



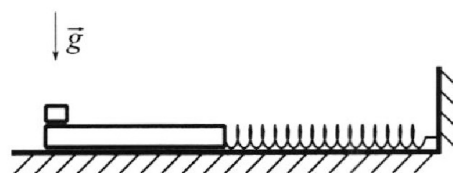
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок 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.

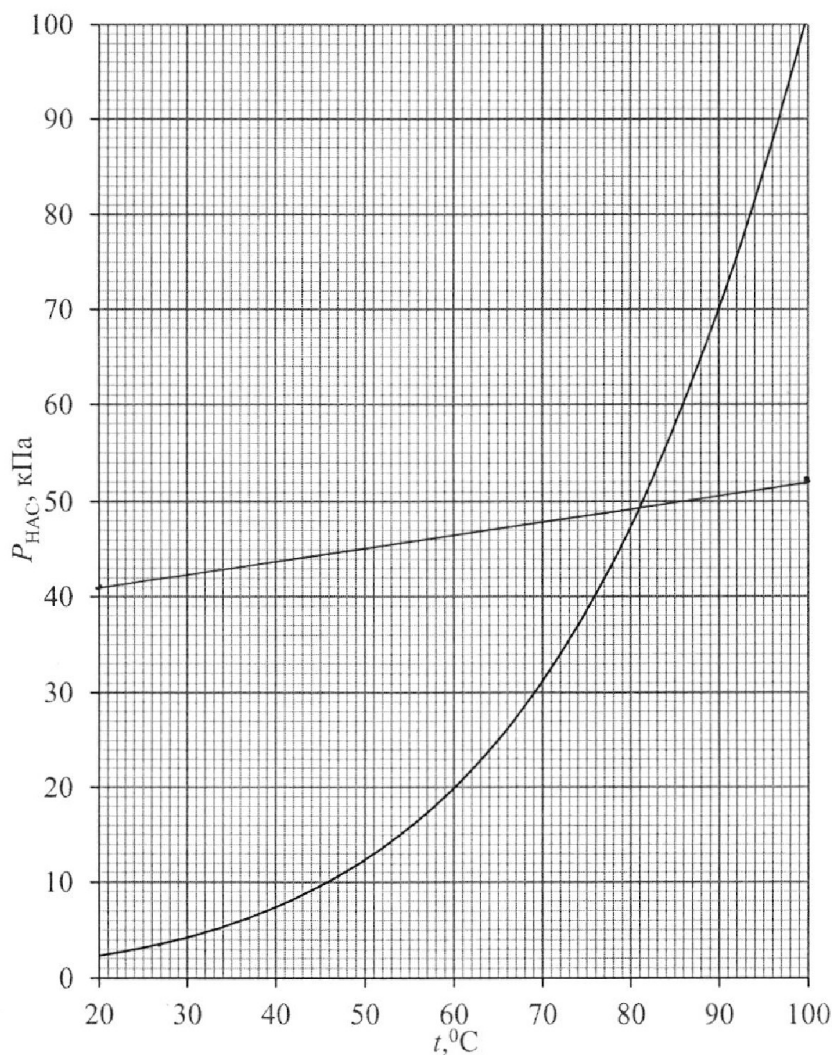


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. 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.

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





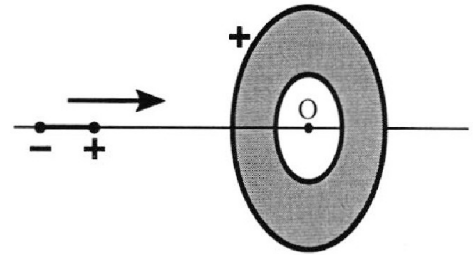
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

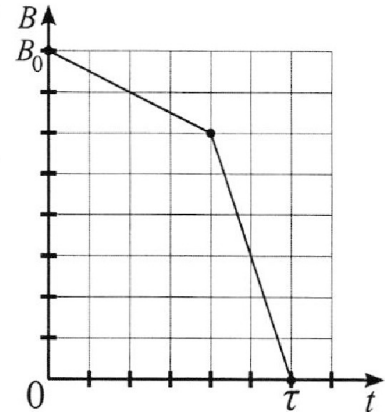
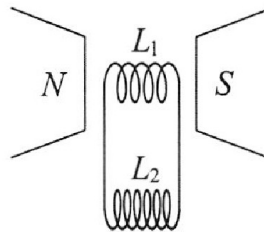


