



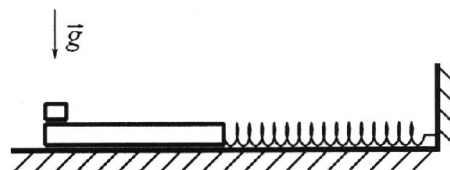
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

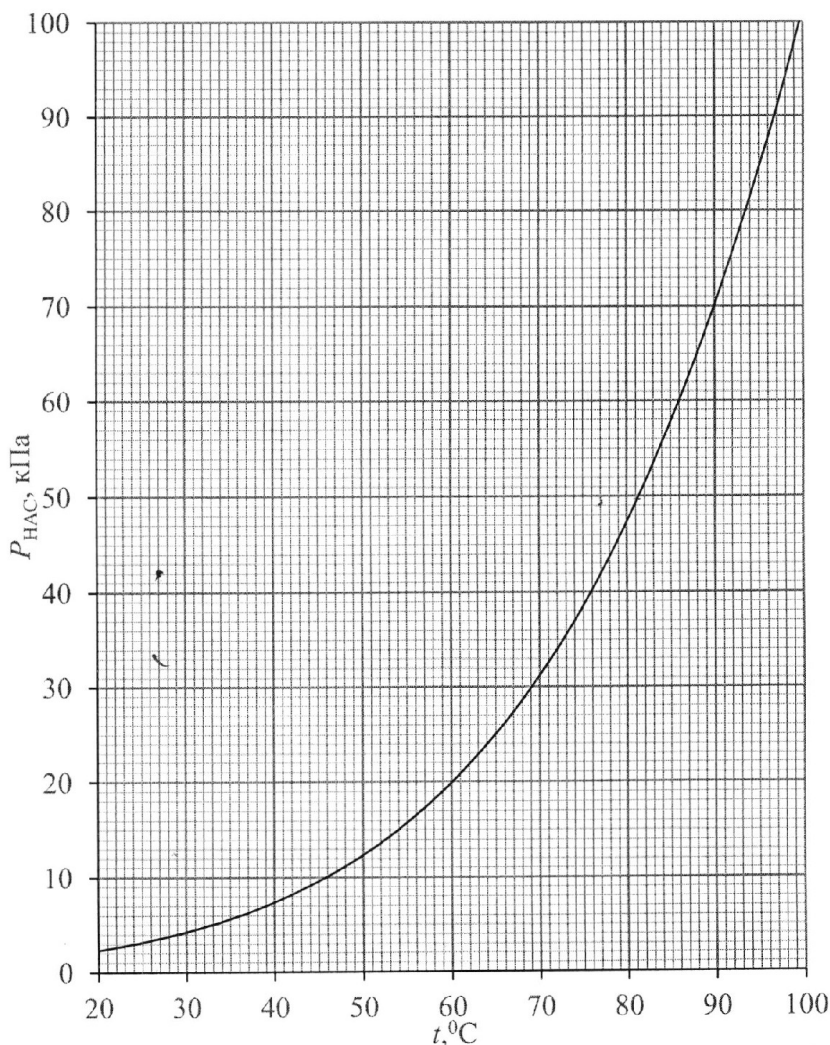


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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

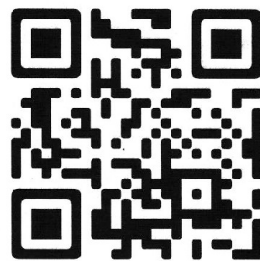




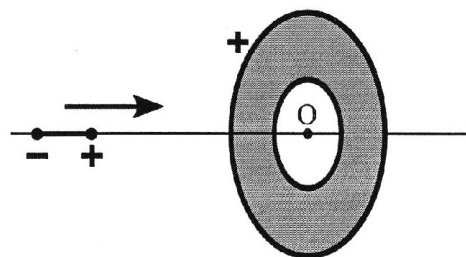
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

