



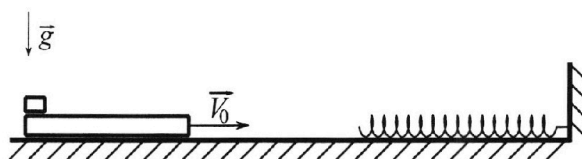
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок 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 жёсткости $k = 36$ 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.

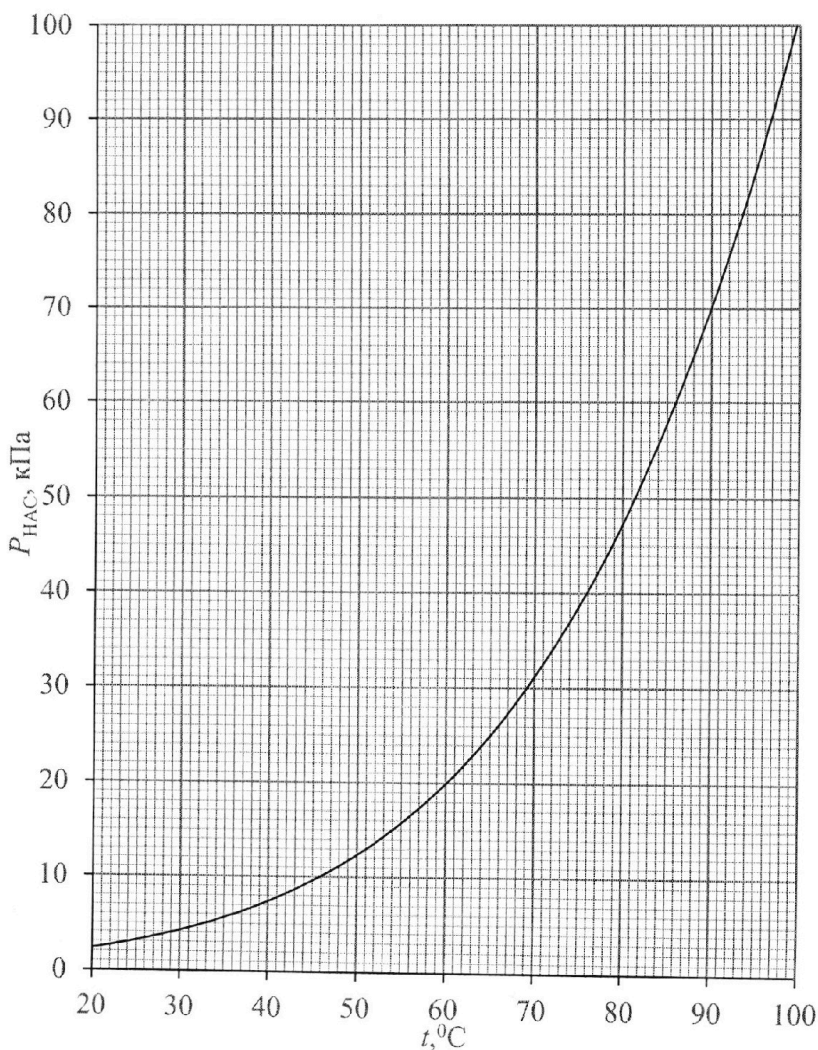


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\varphi_0 = 1/3$ (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 жидкост и по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





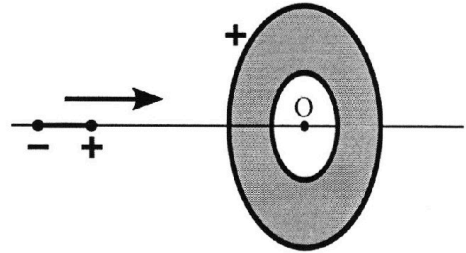
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

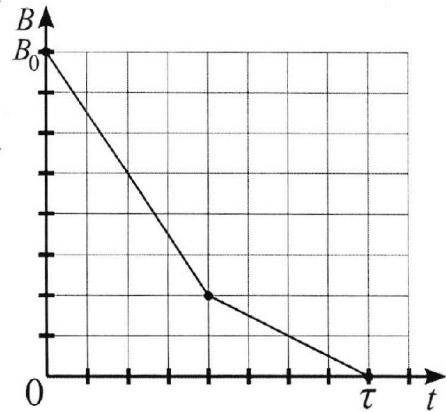
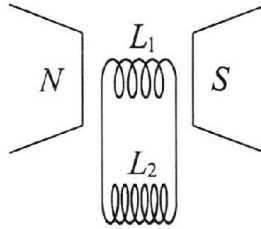


