



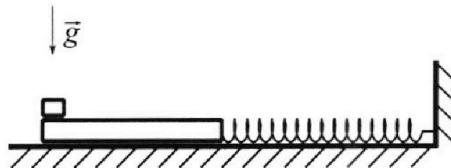
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первого раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

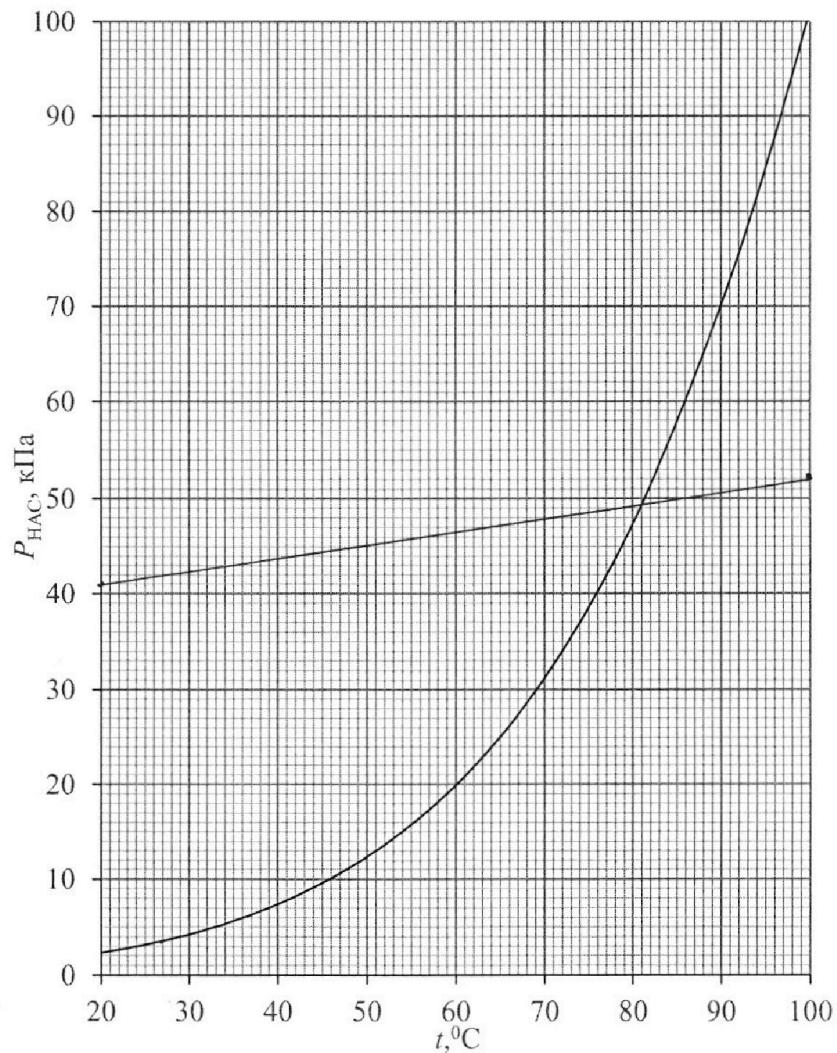


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкую воду. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

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





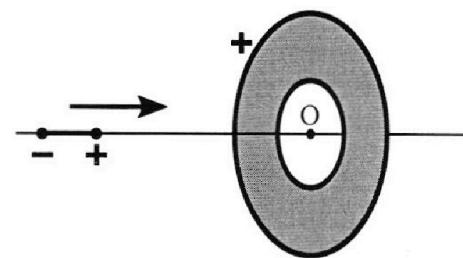
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

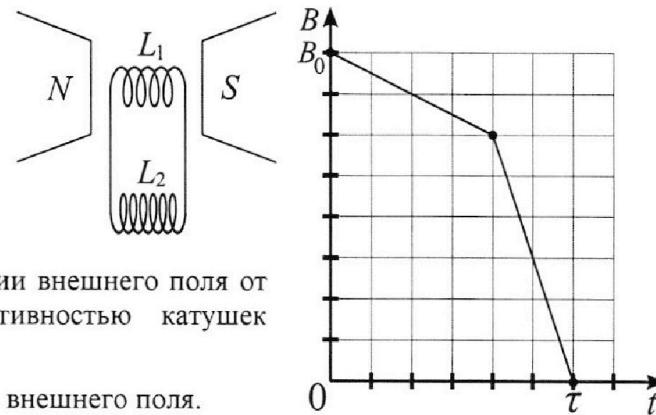
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 диполю начальную скорость V_0 .



