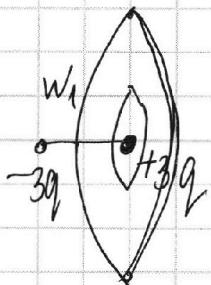


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
3 из 4

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

W_1 - потенциальная энергия взаимодействия диполя и диска, когда полюситарный заряд в центре отверстия

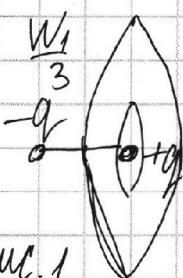


закон сохранения энергии
(при v_{min} начальной скорости, v_{max} конечной скорости диполя = 0)

$$W_1 = \frac{m V_0^2}{2}$$

Потенциальная энергия взаимодействия диполя с внешними зарядами, \Rightarrow когда модуль зарядов в 3 раза при минимальной скорости диполя энергия его взаимодействия с дисками будет

$\frac{W_1}{3}$, V_{min} - минимальная скорость

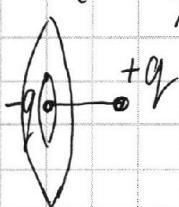


$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{W_1}{3} + \frac{m V_{min}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{6} + \frac{m V_{min}^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{3} = \frac{V_{min}^2}{2}; V_{min} = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$$

Давление диполей разгоняется, \Rightarrow max скорость за пройдёт будем, когда отрицательный заряд пролетает через центр отверстия



- такое полюсование с ~~точкой~~ зеркальным расположением взаимодействие зеркального отображения отрицательного диполя и диска

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
4 ИЗ 4

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

максимально заложены зарядов, \Rightarrow в нейтральной взаимодействие диска и диска равно $-\frac{w_1}{3}$

V_{max} - max скорость диска:

$$\frac{mV_0^2}{2} = -\frac{w_1}{3} + \frac{mV_{max}^2}{2}$$

$$\frac{mV_{max}^2}{2} - \frac{mV_0^2}{6} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{V_{max}^2}{2} = \frac{2V_0^2}{3}; V_{max} = \frac{2V_0}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{2V_0}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} V_0} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) V_0 ; 2) $\sqrt{2}$.

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.



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

1/4

1) Сопротивление контура из катушек параллельно
режущему магниту, \Rightarrow поток ~~на~~ сущесвтует
поток магнитного поля через катушки на
трансформаторе

В начальне включении поля он равен: $\Phi_1 =$
 $= B_0 S_1 n$ n, S_1
 ~~777777~~ $\rightarrow B_0$

В конце выключения внешнее поле $= 0$, ток через
катушки останется и равен I_0 , \Rightarrow поток
через катушки:

$$\Phi_2 = I_0 (L_1 + L_2) = 13L I_0 ,$$

$$\Phi_1 = \Phi_2 \Rightarrow B_0 S_1 n = 13L I_0 ,$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{13L}$$

2) ИДСК индукции, возникающей в катушке:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{dB}{dt} S_1 n + R \quad (\text{из-за выключение внешнего поля
катушка } \Phi = BS_1 n)$$

~~Этот~~: ток через катушки всё время одинаковый, \Rightarrow это производная по времени
 $\frac{dI}{dt}$ для двух катушек тоже одинаковая \Rightarrow

$$\mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} ; \quad - \frac{dB}{dt} S_1 n = 13L \frac{dI}{dt}$$

$I = \frac{dq}{dt}$ — заряд протекающий через катушки
за единицу времени, $\Rightarrow - \frac{dB}{dt} S_1 n = 13L \frac{dq}{dt}$

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



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

СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$\ddot{q} = -\frac{dB \sin n}{dt \cdot 13L} \quad \text{(до излома на участке)}$$

внешнее поле равномерно уменьшается от

$$B_0 \text{ до } \frac{3}{5} B_0 \text{ за время } \frac{6}{8} \tau = \frac{3}{4} \tau, \Rightarrow$$

$$-\frac{dB}{dt} = \frac{B_0 - \frac{3}{5} B_0}{\frac{3}{4} \tau} = \frac{2 B_0 \cdot 4}{5 \cdot 3 \tau} = \frac{8 B_0}{15 \tau}, \Rightarrow$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{8 B_0}{15 \tau} \cdot \frac{\sin n}{13L} \quad \text{- вторая производная заряда, пролежавшего через } L_2, \text{ по времени на этом участке}$$

По аналогии с равноточечными движениями, заряд, пролежавший за $\frac{3\tau}{4}$ через L_2 :

$$q_1 = \frac{\ddot{q}_1}{2} \cdot \left(\frac{3\tau}{4}\right)^2 = \frac{4 B_0 \sin n}{15 \cdot 13 L \tau} \cdot \frac{9\tau^2}{16} = \frac{3 B_0 \sin n}{20 \cdot 13 L}$$

