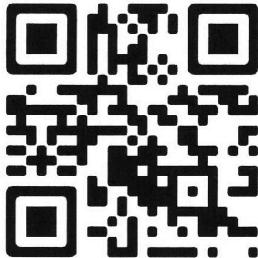


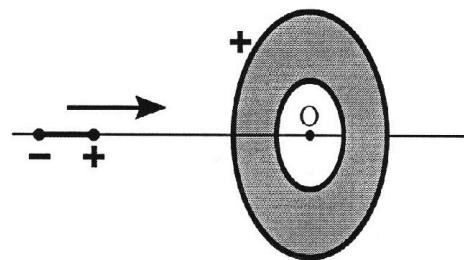
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

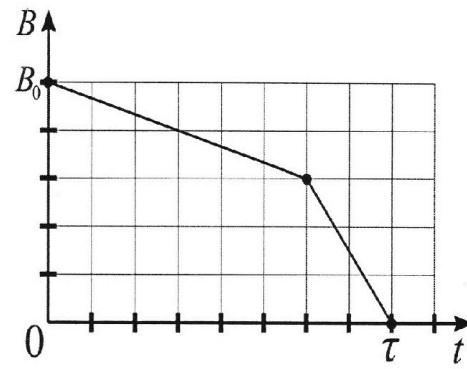
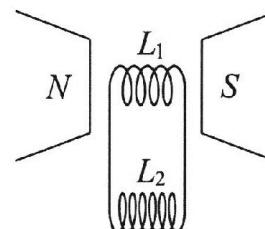
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

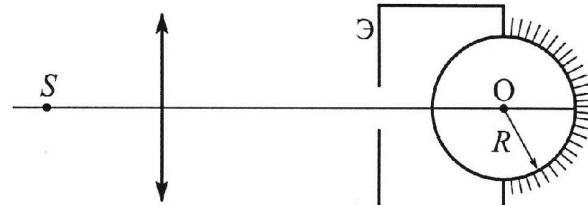
4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 8L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



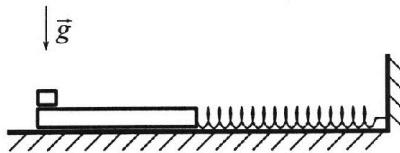
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