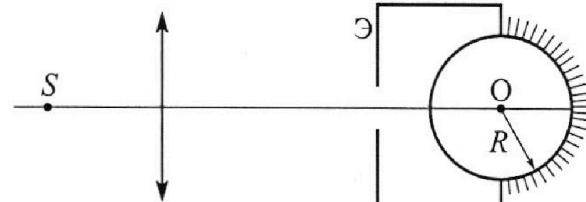
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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 t . 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



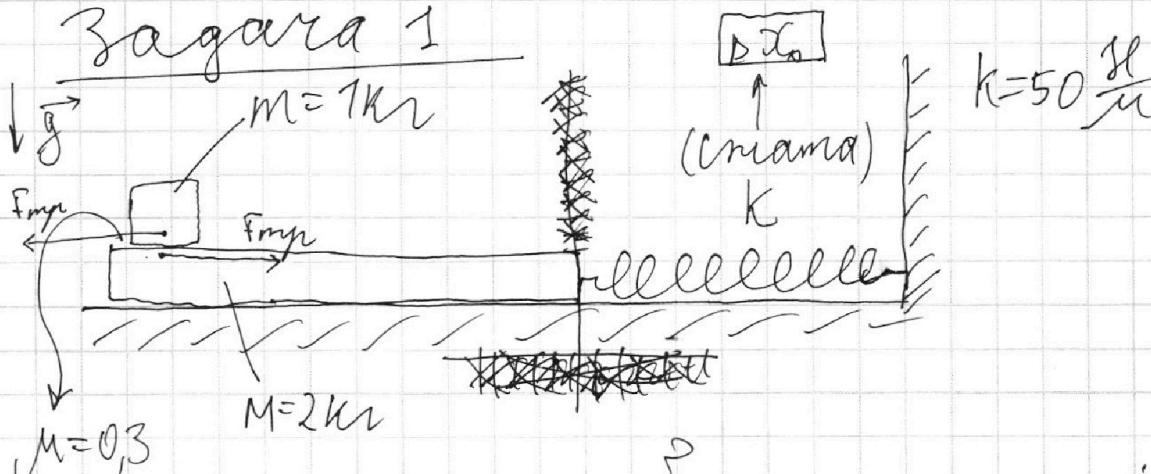
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Задача 1



Когда $\Delta x_0 \rightarrow 0 \Rightarrow$ бруск перестанет движаться относительно доски.

Бруск перестанет двигаться относительно доски (\equiv относительно доски $\ddot{x} = 0 \Rightarrow a = 0$) \Rightarrow

\Rightarrow Сжатие пружины Δx в этот момент

$$\Delta x = \frac{F_{app}}{k} = \frac{Mg}{k} = \frac{0.3 \cdot 1 \cdot 10}{50} = 0.06 \text{ м} = 6 \text{ см}$$

Сразу после начала движения:

$$M \ddot{x} = K \Delta x - \mu mg \Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x = -\mu mg =$$

$$= \text{const} \Rightarrow a(t) = \Delta x_0 \cdot \omega^2 \cos \omega t \Rightarrow$$

$\Rightarrow a_0 = \Delta x_0 \omega^2 = \Delta x_0 \cdot \left(\frac{k}{M}\right)$. При концах сжатия пружины когда $x = A \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow a = a_{\max}; a = 0 \Leftrightarrow x = 0 \Rightarrow$ в момент, когда сжатие доски погти

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
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!