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполь сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



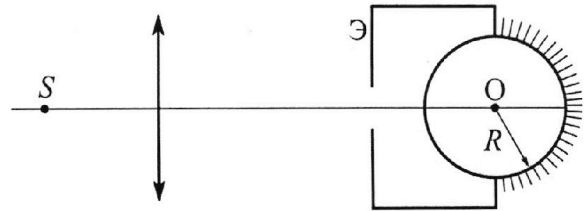
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 , удаленный 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 от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



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

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

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!

$$\ddot{y} = -\frac{v_0}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin \omega t + \mu g \cos \omega t = -\frac{1}{2} \frac{63}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{11}} + \frac{9}{\sqrt{11}} = \frac{-18 + 9}{\sqrt{11}} = \frac{-9}{\sqrt{11}}$$

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

знак минус показывает, что ускорение направлено в другую

сторону от оси.

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



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

$$0 = \frac{v_0}{2} \cos \omega t - \mu g \frac{M}{k} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \omega t$$

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

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

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

$$= -\frac{k}{M} y + 2\mu g$$

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

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

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

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

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



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.



СТРАНИЦА
4 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!

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{с учетом того, что } \omega t = \frac{\pi}{3} = \frac{v_0}{2}$$

$$t=0; y = \mu g \frac{M}{k}; \dot{y} = \frac{v_0}{2}$$

$$B' = \mu g \frac{M}{k}; \dot{y} = A' \omega \cos \omega t - B' \omega \sin \omega t$$
$$A' \omega = \frac{v_0}{2}; A' = \frac{v_0}{2\omega}$$

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

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



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 ☐

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.

$$m a = m A - F_{\text{тр}} = m A - \mu m g$$

$$a = A - \mu g$$

$$a < A$$

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

максимального сжатия пружины,

а то есть движения нижней доски.

Для доски:

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

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

$$M \ddot{x} = -\cancel{\mu(m+M)g} kx + \mu(m+M)g + \mu m g = -kx + \mu M g$$



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.



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!

$$\begin{cases} O_x: Ma_x = -kx + F_{Tp} \\ O_x: -ma_x - F_{Tp} = 0 \end{cases}$$

$$F_{Tp} = -ma_x$$

$$Ma_x = -kx - ma_x$$

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

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

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

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

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

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

$$t=0; \quad v = v_0$$

$$\textcircled{1} \quad \dot{x} = \cancel{A \sin \omega t} + B \omega \cos \omega t; \quad B \omega = v_0$$

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

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

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

$$\sin \omega t = \frac{\omega \Delta x}{v_0} = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \frac{\Delta x}{v_0} = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

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



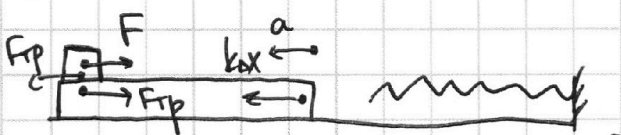
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

21



Доска — КИСО; $M a = k \Delta x \rightarrow a = \frac{k \Delta x}{M}$ $M a = k \Delta x - F_{тр}$
 $a = \frac{k \Delta x - F_{тр}}{M}$
в КИСО на груз действует сила $\vec{F} = -m \vec{a}$
Относительное движение начнется, когда $F_{тр}$ пока не достигнет своего максимума:

$$F_{тр} = \mu N; N = m g$$

$$F_{тр} = m a$$

$$\mu m g = \mu \cdot \frac{k \Delta x}{M} \quad \mu m g = m \left(\frac{k \Delta x - F_{тр}}{M} \right)$$

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

$$\mu m g = k \Delta x - \mu m g$$

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

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 ☐

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!

22

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

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

$$P_1 = \varphi_0 P_{\text{нас}}(97^\circ) = \frac{1}{3} \cdot 90 = 30 \text{ кПа} \quad ||; P_{\text{в0}} = 75 \text{ кПа}$$

~~Выводим пар~~ пар падает, когда

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

~~А~~ До того как пар ~~сво~~ станет насыщенным, он ведет себя как идеальный газ.

