



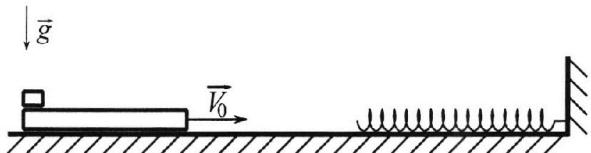
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

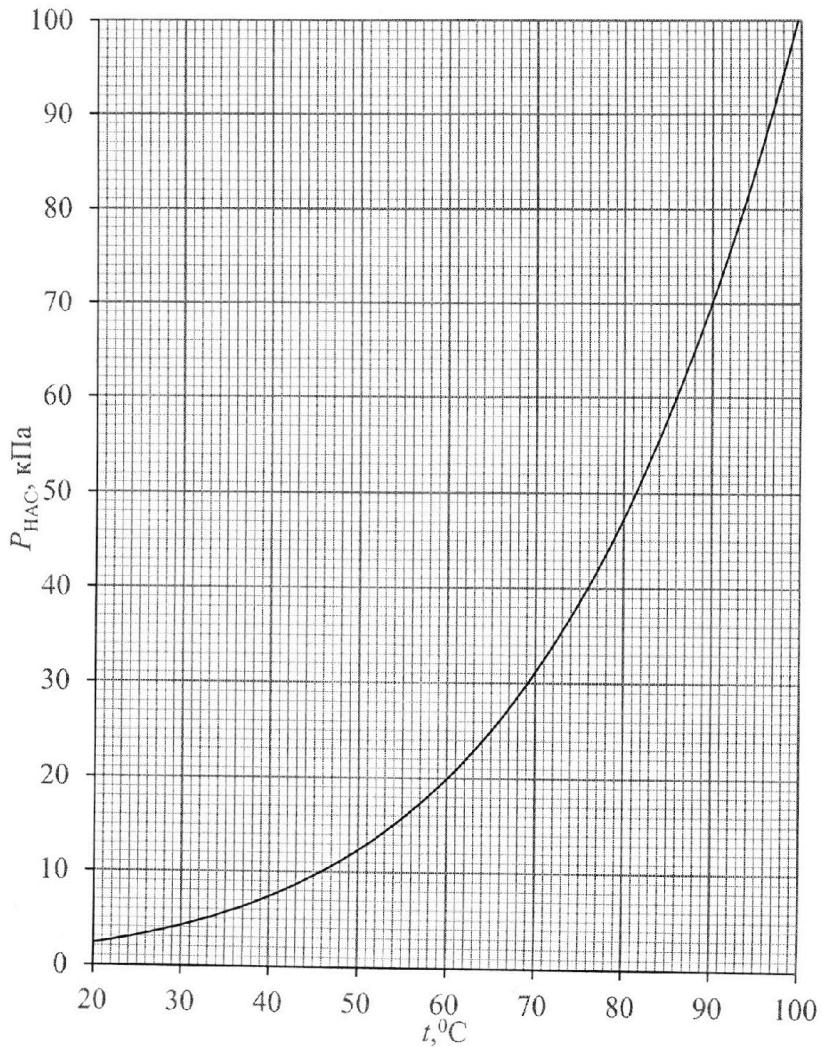


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости и по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





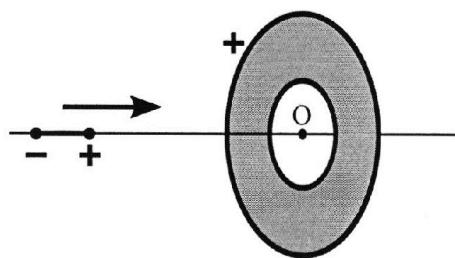
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



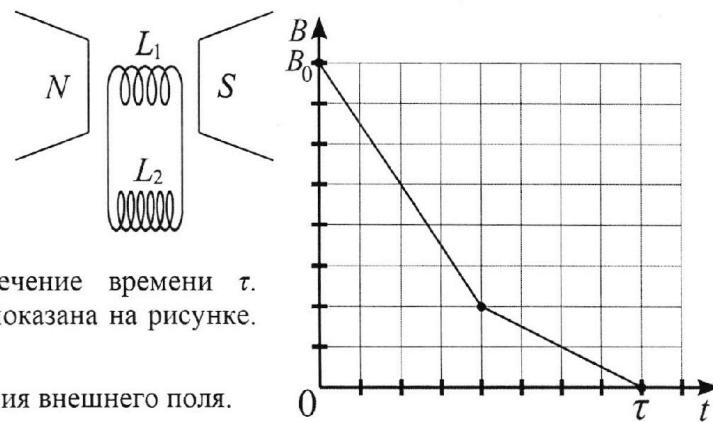
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