Через $\frac{3\tau}{4}$ от начала выполнения поток внешнего поля через катушки $\Phi = \frac{3}{5} B_0 S_1 n$,

\dot{q}_1 — ток через катушки:

$$\Phi_1 = \Phi + 13L \dot{q}_1; \quad \frac{2}{5} B_0 S_1 n = 13L \dot{q}_1,$$

$$\dot{q}_1 = \frac{2 B_0 S_1 n}{5 \cdot 13 L}$$

На участке после излома участка внешнее поле равномерно уменьшается на $\frac{3}{5} B_0$ за время

$$\frac{\tau}{4} \Rightarrow -\frac{dB}{dt} = \frac{3 B_0 \cdot 4}{5 \cdot \tau} = \frac{12 B_0}{5 \tau}$$

$$\dot{q}_2 = \frac{12 B_0}{5 \tau} \cdot \frac{\sin n}{13L} = \frac{12 B_0 S_1 n}{5 \cdot 13 L \tau}$$

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
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!

По аналогии с равнускорененным движением (помимо „скорость“ протекания заряда $\frac{2B_0S_1n}{5 \cdot 13L}$) заряд, пронесший через L_2 за последние $\frac{\tau}{4}$:

$$q_2 = \dot{q}_1 \frac{\tau}{4} + \ddot{q}_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\tau}{4}\right)^2$$

$$q_2 = \frac{2B_0S_1n}{5 \cdot 13L} \cdot \frac{\tau}{4} + \cancel{\frac{6B_0S_1n}{5 \cdot 13L^2} \cdot \frac{\tau^2}{16}} = \frac{B_0S_1n\tau^2}{10 \cdot 13L} + \\ + \frac{3B_0S_1n\tau}{40 \cdot 13L}$$

Суммарно через L_2 пронес заряд:

$$q = q_1 + q_2 = \frac{3B_0S_1n\tau}{20 \cdot 13L} + \frac{B_0S_1n\tau}{10 \cdot 13L} + \frac{3B_0S_1n\tau^2}{40 \cdot 13L} = \\ = \frac{B_0S_1n\tau(6+4+3)}{40 \cdot 13L} = \frac{8B_0S_1n\tau}{40L}$$

Ответ: 1) $\frac{B_0S_1n}{13L}$; 2) $\frac{B_0S_1n\tau}{40L}$

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.

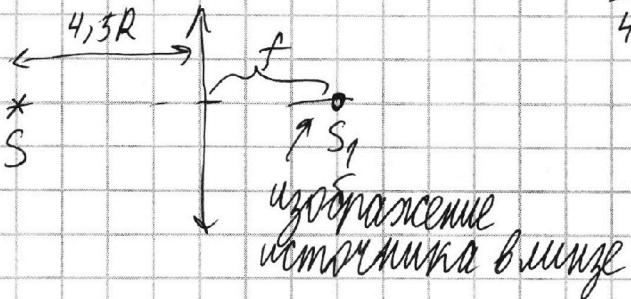
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

N5

1)



$$\frac{1}{4.5R} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

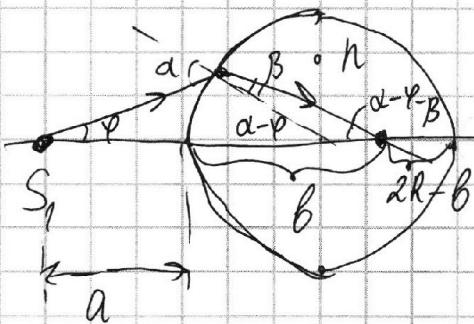
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{9R} = \frac{9R - 2F}{9RF}$$

$$f = \frac{9RF}{9R - 2F}$$

Расстояние от S_1 , до шара

$$a = 8R - f$$

Углы см. на рис.
 n - показатель преломления
шара



$$\frac{\alpha}{\beta} \approx n, \quad \alpha = n\beta$$

$$\beta \approx \frac{\alpha}{n}$$

$$\frac{\rho \cdot \alpha}{\beta} \approx R(\alpha - \beta) \Rightarrow \alpha \approx \rho \frac{(a+R)}{R}$$

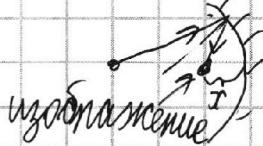
$$\beta(\alpha - \rho - \beta) \approx R(\alpha - \rho)$$

$$\beta \left(\frac{\rho \alpha}{R} - \frac{\rho(a+R)}{nR} \right) = R \frac{\rho \alpha}{R}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{\frac{a}{n} - \frac{(a+R)}{R}}$$