$$P_0 V_0 = \nu n R T_0$$

$$P_0 V_0 = \nu n R T^*$$

Пар становится насыщенным, ~~сво~~ $V = \frac{V_0}{3} \left(\frac{P_0}{P_{\text{нас}}} - 1 \right)$

$$P_0 V_0 = (\nu n + \nu_B) R T_0$$

$$\frac{1}{3} P_0 V_0 = (\nu n + \nu_B) R T^*$$

$$T^* = \frac{T_0}{3} = \frac{273 + 97}{3} = \frac{370}{3} \approx 123,3 \text{ К}$$



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!

$$\begin{aligned}
 P_1 V_0 &= \nu_n R T_0 \\
 (P_0 - P_1) V_0 &= \nu_B R T_0 \\
 P(t) V_0 &= \nu_n R T_0 \\
 (P_0 - P(t)) V_0 &= \nu_B R T_0
 \end{aligned}
 \Rightarrow \frac{P_0 - P_1}{P_1} = \frac{\nu_B}{\nu_n} = \frac{P_0 - P(t)}{P(t)}$$

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

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

$$P(t) = \frac{2}{7} \cdot 105 = 30 \text{ кПа}$$

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

$$P_0 V_0 = (\nu_n + \nu_B) R T_0$$

$$\cancel{P_0 V_0 = (\nu_n + \nu_B) R T_0}$$

$$(P_B + P_{H_2O}(t=33^\circ \text{C})) = P_0$$

$$P_B = P_0 - P_{H_2O}(33^\circ \text{C}) = 105 - 5 = 100 \text{ кПа}$$

$$P_{B0} V_0 = \nu_B R T_0$$

$$P_B \cdot V = \nu_B R t$$

— осн. ур-е МКТ для сухого воздуха.

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{B0}}{P_B} \cdot \frac{t}{T_0} = \frac{75}{100} \cdot \frac{273+33}{273+197} = \frac{3}{4} \cdot \frac{306}{370} = \frac{3 \cdot 153}{4 \cdot 185}$$



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!

$$= \frac{2kqQ}{R^2} \left(R \sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2} \left(1 + \frac{d}{2x}\right)^2} - R \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2} \left(1 - \frac{d}{2x}\right)^2} \right) =$$

$$d \ll x; d \ll R; (1+x)^2 \approx 1+2x; x \ll 1$$

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

$$= \frac{2kqQ}{R^2} \left(R \sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2} + \frac{xd}{R^2}} - R \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2} + \frac{xd}{R^2}} \right) =$$

$$\frac{2kqQ}{R^2} \cdot 2$$

Потенциал от такой системы зарядов (тонкий диск с круглым отверстием) симметричен относительно центра диска, тогда при пролете центра дырки через центр диска его потенциальная энергия взаимодействия с диском равняется 0: $E_n = q\varphi(x) - q(\varphi(-x))$

$$E_n = q\varphi(x) - q(\varphi(-x)) = 0 \Rightarrow E_{k1} = E_{k2} \Rightarrow$$

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



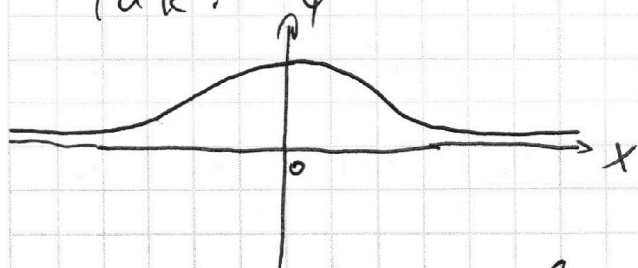
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

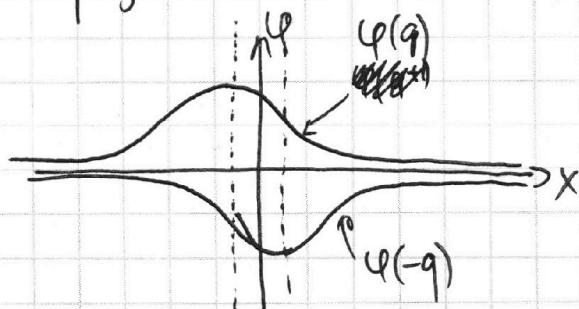
СТРАНИЦА
2 из 3

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 выглядит качественно
так: (для одного заряда)



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



Заметим, что $E_{\text{пот}}$ 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 следующей:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{m \cdot 0^2}{2} + E\left(-\frac{d}{2}\right) - E\left(\frac{d}{2}\right) = -E\left(-\frac{d}{2}\right)$$



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 нашем случае:

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

$$\begin{cases} \frac{9}{4} \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\min}^2}{2} + \frac{m V_0^2}{2} \\ \frac{9}{4} \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_{\max}^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{5}{4} V_0^2 = V_{\min}^2 \\ \frac{13}{4} V_0^2 = V_{\max}^2 \end{cases}$$

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

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

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

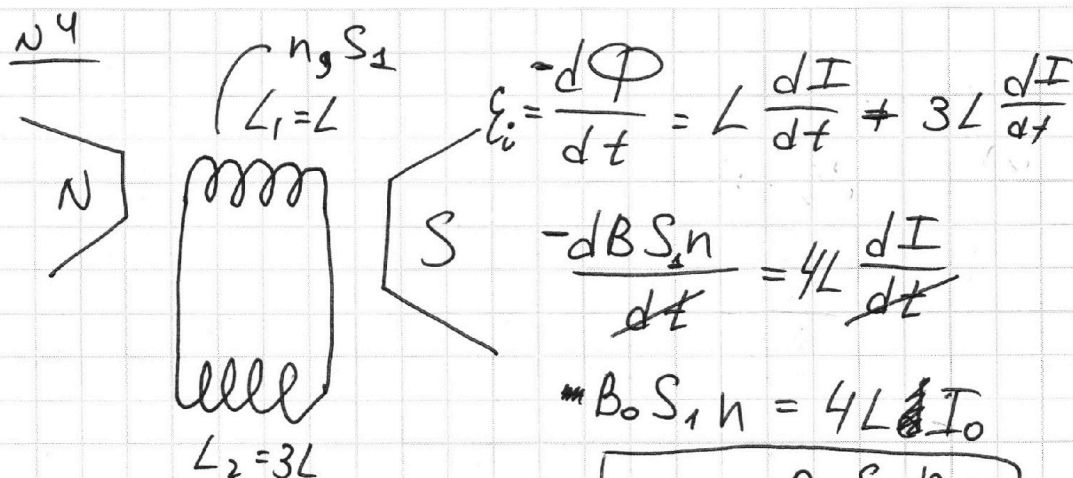


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



$$\Phi = LI = 2BS$$

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

~~Токи будут размагнитываться при $t < \frac{T}{2}$ и $t > \frac{T}{2}$~~

Токи будут размагнитываться при $t < \frac{T}{2}$ и $t > \frac{T}{2}$

$$dq = I dt = I(t) dt$$

при $t = \frac{T}{2}$:

$$\int_{B_0}^{B(t)} -dB S_1 n = \int_0^{I(t)} 4L dI$$

$$(B_0 - B(t)) n S_1 = 4L I(t); I\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{n S_1 (B_0 - \frac{B_0}{4})}{4L} = \frac{n S_1 3}{4L} B_0$$

$$dq = I(t) dt = \frac{(B_0 - B(t)) n S_1}{4L} dt = \frac{B_0 dt}{4L} n S_1 - \frac{B(t) dt n S_1}{4L}$$

$$q_1 = \int_0^{T/2} \frac{B_0 n S_1 dt}{4L} - \frac{n S_1}{4L} \int_0^{T/2} B(t) dt = \frac{B_0 n S_1 T}{8L} - \frac{n S_1}{4L} \int_0^{T/2} B(t) dt$$

$$= \frac{n S_1}{4L} \left(B_0 \frac{T}{2} - \frac{1}{2} \left(B_0 + \frac{B_0}{4} \right) \cdot \frac{T}{2} \right) = \frac{n S_1}{4L} B_0 T \left(\frac{1}{2} - \frac{5}{16} \right) = \frac{3 B_0 n S_1 T}{64 L}$$



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.

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!

Для q_2 аналогично:

$$\int_{B_0/4}^{B(t)} -dB S_{1n} = \int_{\frac{n S_1}{4L} \frac{3}{4} B_0}^{I_2(t)} 4L dI$$

$$\left(\frac{B_0}{4} - B(t)\right) S_{1n} = 4L \left(I_2(t) - \frac{n S_1}{4L} \frac{3}{4} B_0\right)$$

$$\frac{B_0 S_{1n}}{4} - B(t) S_{1n} = 4L I_2(t) - n S_1 \frac{3}{4} B_0$$

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

$$dq_2 = I_2(t) dt$$

$$\frac{B_0}{4} S_{1n} - B(t) S_{1n} = 4L I_2(t) - n S_1 \frac{3}{4} B_0$$

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

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

$$\int dq_2 = \int I_2(t) dt = \int_{T/2}^T \frac{B_0 S_{1n}}{4L} dt - \int_{T/2}^T \frac{S_{1n}}{4L} B(t) dt =$$

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

$$q = q_1 + q_2 = \frac{3}{64} \frac{B_0 n S_1 T}{L} + \frac{7}{64} \frac{B_0 S_{1n} T}{L} = \frac{5}{32} \frac{B_0 S_{1n} T}{L}$$



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.