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



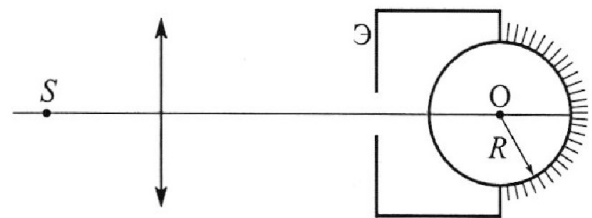
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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 (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, 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 $\Delta = 4R$, 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
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!

Задача 1

$m = 1 \text{ кг}$
 $\mu = 0,3$
 $M = 2 \text{ кг}$
 $k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 Δx_0
 (справа)
 K

Когда $a_{\text{дошки}} \rightarrow 0 \Rightarrow$ брусок перестаёт двигаться отн. дошки.
 Брусок перестаёт двигаться относительно дошки ($\equiv$ отн. к $a = 0$) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ сжатие пружины Δx в этот момент $\Delta x = \frac{F_{\text{тр}}}{k} = \frac{\mu m g}{k} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50} \text{ м}$
 $\equiv 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$
 Сразу после начала движения:
 $|M \ddot{x}| = k \Delta x_0 - \mu m g \Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x = -\mu m g = \text{const} \Rightarrow a(t) = \Delta x_0 \cdot \omega^2 \cos \omega t \Rightarrow$
 $\Rightarrow a_0 = \Delta x_0 \omega^2 = \Delta x_0 \cdot \left(\frac{k}{M}\right)$ при колебательном движении когда $x = A \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow a = a_{\text{max}} ; a = 0 \Leftrightarrow x = 0 \Rightarrow$ в момент, когда скорость дошки почти



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!

Ответ: (1) $\Delta x = 6 \text{ см}$ (2) $a_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

(3) $v = \frac{3\sqrt{5}}{70} \frac{\text{м}}{\text{с}}$



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
1 из 2

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

Задача 2.

$$t_0 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow p_{\text{нас}_0} = 3,5 \text{ кПа (из графика)}$$

m_m - масса жидкой воды в начале; m_n - масса пара в начале.

$m_m = 11m_{n_0}$; П.к. в конце вся вода превращается в пар $\Rightarrow$ масса пара в конце $m_n = m_m + m_{n_0} = 12m_{n_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{m_n}{m_{n_0}} = 12}$$

Пусть V - объем сосуда, а μ - молярная масса воды.

$$\text{Тогда: } p_{\text{нас}_0} V = \frac{m_{n_0}}{\mu} R t_0$$

$$\text{При } t^*: p_{\text{нас}} V = 12 \frac{m_{n_0}}{\mu} R t^* \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_{\text{нас}}}{p_{\text{нас}_0}} = \frac{12 t^*}{t_0} \Rightarrow p_{\text{нас}} = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{t^*}{t_0} \quad \begin{array}{l} \nearrow \text{в кель-} \\ \nearrow \text{винах} \end{array}$$

$$p_{\text{нас}} = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{t^* + 273}{300} = 0,14 t^* + 38,22 \rightarrow$$

$\rightarrow$ построим эту прямую на графике ($p_{\text{нас}}(t)$). Пересечение этой прямой с кривой давления нас-го пара $\rightarrow \underline{81^\circ\text{C}}$. Именно при этой



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!

температуре прекратится испарение воды.