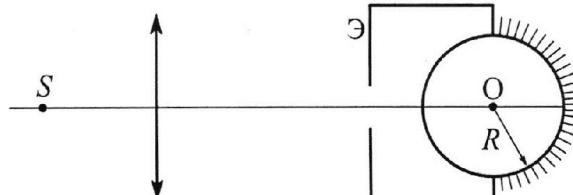
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.
- После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.
- 2) Найти показатель преломления вещества шара.
- Отражение света о т наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



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
6 из 6

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!

$$\ddot{y} = -\frac{\omega_0}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin \omega t + \frac{1}{2} \mu g \cos \omega t = -\frac{1}{2} \frac{63}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{11}} = \frac{-9}{\sqrt{11}} = \cancel{\frac{-9}{\sqrt{11}}} \cancel{\frac{-9}{\sqrt{11}}}$$

$$= \frac{-12}{\sqrt{11}} \frac{m}{c^2}$$

знак минус показывает, что ускорение направлено в другую сторону

$$|\ddot{x}| = |\ddot{y}| = \frac{12\sqrt{11}}{11}$$

сторону от оси.



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
5 ИЗ 6

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!

$$\theta = \frac{v_0}{2} \cos \omega t - \mu g \frac{M}{k} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \omega t$$

$$\frac{v_0}{2} \cos \omega t = \mu g \sqrt{\frac{M}{k}} \sin \omega t$$

$$\tan \omega t = \frac{\frac{v_0}{2}}{2\mu g} \sqrt{\frac{k}{M}} = \frac{1}{2 \cdot 3} \sqrt{\frac{36}{2}} = \frac{1}{6} \cdot 6 \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{3}$$

$$\frac{\sqrt{11}}{\sqrt{3}} \sqrt{2}$$

~~$$\ddot{x} = -\frac{k}{M} x - \mu g = -\frac{k}{M} \left(y \mu g \frac{M}{k} \right) + \mu g =$$~~

~~$$= -\frac{k}{M} y + \mu g$$~~

~~$$\ddot{x} = \ddot{y} = -\frac{k}{M} y = -\frac{k}{M} \left(\frac{v_0}{2\omega} \sin \omega t + \mu g \frac{M}{k} \cos \omega t \right)$$~~

$$= -\frac{k v_0}{2 M \omega} \sin \omega t + \mu g \cos \omega t =$$

$$= -\frac{k v_0}{2 M} \sqrt{\frac{M}{k}} \sin \omega t + \mu g \cos \omega t =$$

$$= -\frac{k v_0}{2} \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \omega t + \mu g \cos \omega t$$

$$\ddot{y} = -\frac{v_0}{2} \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \omega t + \mu g \cos \omega t = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{36}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{11}} \cdot 3 \cdot \frac{3}{\sqrt{11}}$$

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
Чиз 6

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!

$$M \ddot{x} + kx + \mu g \cancel{\dot{y}} = 0$$

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

$$x = y - \mu g \frac{M}{k}; \ddot{x} = \ddot{y}$$

$$\ddot{y} + \frac{k}{M} (y - \mu g \frac{M}{k}) + \mu g = 0$$

$$\ddot{y} + \frac{k}{M} y = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}; y = A' \sin \omega t + B' \cos \omega t$$

$$t=0; x=0; v = \text{бозьмем из ур-я (1)}$$

$$\text{с учетом того, что } \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \frac{\omega_0}{2}$$

$$t=0; y = \mu g \frac{M}{k}; \dot{y} = \frac{\omega_0}{2}$$

$$B' = \mu g \frac{M}{k}; \dot{y} = A' \omega \cos \omega t - B' \omega \sin \omega t$$

$$A' \omega = \frac{\omega_0}{2}; A' = \frac{\omega_0}{2\omega}$$

$$y = \frac{\omega_0}{2\omega} \sin \omega t + \mu g \frac{M}{k} \cdot \cos \omega t$$

Ищем в момент $\dot{x}=0$, т.е. $\dot{y}=0$



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

СТРАНИЦА
3 из 6

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!