затемненный диск сдвигалась
на ~~на~~ ~~на~~ ~~на~~ ~~на~~ $\Delta x = \frac{\mu mg}{k}$

$$\mu g = \Delta x_0 \cdot \left(\frac{k}{M}\right) \cos \omega t$$

~~Масса~~ $\omega^2 = k/M$

$$\frac{\mu mg}{k} = \Delta x_0 - \Delta x_0 \cos \omega t$$

$$1 - \frac{\mu mg}{k \Delta x_0} = \cos \omega t$$

$$\mu g = \Delta x_0 \cdot \frac{k}{M} \cdot \left(1 - \frac{\mu mg}{k \Delta x_0}\right) = \frac{k}{M} \Delta x_0 - \frac{\mu mg}{M}$$

$$\Delta x_0 = \mu g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \cdot \frac{M}{k} =$$

$$= 0,3 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{50} = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{50} = \frac{9}{50} = M = 18 \text{ м}$$

$$a_0 = k \Delta x_0 - \mu mg = 50 \cdot \frac{9}{50} - 0,3 \cdot 1 \cdot 10 =$$

$$= 9 - 3 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V = \Delta x_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sin \omega t$$

$$\cos \omega t = 1 - \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{50 \cdot 0,18} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3} \Rightarrow V = 0,18 \cdot \sqrt{\frac{50}{2}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} =$$

$$= 0,18 \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{9}{50} \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{3\sqrt{5}}{10} \text{ м/с}$$



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**.

1

2

3

4

5

6

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) $Dx = 6 \text{ см}$ (2) $a_0 = 6 \frac{\text{м}}{\sqrt{2}}$

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

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**.



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

Задача 2.

$$t_0 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow P_{\text{нас.}} = 3,5 \text{ кПа} \text{ (из упак.)}$$

m_m - масса жидкости воды в на-
чале; m_n - масса пара в начале.

$m_n = 11m_m$; при t в конце вся вода
переваривается в пар \Rightarrow масса
пара в конце $m_n = m_{n_0} + m_{m_0} = 12m_{m_0} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{m_n}{m_{m_0}} = 12}$$

Пусть V -объем сосуда, а M -масса
всего воды.

$$\text{Изогр.: } P_{\text{нас.}} V = \frac{m_{n_0}}{M} R t_0$$

При t^* : $P_{\text{нас.}} V = 12 \frac{m_{n_0}}{M} R t^* \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{P_{\text{нас.}}}{P_{\text{нас.}}} = \frac{12 t^*}{t_0} \Rightarrow P_{\text{нас.}} = 42 \text{ кПа} \cdot \frac{t^*}{t_0} \quad \begin{matrix} \text{в кон-} \\ \text{це} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{в нач-} \\ \text{не} \end{matrix}$$

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

построили эту прямую на
графике ($P_{\text{нас.}}(t)$). Пересечение этой
прямой с кривой давления пара
пара $\rightarrow 81^\circ\text{C}$. 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!

температура прекращается испарение воды.

В конце ($P_{H_2O} = P_K$)

$$P_K V = 12 \xrightarrow{\frac{m_n}{\mu} R t} \frac{P_K}{P_{\text{рас}}} = 12 \frac{t}{t_0}$$



$$P_K = 3,5 \text{ kPa} \cdot 12 \frac{97 + 273 \text{ K}}{27 + 273 \text{ K}} = 3,5 \cdot \frac{370}{300} \cdot 12 = \\ = 42 \cdot \frac{370}{300} = 0,14 \cdot 370 = 51,8 \text{ kPa}$$

При $t = 97^\circ\text{C}$ $P_{\text{рас}} \approx 90 \text{ kPa} \Rightarrow$

$$\rightarrow \text{влажность } \varphi = \frac{P_K}{P_{\text{рас}}} = \frac{51,8}{90} \approx \\ \approx 0,58$$