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!

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ 22 \\ \hline 50 \\ 50 \\ \hline 1034 \end{array}$$

$$D = 4 + 100 = 104 = 4 \cdot 26$$

$$D = 484 + 100 = 584$$

$$n_{1,2} = \frac{2 \pm 2\sqrt{26}}{10} = \frac{1 \pm \sqrt{26}}{5}$$

$$n > 0 \Rightarrow n = \frac{1 + \sqrt{26}}{5}$$

$$n_2 = \frac{22 \pm \sqrt{584}}{10}$$

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

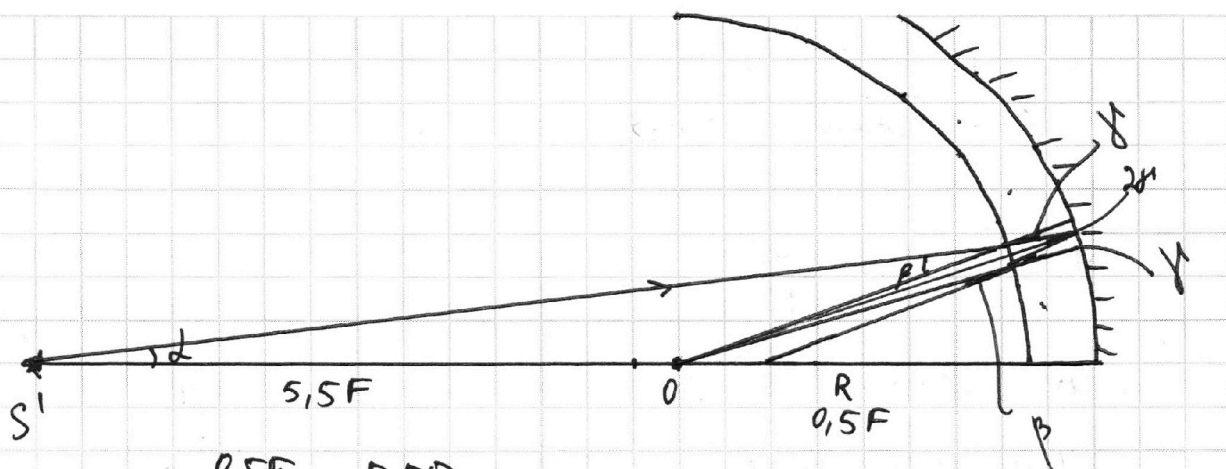


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

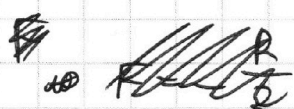
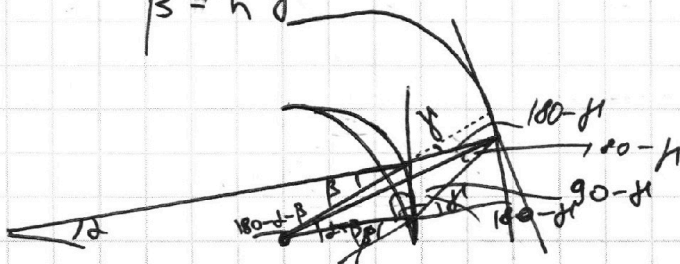
СТРАНИЦА
2 из 3

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



$$\frac{0,5F}{\alpha} = \frac{5,5F}{\beta} \Rightarrow \beta = 11\alpha$$

$$\beta = n\alpha$$



$$\frac{1}{F} = \frac{(n-1)}{1} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{(n-1)}{R}$$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R+d} \right) = (n-1) \frac{-d}{R(R+d)}$$

Если смотрим на что-то в среде, то кажется в n раз ближе, если из среды — в n раз дальше.