$$t = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \arcsin \left(\frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right)$$

$$t = \sqrt{\frac{3}{36}} \cdot \arcsin \left(\frac{3}{1} \cdot \sqrt{\frac{3}{36}} \right) = \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \arcsin \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) =$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{\pi}{3} \approx \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{3} = \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

$t = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin \left(\frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right) \approx \frac{\sqrt{3}}{6}$

После начала относительного движения:

$$\sum m a = mA - F_{\text{тр}} = mA - \mu mg$$

$$a = A - \mu mg$$

$$a < A$$

$\Delta v_m < \Delta v_M \Rightarrow$ относительное движение и закончится к моменту

максимального сжатия "пружины",

а то есть движение конца доски.

Две доски:

$$M \ddot{x} = -k(x+x_0) + \mu mg$$

$$x_0 = \Delta x = \frac{\mu(m+M)g}{k}$$

$$M \ddot{x} = -\mu mg k x - \mu(m+M)g + \mu mg = -k x - \frac{\mu M g}{m+M} g$$



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 6

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!

$$\begin{cases} \text{6x: } Ma_x = -kx + F_p \\ \text{0x: } -ma_x - F_p = 0 \end{cases}$$

$$F_p = -ma_x$$

$$Ma_x = -kx - ma_x$$

$$(m+M)a_x + kx = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m+M}x = 0$$

$$\omega_0^* = \sqrt{\frac{k}{m+M}}$$

~~$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$~~

$$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$t=0 \quad x=0 \Rightarrow A=0$$

$$t=0; v=v_0$$

$$\textcircled{1} \quad \dot{x} = -B\omega \sin \omega t; \quad B\omega = v_0$$

$$B = \frac{v_0}{\omega}$$

$$x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$$

$$\Delta x = \frac{v_0}{\omega} \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = \frac{\omega \Delta x}{v_0} = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \cdot \frac{Mg(m+M)}{kv_0} = \frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$\omega t = \operatorname{arcsinh} \left(\frac{Mg}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right)$$



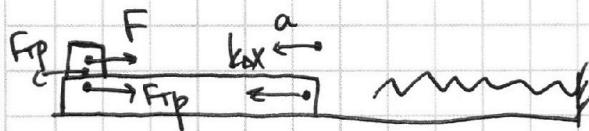
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
1 из 6

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



$$\text{Доска - КeИСO; } M\ddot{x} = k_{\Delta X}\Delta x \rightarrow \ddot{x} = \frac{k_{\Delta X}}{M} \Delta x \quad M\ddot{a} = k_{\Delta X}\Delta x - F_{Tp} \quad a = \frac{k_{\Delta X}\Delta x - F_{Tp}}{M}$$

В КeИСO на груз действует сила $\bar{F} = -m\ddot{a}$

Относительное движение начнется, когда F_{Tp} покоя достигнет своего максимума:

$$F_{Tp} = \mu N; N = mg$$

$$F_{Tp} = ma$$

$$\cancel{m\ddot{a}} = \mu g \cdot \cancel{\frac{k_{\Delta X}}{M}} \quad m\ddot{a} = M \left(\frac{k_{\Delta X} - F_{Tp}}{M} \right)$$

$$\Delta x = \cancel{\frac{\mu Mg}{k}} = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 10}{36} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6} M$$

$$M\ddot{a} = k_{\Delta X}\Delta x - \mu mg$$

$$\Delta x = \cancel{\frac{\mu g(M+m)}{k}} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4} M = 25 \text{ см}$$

До момента начала относительного движения справедливы уравнения:

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
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!

n2

$$P_0 = P_{\text{нара}} + P_{\text{св}} = \varphi_0 P_{\text{нас}}(97^\circ\text{C}) + P_{\text{св}}$$

$$P_{\text{нас}}(97^\circ\text{C}) = 90 \text{ kPa}$$

$$\boxed{P_i = \varphi_0 P_{\text{нас}}(97^\circ) = \frac{1}{3} \cdot 90 = 30 \text{ kPa} \quad ; \quad P_{\text{в.о.}} = 75 \text{ kPa}}$$

Конденсатная влага появляется, когда

Так как влажный воздух находится под массивным парником, то давление ~~на~~ влажного воздуха является постоянным. $P = P_0 = \text{const.}$

Но \Rightarrow того как пар ~~на~~ станет насыщенным, он будет сидеть как идеальный газ.