(Объем: 1.) $\frac{m_n}{m_{n_0}} = 12$ 2.) $t^* = 87^\circ\text{C}$

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

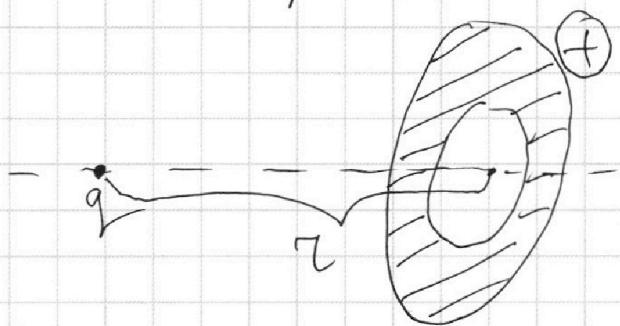
СТРАНИЦА
1 из 4

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

Задача 3

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

Для заряда на оси диска:



Тогда между
взаимодействует
заряда с
диском:

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

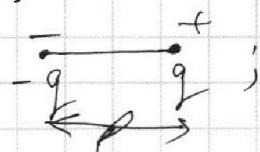
d -коэффициент,
связанный с зарядом

и геометрия диска, R_0 - некий радиус, "следящий" диск q_0 конуса, $R_0 = \text{const}$ (при $r=0 \rightarrow W=\max =$

$$= \frac{dq}{R_0} \leftarrow \text{при этом я использую,}$$

что энергия вдоль $\sim \frac{1}{r_{(AB)}}$.

Пусть длина конуса $= l$:



$$l \ll r, R_0.$$

Норма силы конуса: $E_\Sigma = \frac{mv^2}{2} + W_\Sigma =$

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



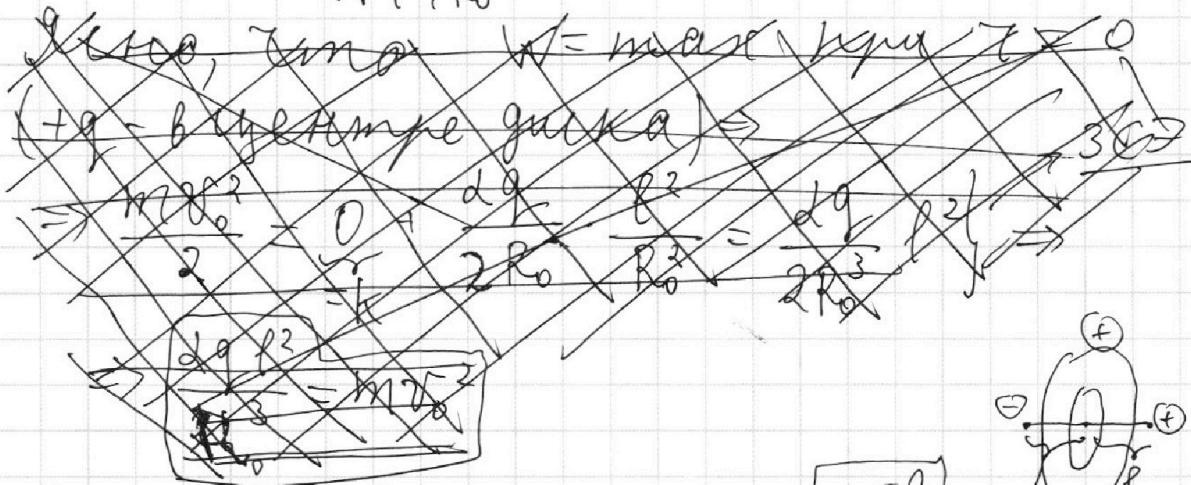
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
2 из 4