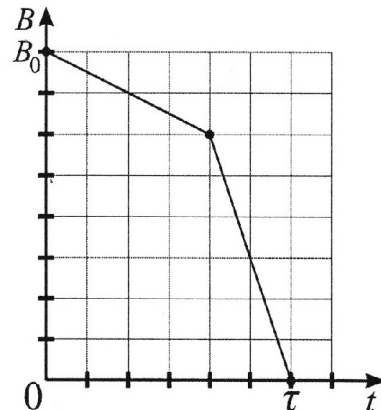
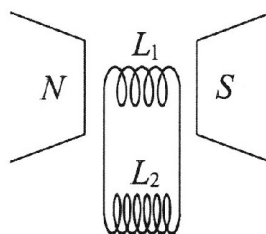


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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



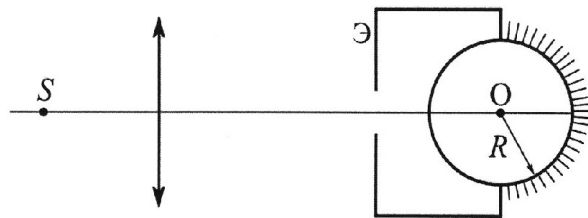
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $\tau$ . 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  $S$  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  $\alpha$  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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$k = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

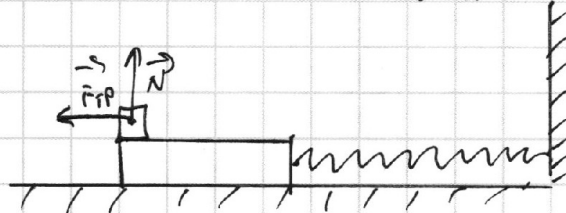
Найти:

$$\Delta l, ?$$

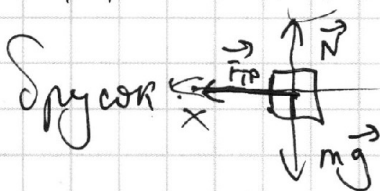
$$\alpha_0, ?$$

$$\varphi_{\text{н}}, ?$$

Решение:



$F_{\text{тр}}$  - сила трения, макс. приложена к центру масс



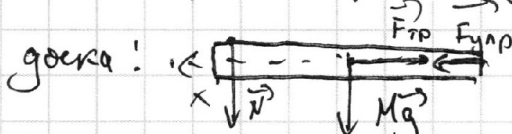
$$\text{II закон Ньютона: } \vec{F} = m \vec{a}$$

$N$  - нормальная сила реакции опоры

$$\text{Oy: } N - mg = 0 \quad N = mg$$

$F_{\text{упр}}$  - сила упругости

$$\text{Ox: } F_{\text{тр}} = m a_{\text{др}}$$



По II закону Ньютона брусок

действует на доску с силами  $N$  и  $F_{\text{тр}}$  с противоположными направлениями.

II закон Ньютона:

$$\text{Ox: } m a_{\text{д}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$$1) a_{\text{отн}} - \text{ускорение бруска от доски. доска } \vec{a}_{\text{отн}} = \vec{a}_{\text{др}} - \vec{a}_{\text{д}}$$

$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow \vec{a}_{\text{др}} = \vec{a}_{\text{д}}$$

$$a_{\text{др}} = \frac{F_{\text{тр}}}{m}$$

$$M \cdot a_{\text{д}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$$\frac{M}{m} F_{\text{тр}} = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}}$$

$F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}} (1 + \frac{M}{m})$  т.к.  $a_{\text{отн}} = 0$  рассматриваемого случая не равнялось 0, можно сделать вывод, что у бруска есть скорость втр. доски  $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$  (формула для силы трения скольжения)

$$N = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$F_{\text{упр}} = k \Delta l, \text{ закон Гука}$$

$$\Rightarrow k \Delta l_1 = \mu mg (1 + \frac{M}{m})$$

$$\Delta l_1 = \frac{\mu mg}{k} (1 + \frac{M}{m})$$

$$\Delta l_1 = \frac{0,3 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} (1 + \frac{2 \text{ кг}}{1 \text{ кг}}) = \frac{3 \cdot 0,3}{5} \text{ м} = \frac{0,9}{5} \text{ м} = \frac{9}{50} \text{ м} = 18 \text{ см}$$