В конце ($p_{H_2O} = p_K$)

$$p_K V = 12 \frac{m_{H_2O}}{M} R t \Rightarrow \frac{p_K}{p_{H_2O}} = 12 \frac{t}{t_0}$$

↓

$$p_K = 3,5 \text{ кПа} \cdot 12 \frac{97 + 273 \text{ К}}{27 + 273 \text{ К}} = 3,5 \cdot \frac{370}{300} \cdot 12 =$$

$$= 42 \cdot \frac{370}{300} = 0,14 \cdot 370 = 51,8 \text{ кПа}$$

При $t = 97^\circ \text{C}$ $p_{H_2O} \approx 90 \text{ кПа} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{влажность } \varphi = \frac{p_K}{p_{H_2O}} = \frac{51,8}{90} \approx 0,58$$

Ответ: 1.) $\frac{m_H}{m_{H_2O}} = 12$ 2.) $t^* = 97^\circ \text{C}$

3.) $\varphi = 58\%$



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

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

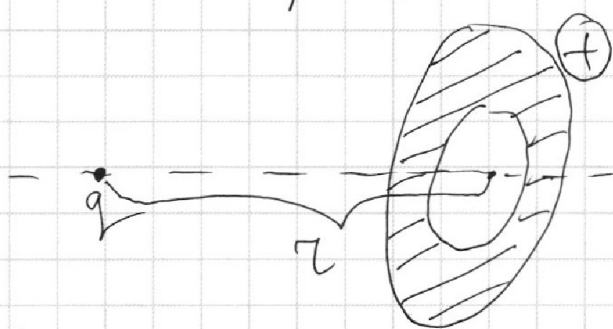
СТРАНИЦА
1 из 4

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!

Задача 3

Пусть изначальный заряд по модулю каждого из шариков равен q (при котором v_0 — предельная скорость).

Для заряда на оси диска:

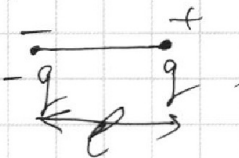


Тогда энергия взаимодействия заряда с диском:

$$W = \frac{dq}{\sqrt{r^2 + R_0^2}}, \text{ где}$$

d — коэффициент, связанный с зарядом и геометрией диска, а R_0 — некий радиус, "усредняющий" диск до кольца, $R_0 = \text{const}$ (при $r = 0 \rightarrow W = \text{max} =$

$= \frac{dq}{R_0}$) — при этом я использую, что энергия в-я $\sim \frac{1}{r_{(AB)}}$.

Пусть длина гупона $= l$: ; $l \ll r, R_0$.

Тогда для гупона: $E_\Sigma = \frac{mv^2}{2} + W_\Sigma =$

$$= \frac{mv^2}{2} + \left(\frac{dq}{\sqrt{r^2 + R_0^2}} - \frac{dq}{\sqrt{(r+l)^2 + R_0^2}} \right) \approx$$



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 4

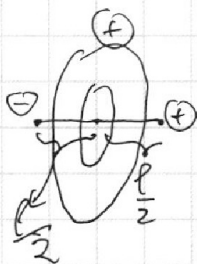
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad \frac{mv^2}{2} + \frac{dq \left(\sqrt{(r+l)^2 + R_0^2} - \sqrt{r^2 + R_0^2} \right)}{\sqrt{r^2 + R_0^2} \sqrt{(r+l)^2 + R_0^2}} &\approx \\ \approx \frac{mv^2}{2} + \frac{dq}{r^2 + R_0^2} \cdot \sqrt{r^2 + R_0^2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{l^2 + 2rl}{r^2 + R_0^2}} - 1 \right) &\approx \\ \approx \frac{mv^2}{2} + \frac{dq}{\sqrt{r^2 + R_0^2}} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{l^2 + 2rl}{r^2 + R_0^2} - 1 \right) = & \\ = \frac{mv^2}{2} + \frac{dq}{2\sqrt{r^2 + R_0^2}} \cdot \frac{l^2 + 2rl}{r^2 + R_0^2} & \end{aligned}$$

~~Кроме, когда $l = \text{max}$ при $r = 0$~~
 ~~$(+q = \text{центр гуска}) \Rightarrow$~~
 ~~$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = 0 + \frac{dq}{2R_0} \cdot \frac{l^2}{R_0^2} = \frac{dq}{2R_0^3} l^2 \Rightarrow$~~
 ~~$\Rightarrow \frac{dq l^2}{2R_0^3} = mv^2$~~

Для $r_1 = \frac{q}{2}$:

$r = \frac{l}{2}$



Когда центр гуска = центр гуска:

$$\begin{aligned} 3C2 \rightarrow \frac{mv_0^2}{2} &= \frac{mv^2}{2} + \frac{dq \cdot 1}{2\sqrt{R_0^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}} \cdot \frac{l^2 + 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot l}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + R_0^2} \approx \\ \approx \frac{mv^2}{2} + \frac{dq \cdot 1}{2R_0^3} \cdot l^2 \cdot \underbrace{(1-1)}_{=0} &= \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \boxed{v = v_0} \end{aligned}$$

$l \ll R_0$



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 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!