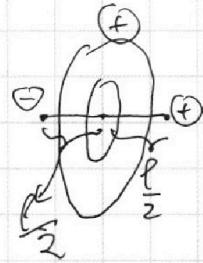
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



$$\text{Для } q_1 = \frac{q}{2}:$$

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



Когда центр диска = центр диска:

$$\begin{aligned}
 3C2 \rightarrow \frac{mv_0^2}{2} &= \frac{mv^2}{2} + \frac{dq_1}{2\sqrt{R_0^2 + (\frac{l}{2})^2}} \cdot \frac{(l^2 + 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot l)}{(\frac{l}{2})^2 + R_0^2} \approx \\
 &\approx \frac{mv^2}{2} + \frac{dq_1}{2R_0^3} \cdot l^2 \cdot (1-1) = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \boxed{v = v_0}
 \end{aligned}$$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 $W = \max (\Rightarrow k = \frac{m v^2}{2} = \min)$

$$\left(\frac{\alpha g}{2} \cdot \frac{l^2 + 27l}{\left(l^2 + R_0^2 \right)^{3/2}} \right)' = \frac{\alpha g}{2} \cdot \frac{2l \cdot (7l^2 + R_0^2)^{3/2} - \frac{3}{2} (7l^2 + R_0^2) \cdot 27l \cdot (l^2 + R_0^2)^{-1/2}}{(l^2 + R_0^2)^3} = 0$$

↓

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

$$2l^3 + 2lR_0^2 = 37l^3 + 6l^2 \cdot l \Rightarrow 47l^2 + 37l^2 - 2lR_0^2 = 0$$

~~$D = 9l^4 + 4 \cdot 2l \cdot 4lR_0^2 \approx 32R_0^2l^2$~~

$$\gamma_{1,2} = \frac{-3l^2 + 4\sqrt{2}R_0l}{8l} \rightarrow \text{нам нужен } \gamma > 0:$$

$$\gamma \approx \frac{4\sqrt{2}R_0l}{8l} = \frac{R_0}{\sqrt{2}}$$

$$W_{\max} = W\left(\frac{R_0}{\sqrt{2}}\right) = \frac{\alpha g}{2 \sqrt{R_0^2 + \frac{3}{2}l^2}} \approx \frac{3}{2} R_0^2 \quad l \ll R_0$$

$$\approx \frac{\alpha g \cdot \sqrt{2}R_0l}{3R_0^3 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}} = \frac{2\alpha g R_0 l}{3\sqrt{3}R_0^3} = \frac{2\alpha g l}{3\sqrt{3}R_0^2}$$

Найдя из 3с9: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{2\alpha g l}{3\sqrt{3}R_0^2}$

Далее $q_1 = \frac{g}{2}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{2dl}{3\sqrt{3}R_0^2} \cdot \frac{q_1}{2} = \frac{m v_{\min}^2}{2} + \frac{m v_0^2}{4} \Rightarrow$$



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

СТРАНИЦА
4 из 4

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

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

$$V_{\max} = V_0$$

$$V_{\max} - V_{\min} = V_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = V_0 \cdot \underline{\frac{2-\sqrt{2}}{2}}$$

Ответ: 1.) $V = V_0$. 2.) $V_{\max} - V_{\min} =$

$$= V_0 \cdot \underline{\frac{2-\sqrt{2}}{2}}$$

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.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 4

Н.к. катушки соединены параллельно, ток в них будет одинаковым.

Из закона ЭМ индукции в катушке L_1 будет создаваться $E_{\text{инд}} = - \frac{d\Phi}{dt}$ \ominus
 $\ominus -n S_1 \frac{dB}{dt}$. Итога из второго правила Кирхгофа:

$$\begin{aligned} -n S_1 \frac{dB}{dt} - L_1 i - L_2 i &= 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow -n S_1 \frac{dB}{dt} &= \gamma L \frac{dI}{dt} \Rightarrow I(t) = \int_0^t dI = -\frac{n S_1}{\gamma L} \int_{B_0}^B dB \\ \Rightarrow \boxed{\left[-\frac{n S_1}{\gamma L} dB = dI \right]} &\Rightarrow |I(t)| = \frac{n S_1}{\gamma L} \cdot (B_0 - B) \end{aligned}$$

$$\text{Итога при } t = T \rightarrow B = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{n S_1 B_0}{\gamma L}$$

Задача: $dq = I(t)dt \Rightarrow$

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

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



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!

$\int_0^{\tau} B dt - \text{Это получилось под удариком}$

$$B(t) := \int_0^{\tau} B dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \tau \cdot \left(B_0 + \frac{3}{4} B_0 \right) +$$

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

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

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

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

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.