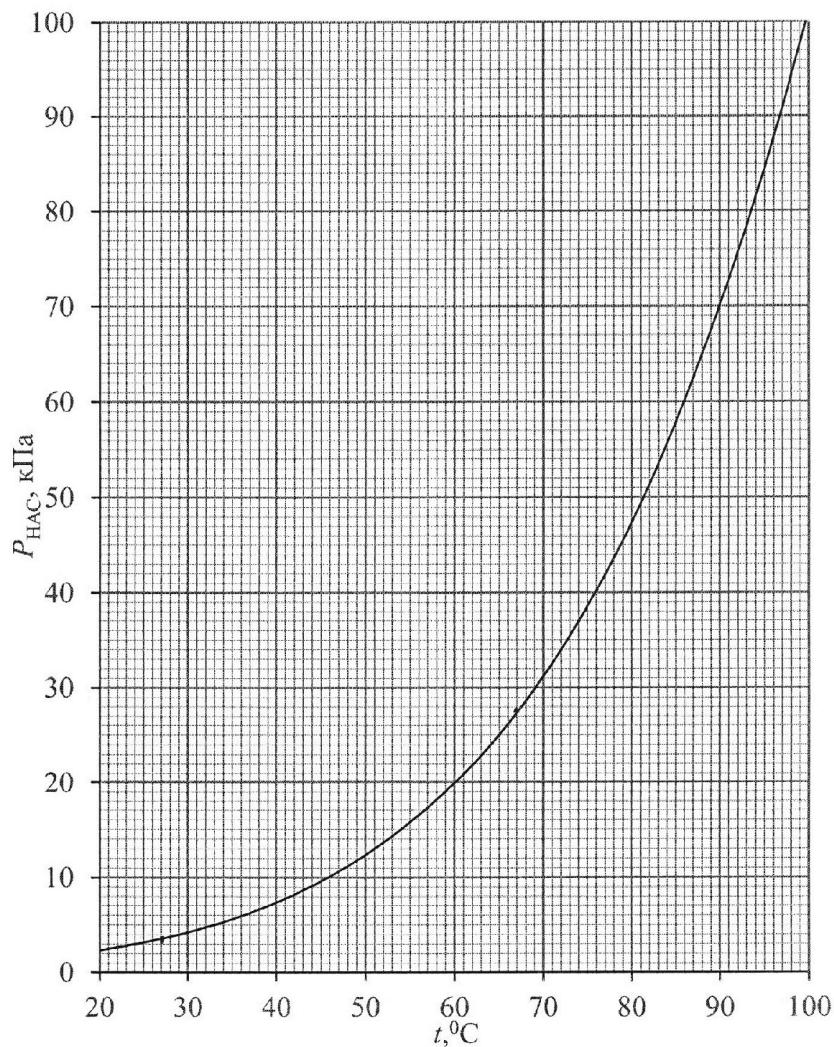


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

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

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



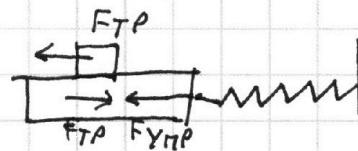


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 6

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



сила тяжести будет
ускорять брусков

доска не ускоряется, если $F_{TP} = F_{УПР}$.
В этом моменте, когда это случилось впервые раз, скорость относит бруска относительной доски будет равна 0.

допустим что случилось чисто время t:

$$V_0 = \frac{F_{TP}}{m} \cdot t$$

$$F_{TP} = \mu \cdot mg$$

$$V_0 = \mu \cdot g \cdot t$$

в течении в системе брусков, доска, пружина постадионна.

$$\frac{k \cdot \Delta x^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + \frac{M V}{2}, \text{ работа силы пружин в системе}$$

$$F_{TP} = F_{УПР} \Rightarrow \mu mg = kx_1 \Rightarrow x_1 = \frac{\mu mg}{k}$$

Ускорение доски:

$$M \ddot{x}_0 = F_{УПР} = F_{TP} = kx - \mu mg$$

а) ускорение бруска:

$$m \ddot{x}_0 = \mu mg$$

$$M \ddot{x}_0 = -\ddot{x}, x - начальное пружины$$

$$-\ddot{x}_M = kx - \mu mg$$

$$-\ddot{x}_M - kx + \mu mg = 0$$

представим x как $x_1 = \left(\frac{\mu mg}{k} + x_0 \right)$

$$\ddot{x}_1 = \ddot{x} = \ddot{x}_0$$

$$-\ddot{x}_1 M - M \mu mg - kx_1 + \mu mg = 0 - \text{ гармонич. колебания}$$

$$\ddot{x}_1 M + kx_1 = 0$$

$$\omega^2 = \frac{k}{M} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

приложение в положение $kx = \mu mg$ соответствует по четверти периода

(из-за тяжести колебания затухают, поэтому постоянны)



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

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

СТРАНИЦА
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!

$$T \approx 2 \cdot 3 \sqrt{\frac{4}{100}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{1}{25}} \Rightarrow T \approx \frac{6}{5} \text{ с}$$

четверть периода это $\frac{6}{20} = 0,3 \text{ с} = t_1$

$$V_d = \mu mg \cdot t_1 = 0,4 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м/с}$$

Кинетическая энергия:

$$V_s = V_d = 1,2 \text{ м/с}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_d^2}{2} = E_{kin}$$

это и есть изменение физика

доска прошла расстояние ΔX ; бруск прошел расстояние

$$\frac{V_d \cdot t_1}{2}$$

Потери энергии равны $\mu mg (\Delta X - \frac{V_d \cdot t_1}{2})$, потому что трение равняется произведению на расстояние, которое прошел бруск отн. доски.

З.С.З.:

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_d^2}{2} + \mu mg(\Delta X - \frac{V_d \cdot t_1}{2}) = \frac{k\Delta X^2}{2}$$

$$\frac{k\Delta X^2}{2} - \mu mg \Delta X =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_d^2}{2} + \mu mg(\Delta X - \frac{V_d \cdot t_1}{2}) = \frac{kX_0^2}{2} - \frac{k(X_0 - \Delta X)}{2}$$

$$k(X_0 - \Delta X) = F_T P$$

$$X_0 - \Delta X = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$

$$X_0 - \Delta X = X_1$$

$$\Delta X = X_1 - X_0$$

$$\frac{kX_0^2}{2} - \mu mg (X_0 - X_1) = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_d^2}{2} + kX_0 \Delta X - \frac{kX_1^2}{2} - \frac{\mu mg}{2} \Delta X$$

$$\frac{kX_0^2}{2} - \mu mg X_0 = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_d^2}{2} + \frac{kX_1^2}{2} - \frac{\mu mg}{2} \cdot V_d \cdot t_1 - \mu mg X_1$$

это квадратное уравнение относительно X_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!

$$\frac{kx_0^2}{2} - \mu mg x_0 = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{Mv_g^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} + \frac{\mu mg \cdot V_0 \cdot t_1}{2} + \mu mg x_1 = 0$$