~~$$P_0 V_0 = P_n R T_0$$~~

~~$$P \cdot V = P_n R T^*$$~~

Нар становится насыщенным, ~~но~~ ~~$T^* = \frac{V_0}{3R(T_0 - 3)}$~~

~~$$P_0 V_0 = (P_n + P_B) R T_0$$~~

~~$$\frac{1}{3} P_0 V_0 = (P_n + P_B) R T^*$$~~

$$T^* = \frac{T_0}{3} = \frac{273 + 97}{3} = \frac{370}{3} \approx 123.3 \text{ K}$$

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**.

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

$$\left. \begin{array}{l} P_1 V_0 = D_n R T_0 \\ (P_0 - P_1) V_0 = D_B R T_0 \\ P(T) V_0 = D_n R T_0 \\ (P_0 \cdot P(T)) V_0 = D_B R T \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_0 - P_1}{P_1} = \frac{D_B}{D_n} = \frac{P_0 - P(T)}{P(T)}$$

$$\frac{P_0 - P_1}{P(T)} - 1 = \frac{105 - 30}{30} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{P_0}{P(T)} = \frac{7}{2}$$

$$P(T) = \frac{2}{7} \cdot 105 = 30 \text{ kPa}$$

$$P(T^*) = 30 \text{ kPa}; \boxed{T^* = 69^\circ\text{C}}$$

$$P_0 V_0 = (P_0 + P_B) R T_0$$

~~При расчетах~~

$$(P_B + P_{nn}(t=33^\circ\text{C})) \cancel{V_0} = P_0$$

$$P_B = P_0 - P_{nn}(33^\circ\text{C}) = 105 - 5 = 100 \text{ kPa}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{B0} V_0 = D_B R T_0 \\ P_B \cdot V = D_B R t \end{array} \right\} - \text{осн. ур-е МКТ для сухого воздуха.}$$

$$\boxed{\frac{V}{V_0} = \frac{P_{B0}}{P_B} \cdot \frac{t}{T_0} = \frac{75}{100} \cdot \frac{273+33}{273+97} = \frac{3}{4} \cdot \frac{306}{370} = \frac{3 \cdot 153}{4 \cdot 185}}$$



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 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!

$$\begin{aligned}
 & \cancel{\frac{2kq}{R^2}} \left(R \sqrt{1 + \cancel{\frac{x^2}{R^2}} \left(1 + \frac{d}{2x} \right)^2} - R \sqrt{1 - \cancel{\frac{x^2}{R^2}} \left(1 - \frac{d}{2x} \right)^2} \right) = \\
 & d \ll x; d \ll R; (1+x)^2 \approx 1+2x; x \ll 1 \\
 & = \cancel{\frac{2kq}{R^2}} \left(R \sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2} + \frac{1}{R^2} \cdot 2 \frac{d}{2x}} - R \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2} + \frac{1}{R^2} \cdot 2 \frac{d}{2x}} \right) \\
 & = \cancel{\frac{2kq}{R^2}} \left(R \sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2} + \frac{xd}{R^2}} - R \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2} + \frac{xd}{R^2}} \right) = \\
 & \cancel{\frac{2kq}{R^2}} N3
 \end{aligned}$$

Потенциал от такой системы зарядов (точка-диск с круглым обверткой) симметричес относительно центра диска, тогда при прохождении центра диполя через центр диска его потенциональная энергия взаимодействия с диском равняется 0: $E_u = q\Phi(x) = q\Phi(0)$

$$E_u = q\Phi(x) - q\Phi(0) = 0 \Rightarrow E_{k_1} = E_{k_2} =$$

$$\Rightarrow V = \frac{3}{2} V_0$$



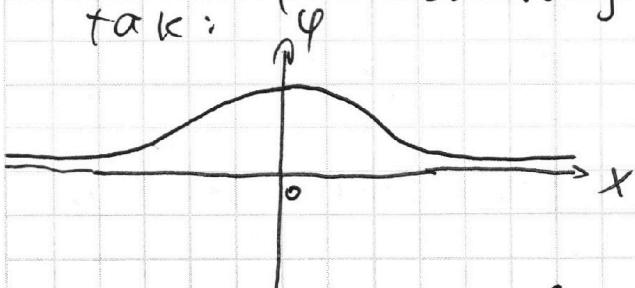
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