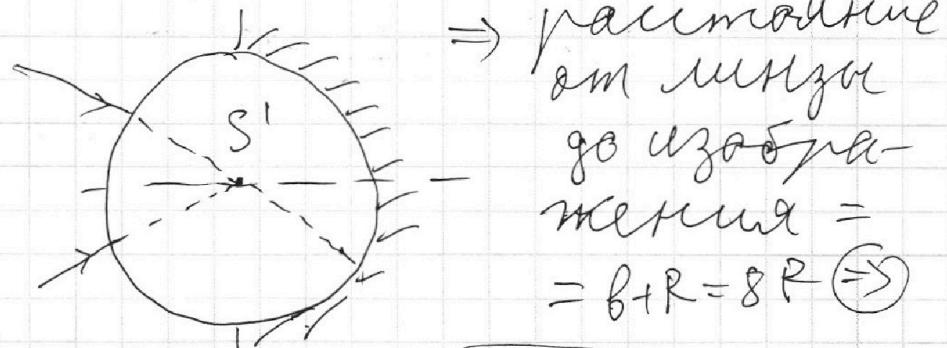
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

Задача 5

(1) Как как при $f = 7R$ изображение в сечении не зависит от положения предмета? \Rightarrow
 \Rightarrow изображение S' находится в центре шара! (лучи вообще не преломляются).



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

(2) сдвиг на $D = 4R \rightarrow$ необходимо, чтобы продолжение отраженных лучей проходило через S' (см. рис.):