Найдём, когда $W = \max (\Rightarrow k = \frac{mv^2}{2} = \min)$

$$\left(\frac{dq}{2} \cdot \frac{l^2 + 27l}{(7^2 + R_0^2)^{3/2}} \right)' = \frac{dq}{2} \cdot \frac{2l \cdot (7^2 + R_0^2)^{3/2} - \frac{3}{2} \sqrt{7^2 + R_0^2} \cdot 27 \cdot (l^2 + 27l)}{(7^2 + R_0^2)^3} = 0$$

$$\Downarrow$$

$$2l(\sqrt{7^2 + R_0^2})^2 = 37(l^2 + 27l)$$

$$2l7^2 + 2lR_0^2 = 37l^2 + 67^2l \Rightarrow 47^2l + 37l^2 - 2lR_0^2 = 0$$

$$\Delta = 9l^4 + 4 \cdot 2l \cdot 47^2 R_0^2 \approx 32R_0^2 l^2$$

$$7_{1,2} = \frac{-3l^2 \pm 4\sqrt{2} R_0 l}{8l} \rightarrow \text{нам нужен } 7 > 0:$$

$$\boxed{7 \approx \frac{4\sqrt{2} R_0 l}{8l} = \frac{R_0}{\sqrt{2}}}$$

$$W_{\max} = W\left(\frac{R_0}{\sqrt{2}}\right) = \frac{dq}{2} \cdot \frac{l^2 + \sqrt{2} R_0 l}{2\sqrt{R_0^2 \cdot \frac{3}{2}}} \approx \frac{3}{2} R_0^2$$

$$\approx \frac{dq \cdot \sqrt{2} R_0 l}{3 R_0^3 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}} = \frac{2dq R_0 l}{3\sqrt{3} R_0^3} = \frac{2dq l}{3\sqrt{3} R_0^2}$$

Когда из 3(3): $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{2dq l}{3\sqrt{3} R_0^2}$

Далее $q_1 = \frac{q}{2}$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + \frac{2dl}{3\sqrt{3} R_0^2} \cdot \frac{q}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{4} \Rightarrow$$



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!

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

$$v_{\max} = v_0$$

↓

$$v_{\max} - v_{\min} = v_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \underline{v_0 \cdot \frac{2 - \sqrt{2}}{2}}$$

Ответ: 1.) $v = v_0$ 2.) $v_{\max} - v_{\min} =$
 $= v_0 \cdot \frac{2 - \sqrt{2}}{2}$



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
1 из 2

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

Задача 4

П.к. катушечки соединены напуро, ток в них будет одинаковым.

Из закона ЭМ индукции в катушке L_1 будет создаваться $\mathcal{E}^{\text{инд}} = - \frac{d\Phi}{dt} \ominus$

$\ominus - n S_1 \frac{dB}{dt}$. Тогда из второго правила Кирхгофа:

$$-n S_1 \frac{dB}{dt} - L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -n S_1 \frac{dB}{dt} = 7L \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{-\frac{n S_1}{7L} dB = dI} \Rightarrow I(t) = \int_0^I dI = -\frac{n S_1}{7L} \int_{B_0}^B dB$$

$$\Rightarrow \boxed{|I(t)| = \frac{n S_1}{7L} \cdot (B_0 - B)}$$

Тогда при $t = \tau \rightarrow B = 0 \Rightarrow \boxed{I_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}}$

Задача: $dq = I(t) dt \Rightarrow$

$$\Rightarrow q = \int_0^{\tau} dq = \int_0^{\tau} I(t) dt = \frac{n S_1}{7L} \left[\int_0^{\tau} B_0 dt - \int_0^{\tau} B dt \right]$$

$$\int_0^{\tau} B_0 dt = B_0 \tau \quad (B_0 = \text{const})$$



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!