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

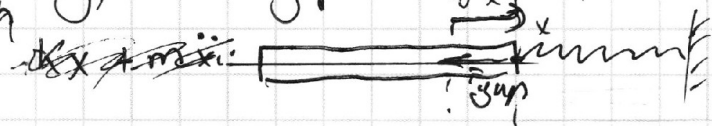
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2) M a_0 = F_{уп} - F_{тр}$$

$$\vec{a}_{отн} = \vec{a}_{др} - \vec{a}_g = \frac{\vec{F}_{те}}{m} - \frac{\vec{F}_{уп}}{M} + \frac{\vec{F}_{тр}}{M}$$

Рассмотрим  $a_g = 0$ , т.к. движение прекращается силой трения и, а значит  $a_{др} = 0$ , т.е.  $a_{отн} = a_g - a_{др} = 0$ .  
Таким  $v_{др} = v_g$  брусок движется с ускорением  $a = \mu g$  (а  $\mu = 0,3$ )  
всегда когда есть относительное перемещение.

$\Rightarrow v_{др} = \mu g t$ , а  $g$  скорость груза меняется по гармоническому закону, т.к.  $F_{уп} \sim x$  и направлена против смещения:



$x=0$  - пружина не растянута

$$M a x'' = -kx + F_{тр}$$

$$M a x'' + kx = \text{const} \quad T = 2\pi \omega = \frac{k}{\mu M} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\mu M}{k}}$$

$$|a_g| = |a_0 \cos(\omega t)|$$

$$\text{т.к. когда } a_g = 0 \quad v_g - \text{max} \Rightarrow v_g = \frac{a_0}{\omega}$$

$$|v_g| = \frac{a_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$v_g = a_0 \sqrt{\frac{\mu M}{k}}$$

$v_{др} = \mu g t$   $t = \frac{T}{4}$  - т.к.  $a_{отн}$  ускорение груза изменяется с максимального  $g_0$   $0$  за  $t = \frac{T}{4}$

$$v_{др} = \frac{\mu g T}{4} = v_g \quad \frac{\mu g T}{4} = a_0 \sqrt{\frac{\mu M}{k}}$$

$$a_0 = \frac{2\pi \mu g}{4}$$

$$a_0 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 10}{4} \frac{M}{c^2} = 4,5 \frac{M}{c^2}$$



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  
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!

Я рассмотрел два случая, когда  $a_{\text{отн}} = 0$ , равные числителя ток, когда  $a_0 = a_g = a_g = 3 \frac{M}{C^2}$ . Т.к.  $3 \frac{M}{C^2} = 4,5 \frac{M}{C^2}$ , но  $3 \frac{M}{C^2} > 0 \frac{M}{C^2}$ , а ускорение гоним убывает  $\omega$  временем

$$a_g = 3 \frac{M}{C^2} \quad a_g = a_0 \cos \omega t$$

$$a \frac{d\theta}{dt} = a = a_0 \cos(\omega t) \quad \omega \sin \omega t = \frac{a_g}{a_0}$$

$$\theta(t) = a_0 \int \cos \omega t dt = \frac{a_0}{\omega} (\sin(\omega t)) \Big|_0^t = \frac{a_0}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\sin(\omega t) = \sqrt{1 - \cos^2(\omega t)} = \sqrt{1 - \left(\frac{a_g}{a_0}\right)^2}$$

$$\theta = \frac{a_0}{\omega} \cdot \sin(\omega t) = \frac{a_0}{\omega} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{a_g}{a_0}\right)^2} = \sqrt{a_0^2 - a_g^2} \cdot \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\theta = \frac{1}{\omega} \sqrt{(a_0 - a_g)(a_0 + a_g)} = \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sqrt{(a_0 - a_g)(a_0 + a_g)}$$

$$\theta = \sqrt{\frac{2 \frac{M}{C^2}}{50 \frac{M}{C^2}}} \cdot \left( \sqrt{1,5 \left(\frac{M}{C^2}\right)^2 - 3,5 \left(\frac{M}{C^2}\right)^2} \right) = 0,2 \cdot \frac{1}{10} \sqrt{15 \cdot 75} \cdot \frac{M}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{100} \cdot \sqrt{3 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 3} \frac{M}{C} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5}{100} \sqrt{5} \frac{M}{C} = \frac{3}{10} \sqrt{5} \frac{M}{C}$$