$\underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{=a=\text{const}}$

$$D = \mu^2 m^2 g^2$$

$$\frac{kx_0^2}{2} - \mu mg x_0 + a = 0$$

$$D = \mu^2 m^2 g^2 - 4a \cdot k$$

$$0,32 \cdot 4 = \\ = 2,88$$

$$x_0 = \frac{\mu mg \pm \sqrt{\mu^2 m^2 g^2 - 4a \cdot k}}{k}$$

$$\frac{1,44}{2} = 0,72$$

Вычислим a :

$$V_0 = 1,2 \text{ м/с}$$

$$t_1 = 0,3 \text{ с}$$

$$100 \cdot 0,04 = 4$$

$$x_1 = 0,04 \text{ м}$$

$$\frac{4 \cdot 0,04}{2} = 0,08$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\frac{3,6 \cdot 0,04}{2} = 0,72$$

$$M = 4 \text{ кг}$$

$$K = 100 \text{ Н/м}$$

$$0,086$$

$$\mu = 0,4$$

$$a = 0,4 \cdot 10 \cdot 0,04 + \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 0,3}{2} - \frac{100 \cdot 0,04^2}{2} -$$

$$- \frac{4 \cdot 1,2^2}{2} - \frac{1,2^2}{2} = 0,16 + 0,72 - 0,08 - 1,44$$

$$- 0,72 - 2,88 = - 3,52$$

$$2a \cdot K = - 3,52 \cdot 2 \cdot 100 = - 560$$

$$\mu mg = 0,4 \cdot 10 = 4$$

$$x_0 = \frac{4 + \sqrt{16 + 560}}{100}; 16 + 560 = 576 = \\ = 24^2$$

$$x_0 = \frac{4 + 24}{100} = 0,28 \text{ м} - \text{ начальное} \\ \text{ состояние}$$

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
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!

$$1) \alpha_g = ag : \frac{F_{TP}}{m} = \frac{F_{УПР} - F_{TP}}{M} \Rightarrow F_{УПР} = \frac{F_{TP} \cdot M}{m} + F_{TP} = \\ = \frac{m \cdot g \cdot M}{m} + m \cdot g = 0,4 \cdot 4 \cdot 10 + 0,4 \cdot 10 = \\ = 5 \cdot 0,4 \cdot 10 = 20 \text{Н}$$

$$\text{Задача 1, } X_2 = \frac{F_{УПР}}{K} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ м}$$

Задача 1, что $X_2 < X_0$, так что это возможно

$$\underline{X_2 = 0,2 \text{ м}}$$

$$2) F_{УПР.Н} = X_0 \cdot K = 0,28 \cdot 100 = 28 \text{Н}$$

$$ag = \frac{F_{УПР.Н} - F_{TP}}{M} = \frac{28 - 0,4 \cdot 10}{4} =$$

$$= \frac{24}{4} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$\underline{ag, Н = 6 \text{ м/с}^2}$$

$$3) \text{ доска проходит } X_0 - X_2 = 0,28 - 0,2 = 0,08 \text{ м}$$

Бруск проходит относительно доски:

$$\Delta L = \frac{\alpha \cdot g \cdot t^2}{2} \quad \Delta X = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$\Delta L = \frac{E_kin + E_{pot}}{2}$$

Частота доски в этом момент

$$ag = KX - mg$$

$$ag = \ddot{x} \quad \ddot{x} = KX - mg$$

аналог такого колебания

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m_i \dot{x}_i^2$$



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

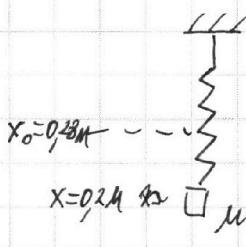
5

6

7

СТРАНИЦА
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!



$$\begin{aligned} \mu mg &= F_{\text{уп}} \\ F_{\text{уп}} &= \mu mg \\ x - \frac{\mu mg}{k/100} &= \frac{4}{100} = 0.08 \text{ м} \end{aligned}$$