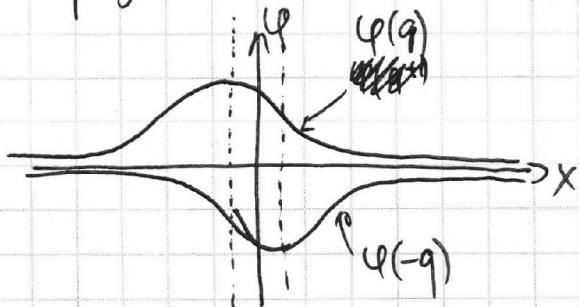
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

Потенциал от такого диска в зависимости от
удаления от диска выражает качественно
так:



Для диполя он выражает как сумму двух
таких графиков, но со сдвигами $\frac{d}{2}$ и $-\frac{d}{2}$ по
горизонтали



Заметим, что E_{pot} максимальна при $x = -\frac{d}{2}$
и минимальна при $x = +\frac{d}{2}$ (x - расстояние до
центра диска от центра диполя, d - длина диполя)

Тогда скорость V_0 соответствует случаю:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m \cdot \varnothing^2}{2} + E\left(-\frac{d}{2}\right); E\left(\frac{d}{2}\right) = -E\left(-\frac{d}{2}\right)$$



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

- 1 2 3 4 5 6 7

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!

В начале слуга:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m \left(\frac{3}{2} V_0 \right)^2}{2} = \frac{m (V_{min})^2}{2} + E \left(-\frac{d}{2} \right) \\ \frac{m \left(\frac{3}{2} V_0 \right)^2}{2} = \frac{m V_{max}^2}{2} - E \left(-\frac{d}{2} \right) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{9}{4} \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{min}^2}{2} + \frac{m V_0^2}{2} \\ \frac{9}{4} \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{max}^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{5}{4} V_0^2 = V_{min}^2 \\ \frac{13}{4} V_0^2 = V_{max}^2 \end{array} \right.$$

$$V_{max} = \frac{\sqrt{13}}{2} V_0$$

$$V_{min} = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$$

$$\boxed{\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{65}}{5}}$$

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.

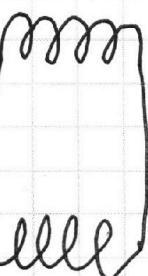
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N⁴

$$L_1 = L$$



$$L_2 = 3L$$

~~$\Phi = \int \text{d}x = 2BS$~~

$$\mathcal{E}_i = \frac{-d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} + 3L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{-dB S_1 n}{dt} = 4L \frac{dI}{dt}$$

$$B_0 S_1 n = 4L I_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 S_1 n}{4L}$$

~~Будет размагничиваться~~

Токи будут размагничиваться при $t < \frac{\tau}{2}$ и $t > \frac{\tau}{2}$

~~$dq = I_0 dt = I A dt$~~

~~$B(t) \propto I(t)$~~ $t = \frac{\tau}{2} :$

$$\int -dBS_1 n = \int 4L dI$$

$$B_0 \int_0^{\tau/2} nS_1 \left(B_0 - B(t) \right) dt = 4L \int_0^{\tau/2} I(t) dt ; I\left(\frac{\tau}{2}\right) = \frac{nS_1(B_0 - \frac{B_0}{4})}{4L} = \frac{nS_1 \cdot \frac{3}{4}B_0}{4L}$$

$$dq = I(t) dt = \frac{(B_0 - B(t))nS_1}{4L} dt = \frac{B_0 dt}{4L} nS_1 - \frac{B(t) dt nS_1}{4L}$$

$$q_1 = \int_0^{\tau/2} \frac{B_0 nS_1 dt}{4L} - \frac{nS_1}{4L} \int_0^{\tau/2} B(t) dt = \cancel{\frac{B_0 nS_1 \tau}{8L}}$$

$$= \frac{nS_1}{4L} \left(B_0 \frac{\tau}{2} - \frac{1}{2} \left(B_0 + \frac{B_0}{4} \right) \cdot \frac{\tau}{2} \right) = \frac{nS_1}{4L} B_0 \tau \left(\frac{1}{2} - \frac{5}{16} \right) = \frac{3B_0 nS_1 \tau}{64 L}$$

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.