Для сферического зеркала $F = -\frac{R}{2}$

$$-\frac{2}{R} = \frac{1}{n \cdot \Delta} - \frac{n}{f}, \text{ чтобы совпадало } f = \Delta$$



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

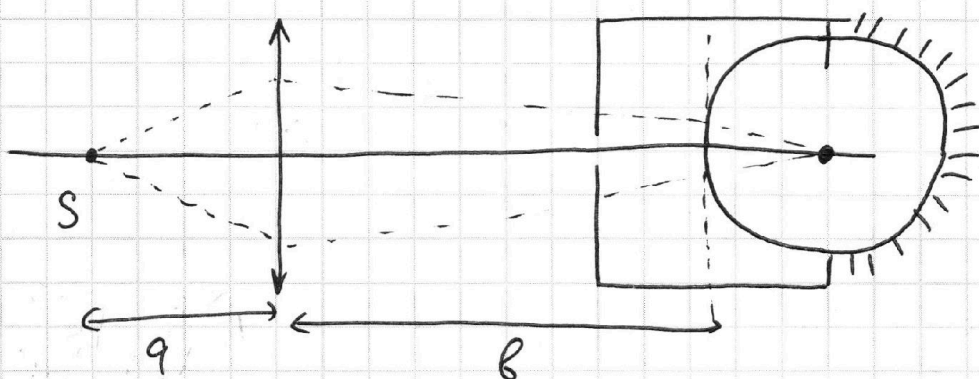
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

Формула

1) ~~Правильно~~ такой мизм:

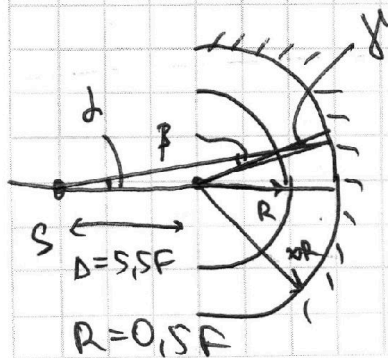
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{aF}{a-F} = \frac{1,1 \cdot 1}{0,1} = 11F$$



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

$$b + R = \overset{f}{\cancel{11F}} = 11F$$

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



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

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

$$1 \cdot \beta = n \cdot \alpha$$



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 ☒

СТРАНИЦА
9 из 9

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!

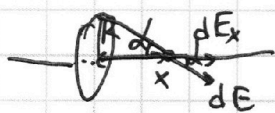
23

Потенциал от

$$\frac{1}{R^2} \cdot \frac{B_0}{R^2} \cdot \frac{L}{R} = \frac{3}{16}$$

$$B_0 I_2 = 32 \text{ кА}$$

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

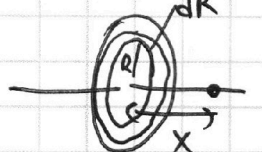


$$d\varphi = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + R^2}} \Rightarrow \varphi(x) = \frac{k q}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

Потенциал от диска: (разбиваем на кольца)

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

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



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

$$= 2 k \pi \sigma \cdot (\sqrt{2R^2 - R^2} - R) = 2 k \pi \cdot \frac{q}{2\pi R^2} \cdot R(\sqrt{2} - 1) =$$

$$= \frac{k q (\sqrt{2} - 1)}{2 R}$$

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

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

Потенциал в поле диска:

$$q_0 \varphi(x + \frac{d}{2}) - q_0 \varphi(x - \frac{d}{2}) = \frac{2 k q_0 q}{R^2} (\sqrt{R^2 + (x + \frac{d}{2})^2} - \sqrt{R^2 - (x - \frac{d}{2})^2}) =$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

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!

$$ma = mA - F_{\text{тр}} = mA - \mu mg$$

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

$$A = \frac{k\Delta x}{m} - \mu \frac{m}{m} g$$

$$a = A - \mu g =$$

или. движение по закону.

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{306}{370} = \frac{3}{4} \cdot \frac{153}{185}$$

$$185 \overline{) 5} \quad 153 \overline{) 37}$$

$$4 \cdot \frac{9}{8} \cdot \frac{B_0}{8} \cdot \frac{T}{8} =$$

$$E = k G \Omega$$

$$\frac{370}{10} \overline{) 3}$$

$$P_1 V_0 = \nu n R T_0$$

$$(P_0 - P_1) V_0 = \nu_B R T_0$$

$$P(t) \cdot V = \nu n R T$$

$$(P_0 - P(t)) V = \nu_B R T$$

$$k \cdot \frac{9}{R^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}} = \frac{2kq}{R^2} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

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

$$\frac{P_0 - P(t)}{P(t)} = \frac{\nu_B}{\nu n} = \frac{P_0 - P_1}{P_1} = \frac{105 - 30}{30} = \frac{5}{2}$$

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

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

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

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

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

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

$$210 - 2P(t) = 5(P(t))$$

$$P(t) = 30 \text{ kPa}$$