$\int_0^{\tau} B dt$ - это площадь под графиком $B(t) \Rightarrow \int_0^{\tau} B dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \tau \cdot (B_0 + \frac{3}{4} B_0) +$

$$+ \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \tau \cdot \frac{3}{4} B_0 = B_0 \tau \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) =$$

$$= B_0 \tau \left(\frac{8+6+3}{24} \right) = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$\Downarrow$

$$q = \frac{n S_1}{7L} \cdot \left(B_0 \tau - \frac{17}{24} B_0 \tau \right) = \frac{n S_1 B_0 \tau}{7L} \cdot \frac{7}{24} =$$

$$= \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L}$$

Ответ: 1.) $I_0 = \frac{n S_1 B_0}{7L}$ 2.) $q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24L}$



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.

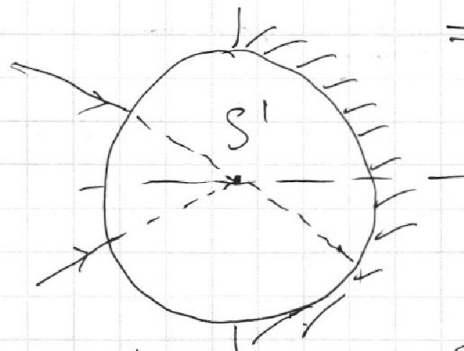


СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Задача 5

(1) Так как при $b = 7R$ изображение в системе не зависит от показателя преломления $\Rightarrow$ изображение S' находится в центре шара! (лучи вообще не преломляются).



$\Rightarrow$ расстояние от линзы до изображения = $b + R = 8R \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} = \frac{5}{8R} \Rightarrow \boxed{F = \frac{8}{5}R}$$

(2) свч на $b = 4R \rightarrow$ необходимо, чтобы продолжение опраённых лучей проходило через S' (см. рис.):