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

Две q_2 аналогично:

$$\int -dB S_{1,n} = \int 4L dI$$

$$\frac{B_0/4}{(B_0/4 - B(t))} S_{1,n} = 4L \left(I_2(t) - \frac{nS_1}{4L} \frac{3}{4} B_0 \right)$$

~~$$B_0 S_{1,n} = 4L I_2(t) - nS_1 \frac{3}{4} B_0$$~~

~~$$\frac{B_0 S_{1,n}}{4L} = I_2(t)$$~~

~~$$q_2 = I_2(t)$$~~

$$\frac{B_0}{4} S_{1,n} - B(t) S_{1,n} = 4L I_2(t) - nS_1 \cdot \frac{3}{4} B_0$$

$$4L I_2(t) = B_0 S_{1,n} - B(t) S_{1,n}$$

$$I_2(t) = \frac{B_0 S_{1,n}}{4L} - B(t) \frac{S_{1,n}}{4L}$$

$$\int d q_2 = \int I_2(t) dt = \int \frac{B_0 S_{1,n}}{4L} dt - \int \frac{S_{1,n} B(t)}{4L} dt =$$

$$= \frac{S_{1,n}}{4L} \cdot \left(B_0 \frac{T}{2} - \frac{1}{2} \frac{B_0}{4} \cdot \frac{T}{2} \right) = \frac{S_{1,n}}{4L} B_0 T \frac{7}{16}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{3}{64} \frac{B_0 n S_{1,n} T}{L} + \frac{7}{64} \frac{B_0 S_{1,n} T}{L} = \frac{5}{32} \frac{B_0 S_{1,n} T}{L}$$

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.

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

СТРАНИЦА
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!

$$-\frac{2}{0,5\cancel{x}} = \frac{1}{n \cdot 5,5\cancel{x}} - \frac{n}{5,5\cancel{x}}$$

$$-4 = \frac{10}{11n} - \frac{10n}{11}$$

$$-44n = 10 - 10n^2$$

$$10n^2 - 44n - 10 = 0$$

$$5n^2 - 22n - 5 = 0$$

$$\cancel{D = 4 + 100 = 104} = 4,26$$

$$n_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{1 \pm \sqrt{26}}{10}$$

$$n > 0 \Rightarrow n = \frac{1 + \sqrt{26}}{10}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 22 \\ \hline 50 \\ 50 \\ \hline 550 \end{array}$$