• $x = 0.08 \text{ м}$ - точка хвостовика

$$E_{\text{пот}} = \mu mg \Delta x + \frac{k(x-\Delta x)^2}{2} = E_{\text{кин}}$$

$$\frac{M V_g^2}{2} = -\mu mg \Delta x + \frac{k(x-\Delta x)^2}{2} \quad \frac{kx^2}{2} - \frac{k(x-\Delta x)^2}{2}$$

$$\Delta x = 0.28 \text{ м} - 0.2 \text{ м} = 0.08 \text{ м}$$

$$V_g = \sqrt{\frac{\mu mg}{M} + \frac{k(x-\Delta x)^2}{M}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0.4 \cdot 10}{4} + \frac{100 \cdot 0.08}{4}$$

$$V_g = \sqrt{\frac{2 \mu mg}{M} + \frac{kx^2}{M} - \frac{k(x-\Delta x)^2}{M}}$$

$$V_g = \sqrt{-\frac{2 \cdot 0.4 \cdot 10}{4} \cdot 0.08 + \frac{100 \cdot 0.28^2}{4} - \frac{100 \cdot 0.2^2}{4}}$$

Это верно, т.к. что направлена в одну сторону на этом пренебрежение.

$$V_g = \sqrt{2 + \frac{4 \cdot 0.28 - 5 \cdot 0.02}{0.08}} =$$

$$= \sqrt{2 + 2,1 - 0,1} =$$

$$= \sqrt{1 + 1,96} = \sqrt{2,96} \text{ м/с}$$

$$\begin{aligned} \text{Ответ: } 1) & 0.2 \text{ м} \\ 2) & 6 \text{ м/с}^2 \\ 3) & \end{aligned}$$



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.

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!

$$\begin{aligned}Vg &= \sqrt{-0,08 \cdot 2 + 4 \cdot 0,28 - 5 \cdot 0,2} = \\&= \sqrt{1,16 + 1,96} = \sqrt{0,8} \text{ м/c} = \underline{\frac{2}{\sqrt{5}} \text{ м/c}}\end{aligned}$$

Ответ: 1) 0,2 м

2) 6 м/c^2

3) $\frac{2}{\sqrt{5}} \text{ м/c}$



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

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

$t_{\text{нач}} = 24^\circ\text{C} \approx 300\text{K}$, при такой температуре давление в начальном состоянии пары $\approx 3,5\text{kPa}$

П.к. вся вода испарится, то итоговая масса пара будет равна $M_f + M_{\text{пары}}$, т.к. $M_f = 3M_{\text{пары}}$, то $M_{\text{пары}} = M_f + M_{\text{пары}} = 3M_{\text{пары}}$

$$\frac{M_{\text{пары}}}{M_{\text{пары}}} = \frac{3}{1}$$

$M_{\text{пары}} = V \cdot \nu \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}$, $\begin{cases} V = \text{const} \\ M_{\text{H}_2\text{O}} = \text{const} \end{cases} \Rightarrow M_f \sim V$ коэффициент пропорциональности

делаем схему $P_f \cdot V_f = P_f T_f \Rightarrow \nu = \frac{P_f V_f}{R_f T_f}; \frac{V_f}{T_f} = \text{const}$

$V \sim \frac{P_f}{T_f}$ Вся вода испарится в момент, когда $\frac{P_f}{T_f}$ будет равно $\frac{P_{\text{нач}}}{t_{\text{нач}}}$

делаем примерную схему t^* , читая изменения + значительного изменения темп. P_f :

тогда $T = \text{const}$ и $P_f = 8 P_{\text{нач}} = 8 \cdot 3,5 = 28\text{kPa}$
 28kPa соответствует температуре $\approx 68^\circ\text{C}$

$$t = 68 + 243 = 341\text{K}$$

$$\frac{P_f}{T} = \frac{8 P_{\text{нач}}}{341 t_{\text{нач}}} \quad \text{или} \quad \frac{300}{341} \cdot 8 \frac{P_{\text{нач}}}{t_{\text{нач}}} \approx 0,9 \cdot 8 \frac{P_{\text{нач}}}{t_{\text{нач}}} = 8,42 \frac{P_{\text{нач}}}{t_{\text{нач}}}$$

Значит t^* должна быть близкого значения $t_{\text{нач}}$ или 341K .

Заметим, что график стал круче, т.е. давление сильнее изменяется относительно температуры. График лежит выше темп. и в этом разр.

P_f нужно увеличить ~~на~~ $\frac{341}{300}$ раз, что $\approx 1,14$
 $28 \cdot 1,14 = 30,8 + 1,12 \approx 32\text{kPa}$

32kPa соответствует температуре 42°C

Заметим, что $42^\circ\text{C} = 341 + 4 = 345\text{K}$

Изменение температура в этом разр. очень мало ($\frac{345}{341}$), так что мы можем пренебречь.

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!