$$\triangle AOB - P/\delta \Rightarrow \angle OAB = \angle OBA = \varphi;$$

$$\angle OBA = \angle OBC = \varphi \text{ (зеркало)}$$

$$\triangle COB - P/\delta \Rightarrow \angle OBC = \angle OCB = \varphi.$$

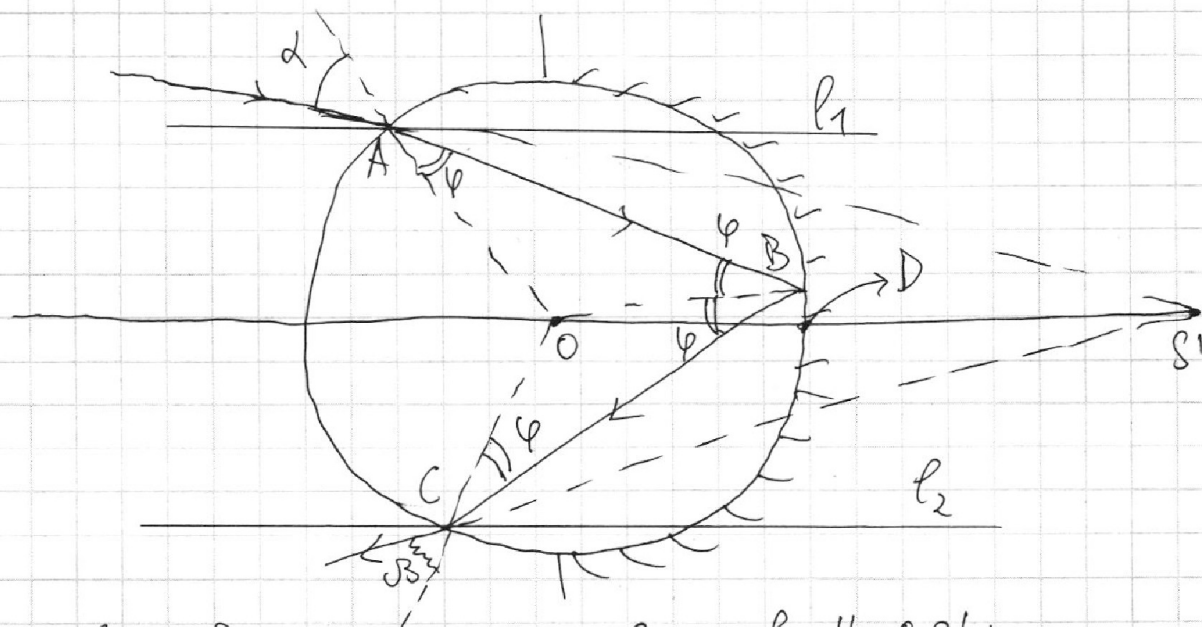


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~ЗБЗ~~

$$\alpha = \pi\varphi \quad \text{закон}$$

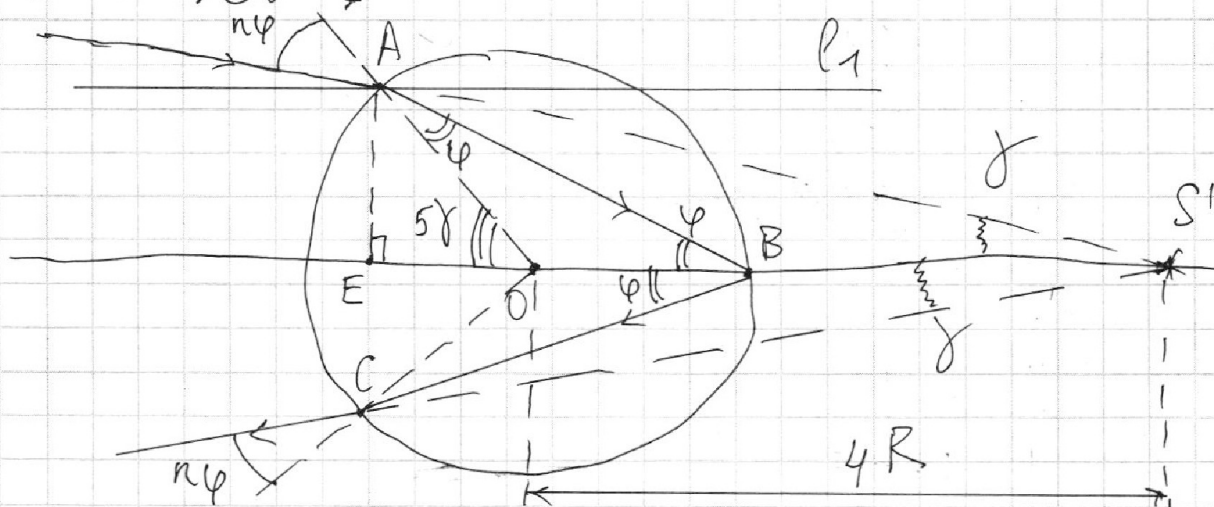
$$\beta = \pi\varphi \quad \text{Симметрия}$$

$$l_1 \text{ и } l_2 \parallel OS';$$

$$OS' = 4R$$

$$\text{т.к. } \alpha = \beta \Rightarrow \text{из}$$

симметрии нужно, чтобы для
любого φ точка B совпадала с
точкой D!





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!

Заметим, что м.к. угламатне

$$OE \approx R \Rightarrow \angle AOE \approx \frac{AE}{OE} = \frac{AE}{R};$$

$$\angle AS'E = \gamma \approx \frac{AE}{OS'} = \frac{AE}{OE + OS'} = \frac{AE}{5R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \angle AOE = 5\gamma$$



$$5\gamma = \angle OAB + \angle OBA = 2\varphi$$

$\angle S'AB = n\varphi - \varphi = (n-1)\varphi$ как вертикальные к $\angle n\varphi$ минус $\angle BAO (= \varphi)$.

$$\Downarrow \text{из } \triangle_{\text{ка}} ABS' \Rightarrow (n-1)\varphi + \pi - \varphi + \gamma = \pi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = (2-n)\varphi \Rightarrow 5\gamma = (10-5n)\varphi = 2\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10-5n = 2 \Rightarrow 5n = 8 \Rightarrow \boxed{n = \frac{8}{5}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: 1.) } F = \frac{8}{5}R \quad 2.) n = \frac{8}{5}}$$



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
__ 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!

$$n S_1 \cdot \dot{B} - L \dot{I} - 6 L \dot{I} = 0$$

$$n S_1 \dot{B} = 7 L \dot{I} \quad E = 2 q \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0 + l} \right) =$$