Ответ:  $\theta = \frac{3}{10} \sqrt{5} \frac{M}{C}$ ;  $a_0 = 4,5 \frac{M}{C^2}$ ;  $\theta = \frac{3}{10} \sqrt{5} \frac{M}{C}$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
4 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!

Дано:

$$t_0 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$M = 11\text{m}$$

$$t = 97^\circ\text{C} = 370\text{K}$$

Найти:

$$K = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\varphi = ?$$

Решение:

1)  $m$  - масса пара в начале  $M$  - масса воды

$m_1$  - масса пара в конце.

т.к. вся вода испарилась  $m_1 = M + m = 12m$

$$K = \frac{m_1}{m} = \frac{12m}{m} = 12$$

2) П.к. в сосуде в начале и воздух влажный  $\varphi = 100\%$   
 $p_{\text{нас}}(t_0) = 3,5\text{кПа} \equiv p_1$   $V$  - объём сосуда

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} R t_0$$

$$p_2 V = \frac{12m}{\mu} R t^*$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{12 t^*}{t_0}$$

т.к.  $p_2$  - давление насыщ. паров при  $t^*$   
 проведём прямую на графике с условной координатой  $\frac{12 p_1}{t_0}$  с размерностью

$$p = \frac{12 p_1}{t_0} = \frac{12 \cdot 3,5\text{кПа}}{300\text{K}} = \frac{4 \cdot 3,5\text{кПа}}{300\text{K}} = \frac{14\text{кПа}}{100\text{K}}$$

т. пересечения будет  $t^* = 81^\circ\text{C} = 354\text{K}$

$$p_{\text{нас}}(t^*) = 50\text{кПа} \equiv p_2$$

после  $t^*$  - водяной пар будет уже как идеальный газ, т.к. испарение больше нет

$\Delta$  - кол-во в-ва пара

$$p_2 V = \Delta R t^*$$

$$p_3 V = \Delta R t \quad p_3 = p_2 \cdot \frac{t}{t^*}$$

$$p_3 p_{\text{нас}}(t) = 50\text{кПа} \equiv p_4$$



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!

$$\varphi = \frac{p_2}{p_u} = \frac{p_a \cdot t}{p_u \cdot t^*}$$

$$\varphi = \frac{50 \text{ кПа} \cdot \cancel{370 \text{ K}}}{91 \text{ кПа} \cdot 354 \text{ K}}$$

$$\varphi = \frac{50 \cdot 370}{91 \cdot 354} = \frac{50 \cdot 185}{91 \cdot 177}$$

Ответ:  $K=1,2$ ;  $t^*=81^\circ\text{C}$ ;  $\varphi = \frac{50 \cdot 185}{91 \cdot 177}$

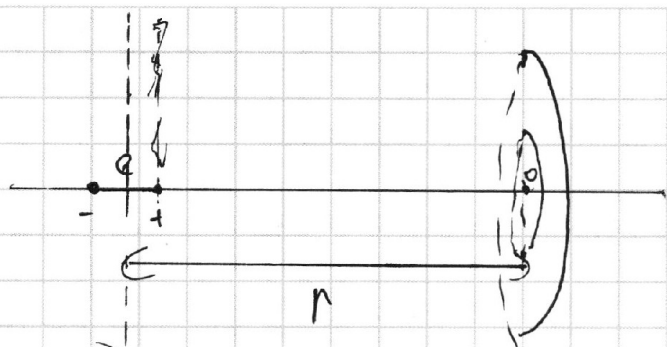


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



~~$$\frac{kq}{r^2} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{kq}{r^2} \left(1 - \frac{r}{R}\right) = \frac{m v_0^2}{2}$$~~