$$D = 484 + 550 = 1034$$

$$584$$

$$n_1 = \frac{22 + \sqrt{584}}{10}$$

$$n > 0 \Rightarrow n = \frac{22 + \sqrt{584}}{10}$$

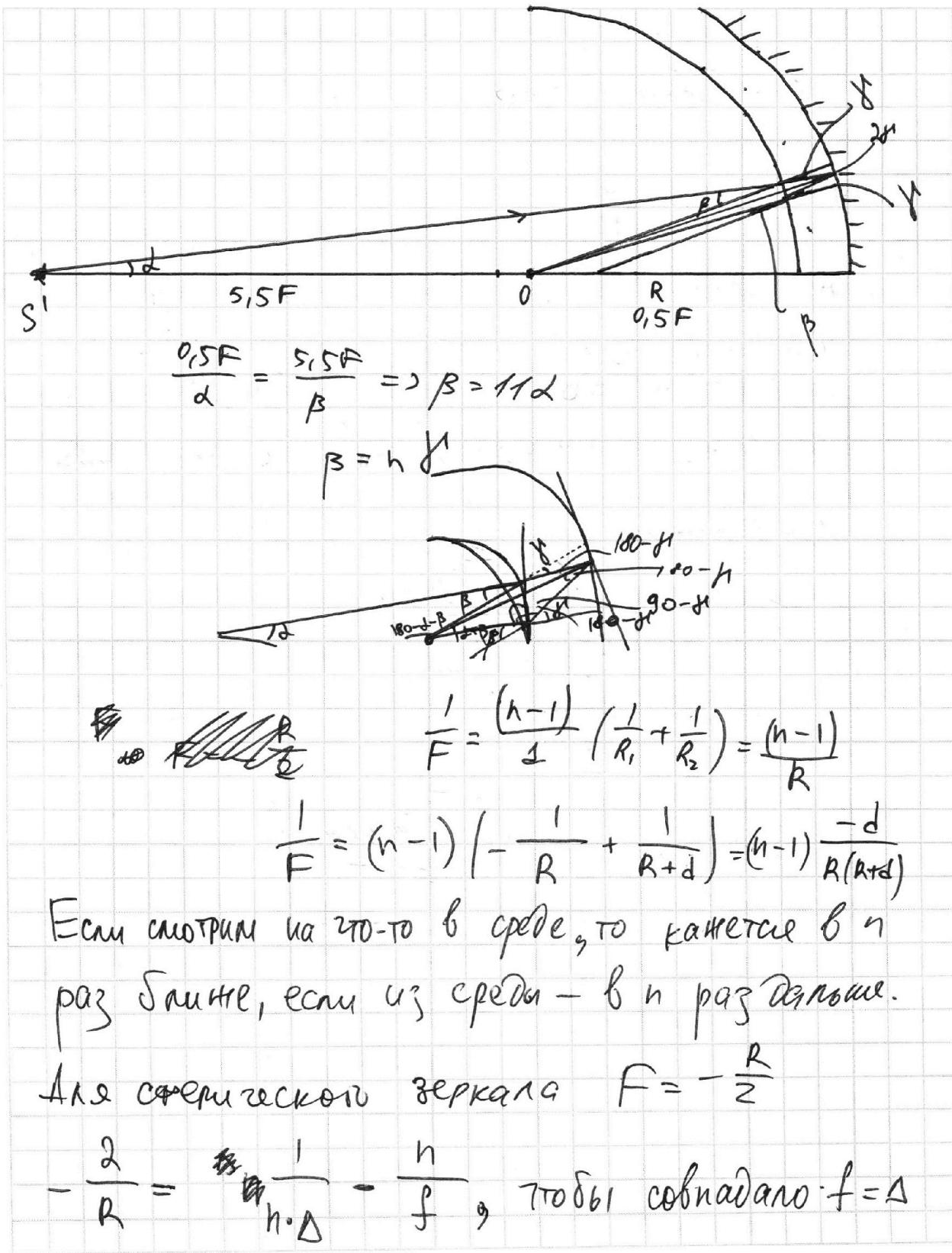


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 из 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!



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

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

СТРАНИЦА
1 из 3

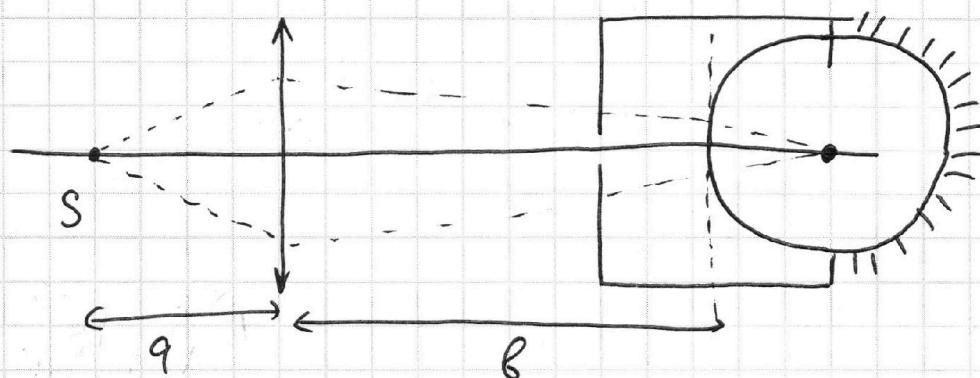
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

Формула

1) ~~Радиус тонкой линзы:~~

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{aF}{a-F} = \frac{1,1 \cdot 1}{0,1} = 11F$$

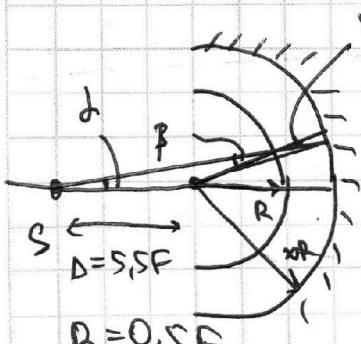


Любой показатель преломления, то есть пузыри надают на поверхность шара перпендикулярно, т.е. проходит через центр шара, т.е.

$$f = R = 11F - 10,5F = 0,5F$$

$$R = 11F - 10,5F = 0,5F$$

S



$$\frac{R}{d} = \frac{S,5F}{F}$$

$$\beta = \alpha \frac{S,5F}{R} = 11\alpha$$

$$1 \cdot \beta = n \cdot \mu$$

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

СТРАНИЦА
9 из _____

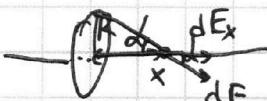
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