Формула сферического зеркала: $\frac{2}{R} = \frac{1}{2R-B} + \frac{1}{x}$,

$x = 14,5R \Rightarrow$ расстояние до изображения в зеркале



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{4.5R} + \frac{1}{10R-x} - \text{здесь}$$

многи после зеркала

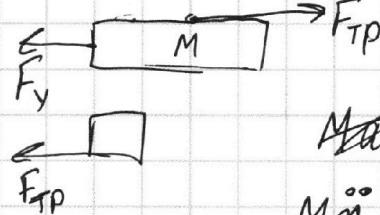
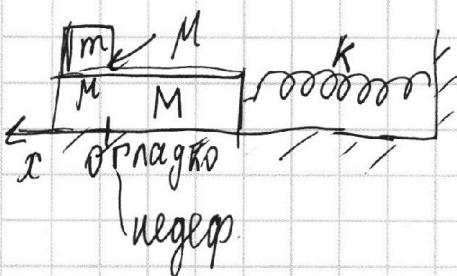


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$-kx_1 = \mu mg$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 + \mu g \frac{m}{M} = 0$$

$$\frac{-kx_1 - \mu mg}{M} = \mu g$$

$$1) \boxed{\Delta x_1 = \frac{\mu g(M+m)}{K}}$$

$$Ma_2 = -\mu mg$$

$$Ma_2 = \mu mg$$

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

$$-kx_1 = \mu g (M+m)$$

$$x_1 = -\frac{\mu g (M+m)}{K}$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{k}{M}x_1 + \mu g \frac{m}{M} = 0$$

$$x_1(t) = -\frac{\mu mg}{A} + A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t + \varphi_0) \quad \varphi_0 \neq 0 \text{ (не EQ)}$$

$$\dot{x}_1(t) = -A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}}t + \varphi_0)$$

$$\sin \varphi_0 = 0$$

$$\varphi_0 = \pi$$

$$\ddot{x}_1(t) = A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}}t)$$

$$x_1(t) = -\frac{\mu mg}{A} - A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t)$$

$$\ddot{x}_1(t) = A \frac{k}{M} \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t)$$

$$A \frac{k}{M} \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t) = 0$$

$$\dot{x}_2(t) = Mg t ;$$

$$t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\ddot{x}_1(t_1) = \left(A \sqrt{\frac{k}{M}} \right)$$

$$\ddot{x}_1(0) = A \frac{k}{M} = \frac{\dot{x}_2(t_1)}{\frac{\pi}{2} \mu g} = \frac{\pi}{2} \mu g \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$A = \frac{\pi}{2} \mu g^2 \cdot \frac{M}{K} = A \sqrt{\frac{K}{M}}$$



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"/> 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!

$$\frac{\pi}{2} \mu g \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t) = \mu g \quad |$$

$$\cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t) = \frac{2}{\pi}$$

$$\frac{K \cdot m \cdot c^2}{K \cdot m}$$

$\sqrt{2}$

$$\ddot{x}_1(t) = A \sqrt{\frac{k}{m}} \sin(\sqrt{\frac{k}{m}} t)$$

$$4 \cdot \frac{2}{10} \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{70+273}{300} = \frac{343}{300} \cdot 28$$

$$m_B = 7m_p$$

$$m_p \rightarrow 0 m_p$$

1) (8)

Дана система:

$$\frac{\rho}{T} = \text{const}$$

При этом есть H_2O пару насыщ.

$$\frac{\rho_0}{T_0} = \frac{\rho^*}{T^*} ; \quad T^* = 8T_0$$

$$\frac{\rho_0}{T_0} = \frac{\rho^*}{8T^*} ; \quad \rho^* = 8\rho_0 \quad T^* = 8 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot T^* =$$

$$\frac{28}{5} = 5,6$$

$$= \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} T^* =$$

$$+\frac{273}{87} = \frac{360}{360}$$

$$p^* = \frac{28 \text{ кПа}}{273 + 300 \text{ К}} \quad T^* = 150 \quad p^* = 14 \frac{28}{56}$$

$$\begin{array}{r} 67 \\ 1273 \\ \hline 340 \\ 57 \end{array} \quad \begin{array}{r} 37 \\ 28 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$28 \cdot \frac{310}{300}$$

57

$$28 \cdot \frac{330}{300} = 28 \cdot \frac{11}{10} = 14,911 \quad 14,91 \quad 30,8$$

$$87: \quad \frac{28}{300} \cdot 360 = \frac{28 \cdot 120}{10} = \frac{336}{10} = 33,6$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 91 \\ \hline 28 \end{array}$$

$$\frac{28 - 273}{300} = \frac{28}{100} \cdot 91 = 25,48 \quad \begin{array}{r} 255 \\ 252 \\ \hline 2548 \end{array}$$

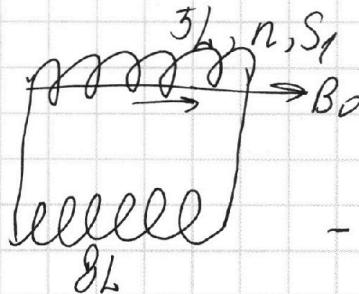
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.