$Q$  - поверхность, площадь заряда  $Q = S \cdot \pi (R_2^2 - R_1^2)$   
 $R_2$  - радиус большого кольца  $R_1$  - радиус маленького кольца

~~$$\cos \alpha = \frac{r}{R}$$

$$dE = \frac{k dq}{r_1^2} = \frac{k dq}{r^2 + R^2}$$

$$dE_2 = dE \cos \alpha = \frac{k dq}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \cdot r$$

$$dq = \lambda dl$$

$$E_2 = \frac{k r}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \cdot \lambda \cdot 2\pi R$$~~

~~$$E_2 = \frac{k r}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \cdot \lambda \cdot 2\pi R$$~~

$E_n \sim q \Rightarrow \epsilon = \alpha q$   $\alpha$  - коэф.  
 $q$  - заряд шарика в диполе  $E_n$  - потен.  
 цилиндрические стержни

ЗСД!

1:  $\frac{m v_0^2}{2} = E_1 = \alpha q$   $m$  - удельная масса гравит

2:  $\frac{m v_0^2}{2} = E_2 + \frac{m v_1^2}{2}$   $E_2 = \alpha \frac{q}{2} = \frac{m v_0^2}{4}$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_0^2}{4} + \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_0^2}{4}$$

$$v_1^2 = \frac{v_0^2}{2} \quad v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

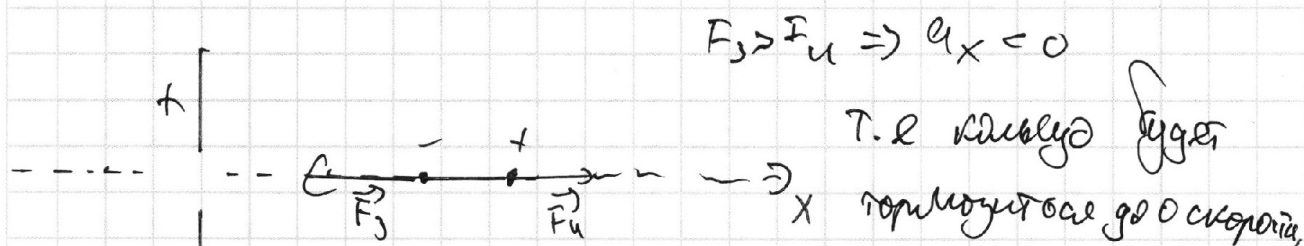
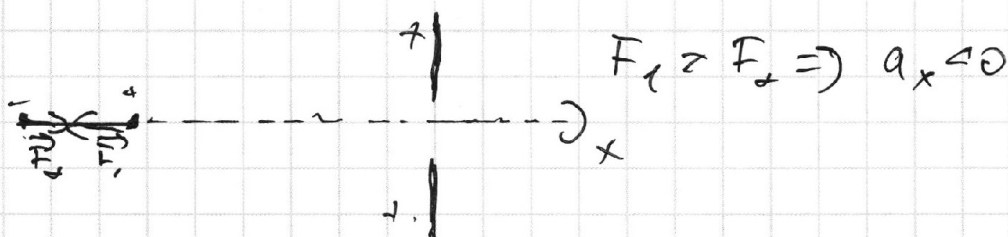
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

2) Когда гироль летит к колыцу шарик + ближе к колыцу  $\Rightarrow$  на него сила действует больше, чем на " - " , знака колыцо тормозит, т.к. отталкивающая сила больше притягивающей, а когда он гироль пролетит колыцо " - " становится ближе к нему,  $\Rightarrow$  от притягивающей сила становится больше отталкивающей, но направление ускорения колыца не меняется, и он всё равно будет тормозиться  $\Rightarrow$  максимальная скорость равна 0.

А максимальная так и останется  $v_0$

$$\Delta v = v_0 - 0 = v_0$$



а после поедет в другую сторону, но скорость будет  $< v_0$  по закону сохранения энергии

Ответ:  $v_1 = \frac{v_0}{2}$   $\Delta v = v_0$



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

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

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!