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

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

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

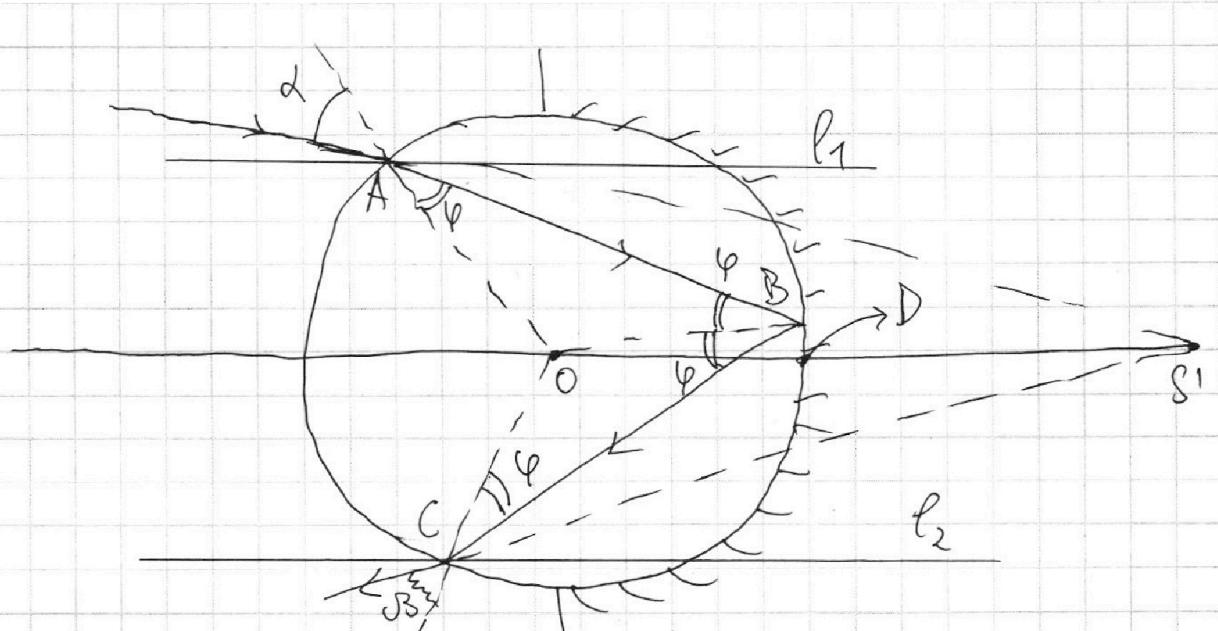


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



~~Без В1~~

$d = n\varphi$ | закон

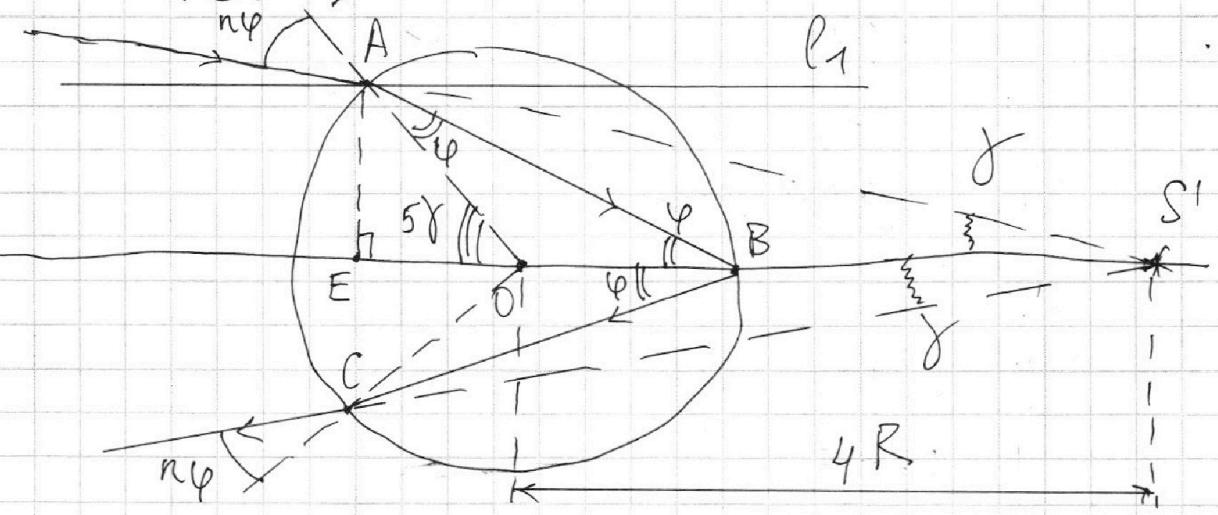
$\beta = n\varphi$ | скользит

$l_1 \text{ и } l_2 \parallel OS'$;

$$OS' = 4R$$

Н.к. $\alpha = \beta \Rightarrow$ из

симметрии пучка, 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!

Замечаем, что м.к. угловые

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

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

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



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

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

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

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

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

Ответ: 1) $F = \frac{8}{5}R$ 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.

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.



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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

$$nS_1 \cdot B - L_i I - 6L_j I = 0$$

$$nS_1 B = 7L_i I \quad E = L_i \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{L_0 + l} \right) =$$

$$(1+dx) \cdot (x+1) \cdot nS_1 B = 7L_i I \Rightarrow I = \cancel{nS_1 B}$$

$$nS_1 \int dB = 7L_i I \quad I = -nS_1 \quad I = nS_1 (B - B_0)$$

$$\frac{nS_1 B_0}{7L_i} = I \quad I = \int I dt = nS_1 \int (B_0 - B) dt$$

Diagram of a rotating coil with radius R , length l , and mass m . The angle θ is measured from the vertical axis. The magnetic field is $B = B_0 + \frac{3}{4}B_0 \cos \theta$.

$$E(\theta) = \frac{d\theta}{dt} - \frac{d\theta}{dt + l}$$

$$F \cdot \cos \theta = F \cdot \frac{l}{R^2} \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

$$E \sim \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{d\theta}{dt}^2$$

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

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{3}{4}B_0 =$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{7}{4}B_0 + \frac{B_0}{8} = \frac{7}{24}B_0 \left(\frac{14}{7} + 1 \right) = \frac{77}{24}B_0$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{d\theta}{dt}^2 = nS_1 B A \omega t = nS_1 \cdot B_0 \cdot \frac{\pi}{24}$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{7}{4}B_0 + \frac{B_0}{8} = \frac{7}{24}B_0$$