Значит $t^* \approx 42^\circ C$

$$\varphi = \frac{P_{КОН}}{P_{НАЧ}} \quad P_{НАЧ,КОН} = 100 \text{ кПа}$$

$$\frac{P}{V} \cdot T = \frac{V}{V} \cdot R \cdot T \quad V = 8V_{НАЧ} : \quad P_{НАЧ} \cdot T = V_{НАЧ} \cdot R \cdot T_{НАЧ}$$

$$P_{КОН} = \frac{V_{КОН} \cdot R \cdot T_{КОН}}{T}$$

$$\frac{P_{КОН}}{P_{НАЧ}} = \frac{V_{КОН} \cdot T_{КОН}}{V_{НАЧ} \cdot T_{НАЧ}} ; \quad \frac{V_{КОН}}{V_{НАЧ}} = \frac{8}{1} \quad \text{и} \quad \frac{T_{КОН}}{T_{НАЧ}} = \frac{373}{300}$$

$$P_{КОН} = P_{НАЧ} \cdot 8 \cdot \frac{373}{300} = 3,5 \cdot 8 \cdot 1,24$$

$$P_{КОН} = 28 \cdot 1,24 = \frac{342}{300} = 1,12 \approx 34,3 \text{ кПа}$$

$$\varphi = \frac{P_{КОН}}{P_{НАЧ}} = \frac{34,3}{100} = 34,3\%$$

Ответ: 1) 8

2) $\approx 42^\circ C$

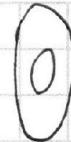
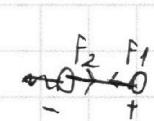
3) $\approx 34,3\%$



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

СТРАНИЦА
1 из 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!



m - масса заряда

$F_1 > F_2$, т.к. заряд + в движении к диску;

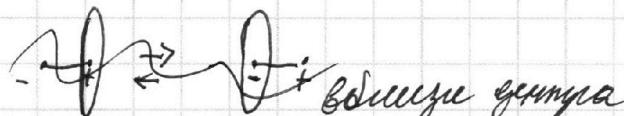
если заряд + идет вдоль радиуса диска,

оставаясь малой скоростью, то он никогда

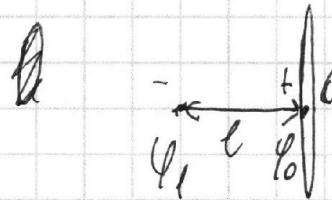
пролетит, т.к. ~~помогает~~, где заряд +

~~находится на в.о и имеет начальную скорость~~

~~соответствует такому колебанию:~~



Допустим, что в движении диска есть потенциал φ_0 , а на расстояние $l - \varphi_1$; расстояние l есть длина дуги:



$$(\varphi_0 - 0) \cdot q = -(V_1 - 0) \cdot q \Rightarrow$$

помог
заряд

$$\pi \rightarrow \frac{m V_0^2}{2}, \text{ З.С.З. когда}$$

заряд + в т. о.

будут считать, что $\varphi_0 q - \varphi_1 q = \frac{m V_0^2}{2}$

Заряды уменьшились в 3 раза:

$$\text{тогда } q' = \frac{1}{3} q, \text{ тогда: } (\varphi_0 - \varphi_1) q' = \frac{1}{2} \frac{m V_0^2}{3}$$

\Rightarrow при прохождении диска от радиуса R до радиуса $\frac{R}{3}$ его кинетическая энергия уменьшилась на $\frac{m V_0^2}{6}$ (скорость при входе (+ в т. о.) и

выходе (- в т. о.) равны, т.к. поменялись ~~заряды одинаковы~~)



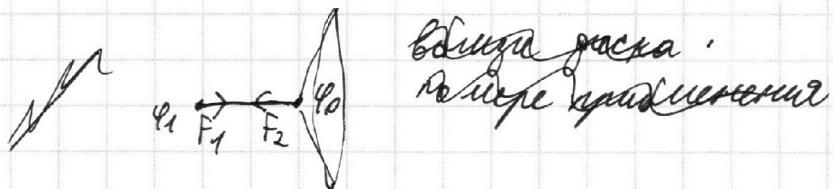
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
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 Положение φ_1 и φ_0 такое, что $F_2 = F_1$:



если т.к. φ_0 очень мало, то φ_0 находится почти в центре.