Дано:

$$L_1 = L, n$$

$$S_1, B_0$$

$$L_2 = 6L$$

и

Найти:

$$I_0 - ?$$

$$\Delta q - ?$$

$$\Delta q - ?$$

Решение:

1) Поток линий МП через контур сохраняется

$$\Phi_0^0 = B_0 n S_1 = \mu n S_1 I_0 \Rightarrow \Phi_0^0 = L \cdot I_0 + 6L \cdot I_0 = 7L I_0$$

$$7L I_0 = \Phi_0^0 \quad B_0 n S_1 = 7L I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$

$$2) \quad \Phi_0 = L \cdot y + 6L y = 7L y$$

$$\Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2$$

y - ток через контур  $\Phi_2$  - поток от внешнего поля

$$B_0 n S_1 = 7L y + B n S_1$$

$$y = \frac{(B_0 - B) n S_1}{7L}$$

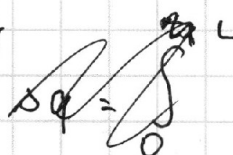


График можно разбить на 2 участка:  $\left(\frac{dB}{dt}\right)_1 = -\frac{B_0}{4 \cdot 2}$

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_1 = -\frac{3B_0}{8\tau} \quad \text{от } 0 \text{ до } t_1 = \frac{2\tau}{3}$$

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_2 = -\frac{3B_0 \cdot 3}{4 \cdot \tau} = -\frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau}$$

$$1: B = B_0 - \frac{3B_0}{8\tau} \cdot t \quad t \in [0; \frac{2\tau}{3}]$$

$$2: B(t) = 0 = B_1 - \frac{3B_0}{4\tau} \cdot t = 0 \quad B_1 = \frac{3B_0}{4}$$

$$B = \frac{3B_0}{4} - \frac{3B_0}{4\tau} \cdot t \quad t \in [\frac{2\tau}{3}; \tau]$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 \quad \Delta q_1 = \int_0^{\frac{2\tau}{3}} y dt = \frac{B_0 n S_1}{7L} \cdot \frac{2\tau}{3}$$

$$y_1 = \frac{(B_0 - B_0 + \frac{3B_0}{8\tau} t) n S_1}{7L} = \frac{3B_0 n S_1}{56L} \cdot \frac{t}{\tau}$$



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!

$$\Delta q_1 = \int_0^{\frac{2\tau}{3}} 3 \cdot dt = \frac{3 B_0 n S_1}{56 L} \int_0^{\frac{2\tau}{3}} t dt = \frac{3 B_0 n S_1}{56 L} \cdot \frac{4\tau^2}{2 \cdot 9} =$$

$$= \frac{B_0 n S_1 \tau^2}{L} \cdot \frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 3} = \frac{1}{84} \frac{B_0 n S_1 \tau^2}{L} = \frac{1}{84} \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}$$

$$\Delta q_2 = \int_{\frac{2\tau}{3}}^{\tau} y_2 dt = \frac{n S_1}{7L} \int_{\frac{2\tau}{3}}^{\tau} \left( B_0 - \frac{5B_0}{4} + \frac{9B_0}{4\tau} t \right) dt \quad \text{③}$$

$$\text{③} \quad \frac{n S_1}{7L} \left( \left( \frac{9B_0}{4\tau} \frac{t^2}{2} \right) \Big|_{\frac{2\tau}{3}}^{\tau} + \left( -\frac{5B_0}{4} t \right) \Big|_{\frac{2\tau}{3}}^{\tau} \right) = \frac{n S_1}{7L} \cdot \left( \frac{9B_0}{84\tau} \cdot \frac{5\tau^2}{9} + \right.$$

$$\left. + \left( -\frac{5B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{3} \right) \right) = \frac{n S_1}{7L} \left( \frac{9 \cdot 5}{8} \frac{B_0 \tau}{8} - \frac{5}{12} B_0 \tau \right) = \frac{n S_1 B_0 \tau}{7L} \cdot \frac{5}{24} =$$

$$= \frac{5}{3} \cdot \frac{n S_1 B_0 \tau}{56 L} = \frac{5}{6} \cdot \frac{n S_1 B_0 \tau}{28 L}$$

$$\Delta q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{28 L} \left( \frac{5}{6} + \frac{1}{3} \right) = \frac{7}{6 \cdot 28} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24 L}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{B_0 n S_1}{7L} \quad \Delta q_* = \frac{n S_1 B_0 \tau}{24 L}$$