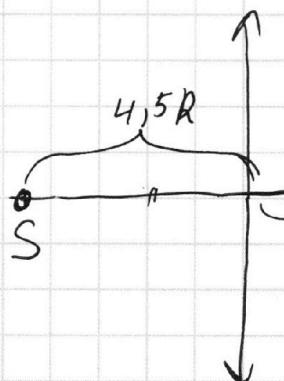
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!



$$\frac{4 \cdot 9}{15 \cdot 16} = \frac{3}{5 \cdot 4} = \frac{3}{20}$$

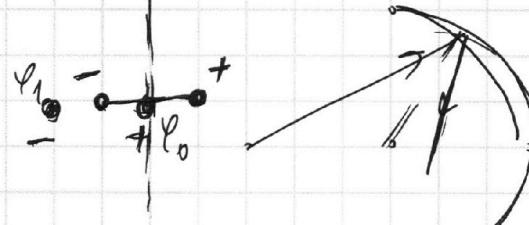


$$B_0 \cdot n S_1 = 13L I_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 n S_1}{13L}$$

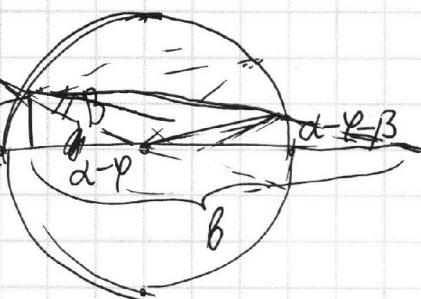
$$-n S_1 \frac{dB}{dt} = \frac{dI}{dt} \cdot 13L$$

$$qP_0 - q\varphi_1 = \frac{mV^2}{2}$$



$$a = 8R - f$$

$$\frac{d}{\beta} = n$$



$$q \cdot a = (d - \rho)R$$

$$q \cdot a = dR - \rho R$$

$$\rho = \frac{dR}{a+R}$$

$$\beta / (\frac{q \cdot a}{R} - \frac{q(a+R)}{nR}) = \frac{q(a+R)}{R}$$

$$\beta / \left(\frac{a}{R} - \frac{(a+R)}{nR} \right) = a+R$$

$$\beta = \frac{112 - 29}{56} R = \frac{83}{56} R$$

$$d = \frac{\rho(a+R)}{R}$$

$$\beta = \frac{\rho(a+R)}{nR}$$

$$\frac{2}{R} = +\frac{1}{2R-f} + \frac{1}{14,5R}$$

$$\frac{2}{R} = +\frac{1}{2R-f} + \frac{2}{29R}$$

$$\frac{2}{2R-f} = \frac{1}{29R} \quad \frac{2}{R} - \frac{2}{29R} = \frac{2 \cdot 28}{29R}, \quad 2R-f = \frac{29}{56} R$$



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!

$$\begin{array}{r} \times 343 \\ \times 28 \\ \hline 2444 \\ 680 \\ \hline 9604 \end{array}$$

~~*233~~

$$\begin{array}{r} 9604 \mid 300 \\ 900 \\ \hline 604 \\ 600 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 71 \\ \hline 344 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 344 \mid 2 \\ 2 \\ \hline 172 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 172 \\ \times 14 \\ \hline 688 \\ + 172 \\ \hline 2408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2408 \mid 75 \\ 225 \\ \hline 158 \\ 150 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ 300 \\ \hline 91 \\ 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 73 \\ \times 7 \\ \hline 511 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 311 \mid 95 \\ 450 \\ \hline 610 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 252 \\ 25 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$72 \cdot 7 = 490 + 14 = 504$$

$$\begin{array}{r} 504 \mid 75 \\ 450 \\ \hline 540 \end{array}$$

323

$$\begin{array}{r} \times 48 \\ \times 27 \\ \hline 1988 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1318 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 499 \mid 457 \\ 450 \\ \hline 499 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25,5 \mid 6,5 \\ = 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 344 \mid 14 \\ 32 \\ \hline 24 \\ 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 363 \\ \times 4 \\ \hline 1452 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 499 \mid 95 \\ 450 \\ \hline 499 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33,80700 \\ 28000,408 \\ 5800 \\ 5600 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1452 \mid 43 \\ 129 \\ \hline 162 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 129 \\ 330 \\ 301 \\ \hline 290 \end{array}$$