По максимальная при полете соответствующему положению:

$$\begin{array}{c} - \\ \text{---} \\ \varphi_0 \quad \varphi_1 \end{array} + \quad -\varphi_0 g + \varphi_1 g = -\frac{m V_0^2}{2}$$

П.к. φ_0 находится практически в центре, то скорость при пролете здара + через центр может считать равной V_1 , где

$$\frac{m V_1^2}{2} = \frac{2m V_0^2}{2} - \frac{2m V_0^2}{2} \cdot \frac{1}{3} \alpha$$

$$V_1^2 = \frac{2}{3} V_0^2$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$$

максимальная скорость при этом соотв. зеркальному положению диска:

$$\frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V_0^2}{2} + \frac{2m V_0^2}{2} \cdot \frac{1}{3} \alpha$$

$$V_2^2 = m V_0^2 + \frac{1}{3} V_0^2 = \frac{4}{3} V_0^2$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{4}{3}} V_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{2}{3}} V_0$

$$2) \sqrt{2}$$

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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

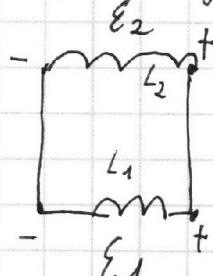
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\mathcal{E} = \frac{dB}{dt} \cdot S_1; \text{ захватывает одно поле}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{dB}{dt} S_1 \cdot n$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{n}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{L_2}{L_1} n = \frac{8}{5} n$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot \frac{8}{5} n$$



\mathcal{E}_0 - DC система

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot \frac{3}{5} n, \text{ м.к.}$$

\mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 имеют одинаковую полярность

$$\mathcal{E}_0 = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = 13L \cdot \frac{dI}{dt}$$

По графику видно, что $\frac{dB}{dt}$ приближается к нулю

$$t \in [0; \frac{3}{4}\pi] - \frac{dB}{dt} = \frac{0.2B_0}{\frac{3}{8}\pi} = \frac{\frac{1}{5}B_0}{\frac{3}{8}\pi} = \frac{8B_0}{15\pi}$$

$$t \in [\frac{3}{4}\pi; \pi] - \frac{dB}{dt} = \frac{\frac{3}{5}B_0}{\frac{1}{4}\pi} = \frac{12B_0}{5\pi}$$

$$\mathcal{E}_0 = \frac{8}{15}\frac{B_0}{\pi} \cdot S_1 \cdot \frac{3}{5}n; t \in [0; \frac{3}{4}\pi]$$

$$\mathcal{E}_0 = \frac{12}{5}\frac{B_0}{\pi} \cdot S_1 \cdot \frac{3}{5}n; t \in (\frac{3}{4}\pi; \pi]$$

$$13L \cdot \frac{dI}{dt} = \mathcal{E}_0 \Rightarrow 13L dI = \frac{\mathcal{E}_0 \cdot dt}{13L} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_0 \cdot t}{13L}$$

м.к. в начале $t=0$, то

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!

$$13L I_{КОН} = \underbrace{\frac{8}{15} \frac{B_0}{\pi} \cdot S_1 \cdot \frac{3}{5} n \cdot \frac{3}{4} \tau}_{\text{протяженность } \tau \in [0; \frac{3}{4} \tau]} + \underbrace{\frac{12}{5} \frac{B_0}{\pi} \cdot S_1 \cdot \frac{3}{5} n \cdot \frac{1}{4} \tau}_{\tau \in (\frac{3}{4}; \infty]}$$

$$13L I_{КОН} = B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot \frac{\frac{2}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4}}{\frac{45}{5} \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{4}{5}} + B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot \frac{\frac{12}{5} \cdot \frac{3}{5}}{5 \cdot 5 \cdot 4}$$

$$13L I_{КОН} = B_0 \cdot S_1 \cdot n \left(\frac{6}{25} + \frac{9}{25} \right) = B_0 \cdot S_1 \cdot n \cdot \frac{15}{25}$$

$$I_{КОН} = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L} \cdot \frac{3}{65}$$

З.ч. 3;

$$\frac{L_1 I_{КОН}^2}{2} + \frac{L_2 I_{КОН}^2}{2} = E_0 \cdot q_0$$

$$q_0 = \frac{I_{КОН}^2 \cdot 13L}{2 E_0} \approx \frac{B_0^2 \cdot S_1^2 \cdot n^2}{2 L \cdot E_0} \cdot \frac{3^2}{13 \cdot 5^2}$$

$$q_0 = \frac{9}{650} \frac{B_0^2 \cdot S_1^2 \cdot n^2}{L \cdot E_0}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{65} \frac{B_0 S_1 \cdot n}{L}$