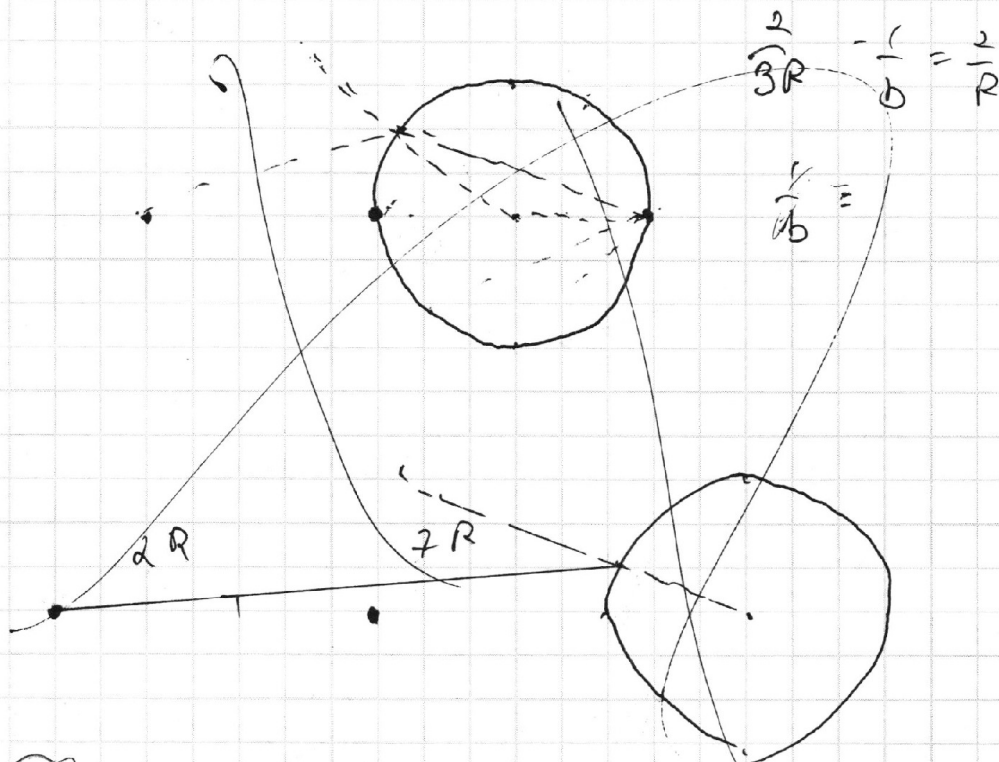


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 из 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!



Дано. к. п. шар не вылезет на изображение, значит лучи входят в шар проходя через <sup>его</sup> центр и  $\perp$  поверхности, тогда лучи выходят в том месте в котором зашли  $\Rightarrow$  источник совпадает с изображением. В таком случае  $S_1$  {изображ. после мезы в первый раз} лежит в центре шара:

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R+R} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \quad \frac{5}{8R} = \frac{1}{F} \quad F = \frac{8R}{5}$$

$\beta = 2R = 5 \cdot 5R$   
 $2\beta = 5(\alpha\beta - \alpha) \quad 5\alpha = 8\beta \quad \frac{\alpha}{\beta} = \frac{8}{5} = n \quad n = 1,6$   
 Для того чтобы изображение осталось в астигматизме,  
 лучи должны собираться в шаре в одной главной фо-  
 кале от линзы, для того чтобы после преломления от поверхности  
 от зеркала луч отражённый совпал с симметрично  
 падающим лучом, после чего из-за обратимости дв.  
 тонких лучей картинка не перевертывается, т.е.  
 лучи выходящие из шара совпадают с луча-  
 ми входящими в шар.