$(1+x) \cdot (1+x)^4 \approx 1+4x$

$$n S_1 \dot{B} = 7 L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{n S_1 \dot{B}}{7 L}$$

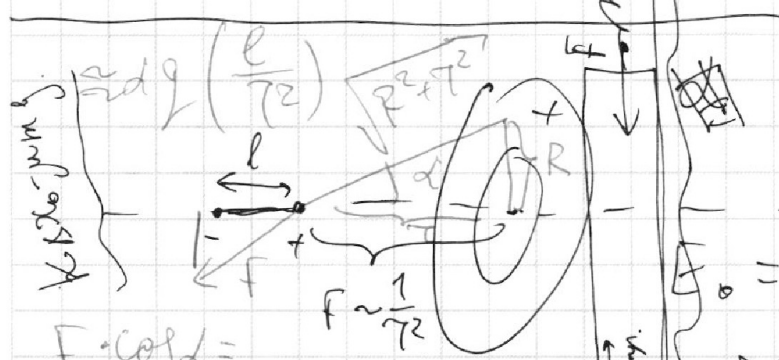
$$E = \frac{m v^2}{2} - \frac{q l}{r^2 + R^2}$$

$$\dot{I} = - \frac{n S_1}{7 L} \dot{B}$$

$$\dot{I} = n S_1 (\dot{B} - \dot{B}_0)$$

$$\frac{n S_1 B_0}{7 L} = |I|$$

$$= \int |I| dt = n S_1 (B_0 - B) \quad \text{---}$$



$$E(r) = \frac{2q}{r} - \frac{2q}{r+l}$$

$$E_0 = \frac{m v_0^2}{2} N \left(\frac{\pi}{10} \right) N \left(\frac{\pi}{10} \right)$$

$$E = \frac{m v^2}{2} - \frac{2q}{r} + \frac{2q}{r+l}$$

$$S = \frac{2}{3} \pi \frac{1}{r} (B_0 + \frac{3}{4} B_0)$$

$$+ \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{4} B_0 =$$

$$= n S_1 (B_0 \tau) = n S_1 \tau B_0 \cdot \frac{7}{24}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{4} B_0 + \frac{\tau B_0}{8} = \tau B_0 \left(\frac{7}{12} + \frac{1}{8} \right) = \tau B_0 \left(\frac{14}{24} + \frac{3}{24} \right) = \frac{17}{24} \tau B_0$$