2) $\frac{9}{650} \frac{B_0^2 S_1^2 \cdot n^2}{L \cdot E_0}$



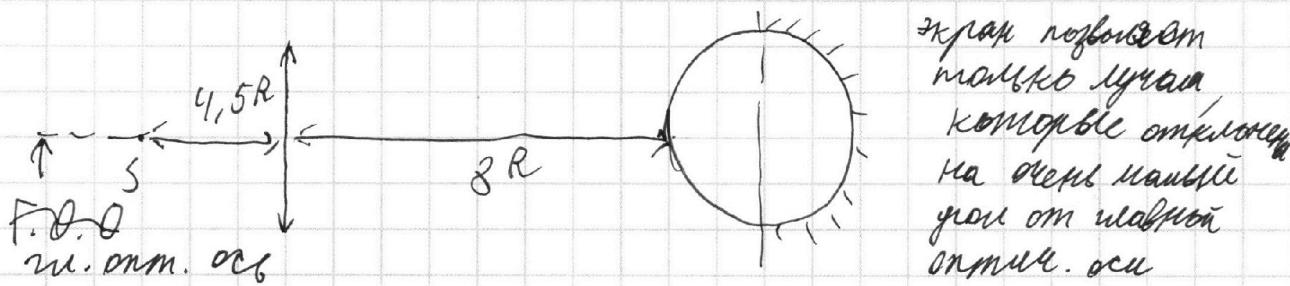
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи** отдельно.

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

СТРАНИЦА

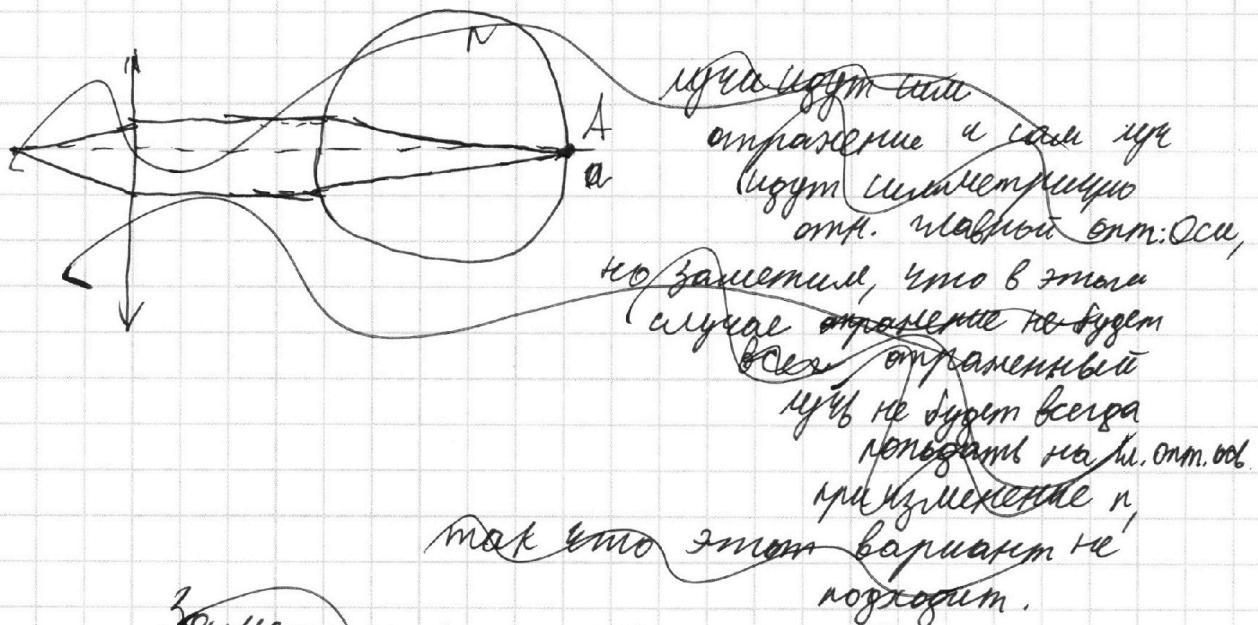
1 из 4

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



экран получает только лучи, которые отклонены на очень малый угол от главной оптической оси попадают на экран.

Чтобы для изображение источника было видно в той же точке, что и сам источник, луч должен идти так:



Замечаем, что лучи должны идти
симметрично относительно главной
оптической оси п.с. отраженные
лучи должны падать в точку O.
П.к. отверстие очень мало, то
лучи, которые сильно отклоняются
от точки O не попадут
в него обратно.

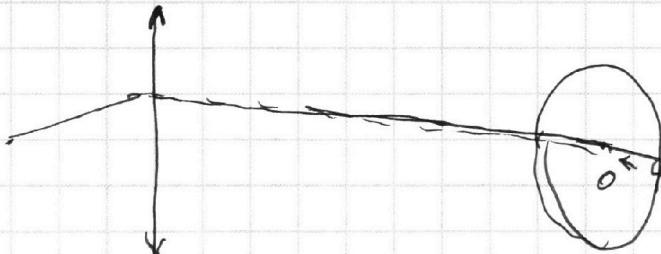
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

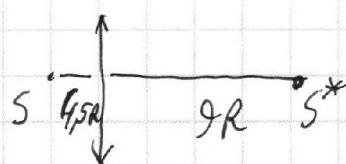
лучи должны падать перпендикулярно поверхности шара; так и не будет шесть значений.