ω3

Потенциал от колеса:

$$12 \cdot \frac{B_0}{\rho_2} \cdot \frac{\ell}{8} = \frac{3}{16} \quad B_0 \ell_2 = \frac{3}{16} \text{ кН}$$

$$\int = 20 \frac{5}{8}$$



$$d\varphi = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + R^2}} \Rightarrow \varphi(x) = \frac{k q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

Потенциал от диска: (разбиваем на колеса)

$$q = \sigma \cdot \pi R^2 \rightarrow \sigma = \frac{q}{\pi R^2}$$

$$d\varphi = \frac{k dq}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{k \cdot 2\pi R dR \sigma}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{k \pi \sigma \cdot d(R^2)}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$\varphi(x) = \int_0^R d\varphi = \int_0^R \frac{k \cdot \pi \cdot \sigma \cdot d(R^2)}{\sqrt{R^2 + x^2}} = k \pi \sigma \cdot 2 \cdot \sqrt{R^2 + x^2} \Big|_0^R =$$

~~$$k \pi \sigma \cdot 2 \cdot \sqrt{R^2 + x^2} = k \pi \sigma \cdot 2 \cdot \sqrt{R^2 - x^2} =$$~~
~~$$= k \pi \sigma (2R - x)$$~~

$$= 2 k \pi \sigma \cdot (\sqrt{R^2 + x^2} - x) = 2 k \pi \cdot \frac{q}{\pi R^2} / \sqrt{R^2 + x^2} - x$$

$$= \frac{2 k q}{R^2} (\sqrt{R^2 + x^2} - x)$$

Потенциал диполя в поле диска:

$$Q_0 \varphi \left(x + \frac{d}{2} \right) - Q_0 \varphi \left(x - \frac{d}{2} \right) = \frac{2 k q_0 \sigma}{R^2} \left(\sqrt{R^2 + \left(x + \frac{d}{2} \right)^2} - \sqrt{R^2 + \left(x - \frac{d}{2} \right)^2} \right) =$$

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

1

2

3

4

5

6

7

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!

$$ma = mA - F_{\text{тр}} = m\cancel{A} - \mu mg \quad \frac{3}{4} \cdot \frac{306}{370} = \frac{3}{4} \cdot \frac{153}{185} \text{ km}$$

$$MA = k\Delta x - F_{\text{тр}} = k\Delta x - \mu mg$$

$$\begin{array}{r} 185 \\ | \cancel{15} \\ \hline 37 \end{array} \quad \begin{array}{r} 153 \\ | \cancel{37} \\ \hline 4 \end{array}$$

$$A = \frac{k\Delta x}{m} - \mu \frac{m}{M} g \quad F = 4 \cancel{\frac{3}{8}} \cdot \frac{B}{8} \cdot \frac{T}{8} =$$

$$a = A - \mu g = \cancel{A} \quad a < A \Rightarrow \Delta v_a < \Delta v_A \Rightarrow$$

этот движение не законч.

$$F = kGJ$$

$$\begin{array}{r} 370 \\ | \cancel{10} \\ \hline 123 \end{array}$$

$$P_1 V_0 = J_n R T_0$$

$$(P_0 - P_1) V_0 = J_B R T_0$$

$$P(t) \cdot V = J_n R T$$

$$(P_0 - P(t)) V = J_B R T$$

$$\begin{aligned} k \cdot \frac{q}{TR^2} \cdot \cancel{J_B} / \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \\ = \frac{2kg}{R^2} / \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \end{aligned}$$

$$\Phi'(x) = \frac{2kg}{R^2} \left(\frac{2x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - 1 \right)$$

$$\frac{P_0 - P(t)}{P(t)} = \frac{J_B}{J_n} = \frac{P_0 - P_1}{P_1} = \frac{105 - 30}{30} = \frac{75}{30} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - 1 = 0$$

$$x = \sqrt{R^2 + x^2}$$

$$x \sqrt{1 + \frac{R^2}{x^2}} - x$$

$$\frac{105 - P(t)}{P(t)} = \frac{5}{2}$$

$$210 - 2P(t) = 25(P(t))$$

$$\frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - 1 < 0$$

$$x \left(1 + \frac{1}{2} \frac{R^2}{x^2} \right) - x = \frac{R^2}{2x} \cdot \frac{2kg}{R^2}$$

$$P(t) = 30 + \cancel{R^2}$$