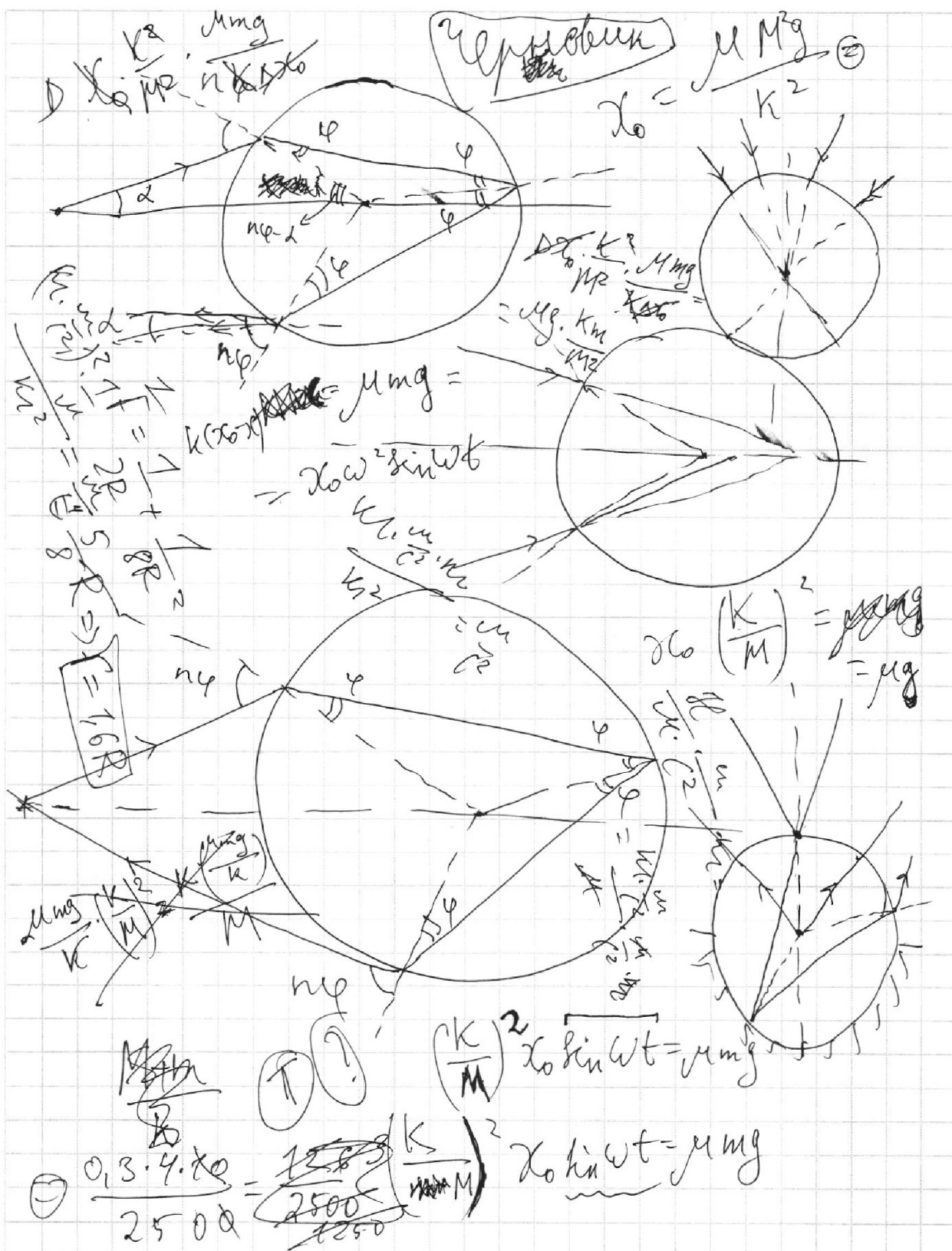


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!





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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a sphere and a cylinder.

Diagram 1 (Top Left): Shows a sphere of radius R and a cylinder of radius r . The cylinder is on top of the sphere. The distance from the center of the sphere to the center of the cylinder is d . The angle between the vertical and the line connecting the centers is φ . The angle between the vertical and the line from the center of the sphere to the point of contact is 5φ . The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $(n-1)\varphi$. The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $180-\varphi$.

Diagram 2 (Middle Left): Shows a sphere of radius R and a cylinder of radius r . The cylinder is on top of the sphere. The distance from the center of the sphere to the center of the cylinder is d . The angle between the vertical and the line connecting the centers is φ . The angle between the vertical and the line from the center of the sphere to the point of contact is 5φ . The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $(n-1)\varphi$. The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $180-\varphi$.

Diagram 3 (Bottom Left): Shows a sphere of radius R and a cylinder of radius r . The cylinder is on top of the sphere. The distance from the center of the sphere to the center of the cylinder is d . The angle between the vertical and the line connecting the centers is φ . The angle between the vertical and the line from the center of the sphere to the point of contact is 5φ . The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $(n-1)\varphi$. The angle between the vertical and the line from the center of the cylinder to the point of contact is $180-\varphi$.

Equations:

$$d + 180 - \varphi + (n-1)\varphi = 180$$
$$d = (n-2)\varphi$$
$$5d = 2\varphi$$
$$5(n-2)\varphi = 2\varphi$$
$$n-2 = \frac{2}{5}$$
$$n = 2,4$$
$$x = 0$$
$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = -\mu mg$$
$$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = -\mu mg$$
$$M\ddot{x} = -\mu mg + kx$$
$$15 \ddot{x} = \frac{k}{M} \cdot 8cm = \frac{50 \cdot 0,08}{2} = 2,5$$
$$M\ddot{x} = -\mu mg + kx$$
$$2 \ddot{x} + \frac{k}{M}x = -\mu mg$$
$$x = \frac{\mu mg}{k}$$

Final Answer: $x = \frac{\mu mg}{k}$