луч отразится в том же направлении.

О находится на расстояние $b+R$ от центра шара.

$$b+R = 9R$$



получаем

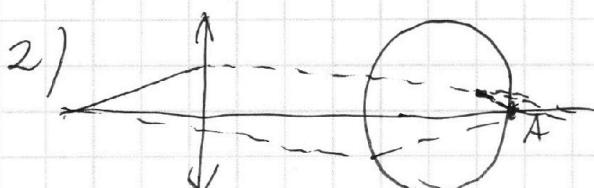
S^* должно находиться в О: лучи падающие на О всегда \perp шару.

изображение S^* находится на расстояние

$9R$:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{4.5R} + \frac{1}{9R} = \frac{2+1}{9R}$$

$$f = \frac{9R}{3} = 3R$$



внутри шара луч падает в точку А, которая находится на шар. опт. оси,

В этой случае все лучи проходят отражатомся и идущими от А. ш. опт. оси, вследствие чего они дают пересекущие повторюю

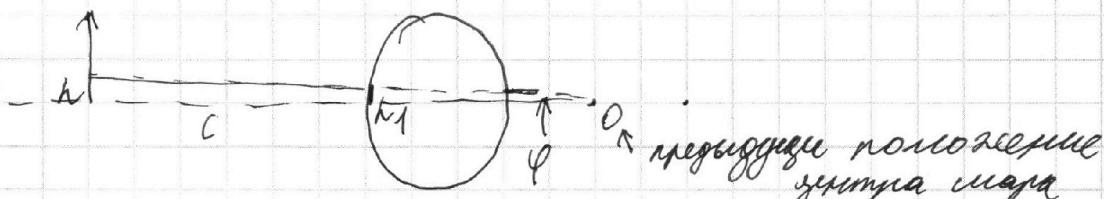
5.

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
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!

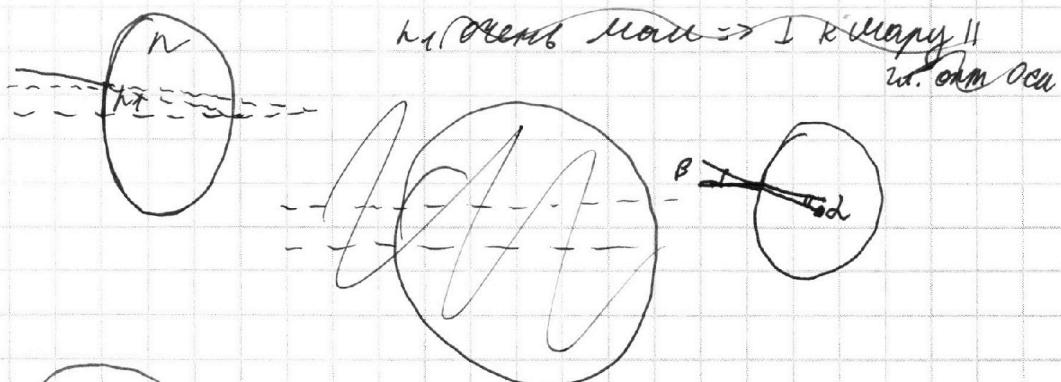
взяли мяч с начальной высотой h .



$$\sin \varphi = \frac{h}{9R}$$

$$C = 8R - 3R = 5R$$

$$h_1 = \varphi \cdot (9R - C) = 4R \cdot \varphi = \frac{h}{9R} \cdot 4R = \frac{4}{9}h - \text{из нач.}$$



$$\angle C = \frac{h_1}{R} = \frac{4h}{9R} \quad \beta = \arctan C = \frac{4h}{9R} - \frac{h}{9R} = \frac{1h}{3R}$$

$$d =$$

$$\delta = \frac{h_1}{2R} \quad \delta + d = C \quad d = C - \delta = \frac{h}{3R} - \frac{4h}{18R} = \frac{2h}{18R} = \frac{1h}{9R}$$

по закону Гюйгенса:

$$\sin \beta \cdot 1 = \sin \delta \cdot n \Rightarrow \beta = n \cdot \delta \quad n = \frac{\beta}{\delta} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3}$$

н.р. задачи неизв.



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
4 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!

$$n = \frac{9}{3} = 3$$

Ответ: 1) 3R
2) 3