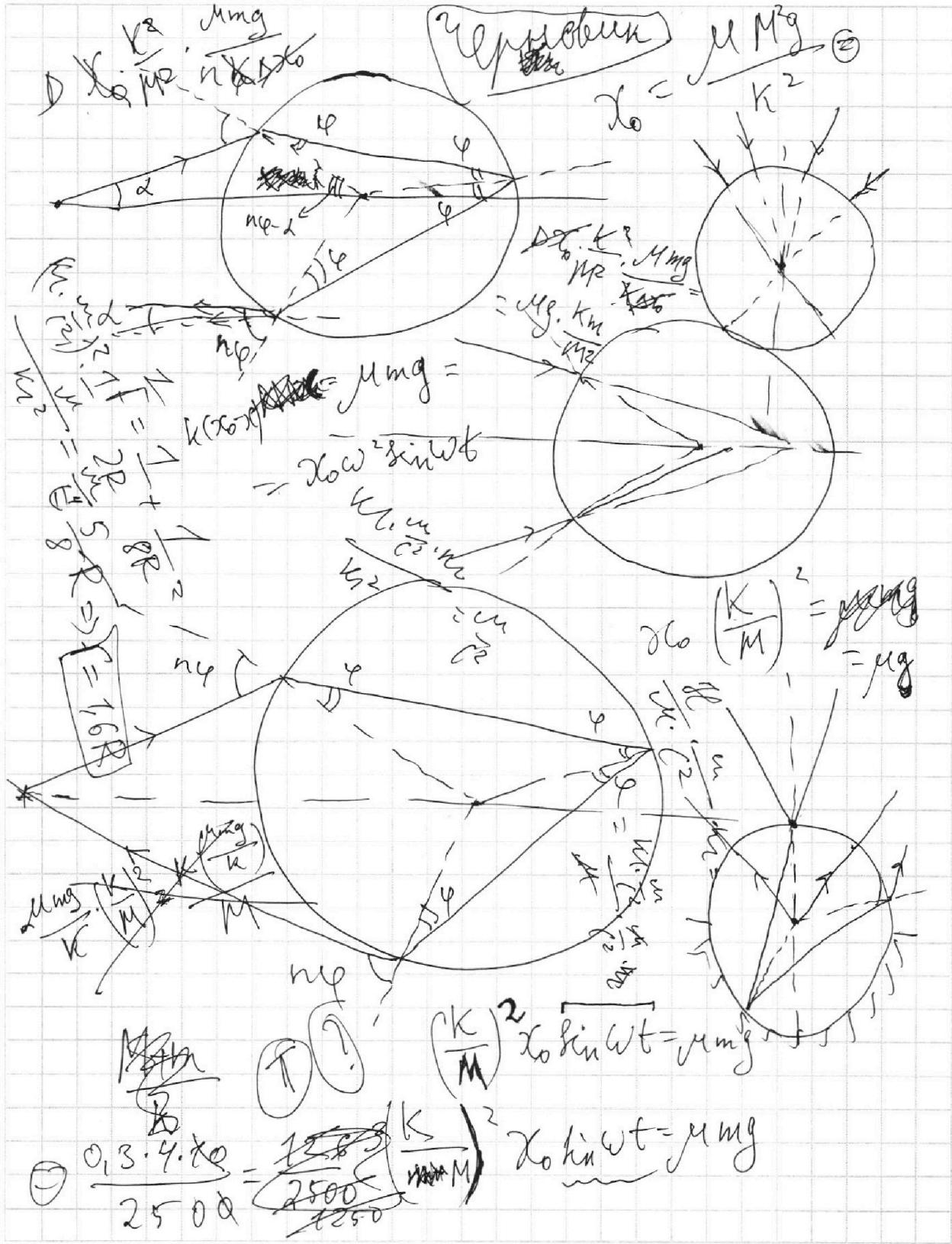


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



I

I



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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

