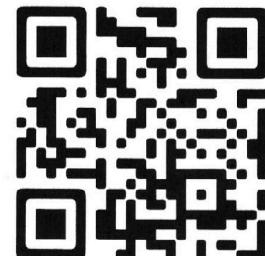




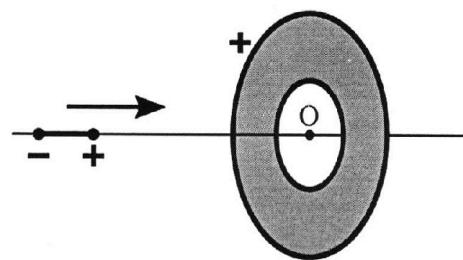
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 11-02**



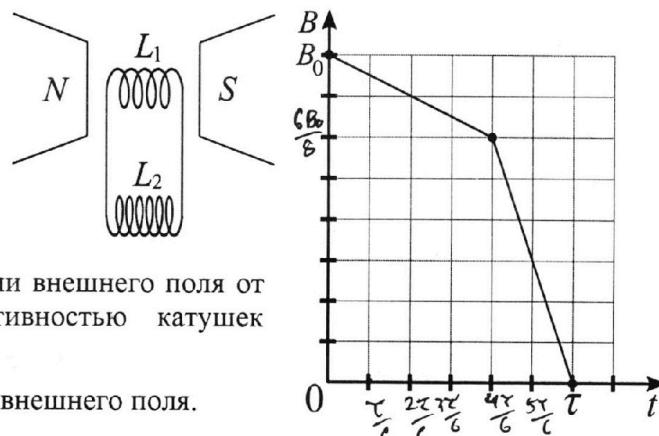
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**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  $V_0$ .



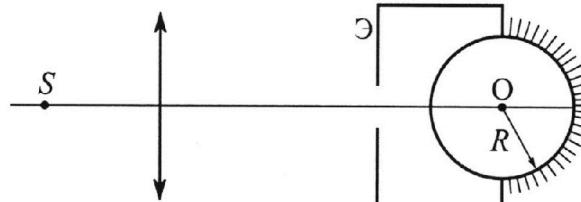
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

**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 пре небрежимо мало. Экран  $\mathcal{E}$  обеспечивает малость углов  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



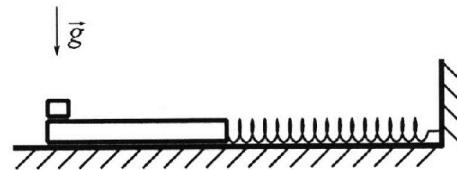
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**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 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.

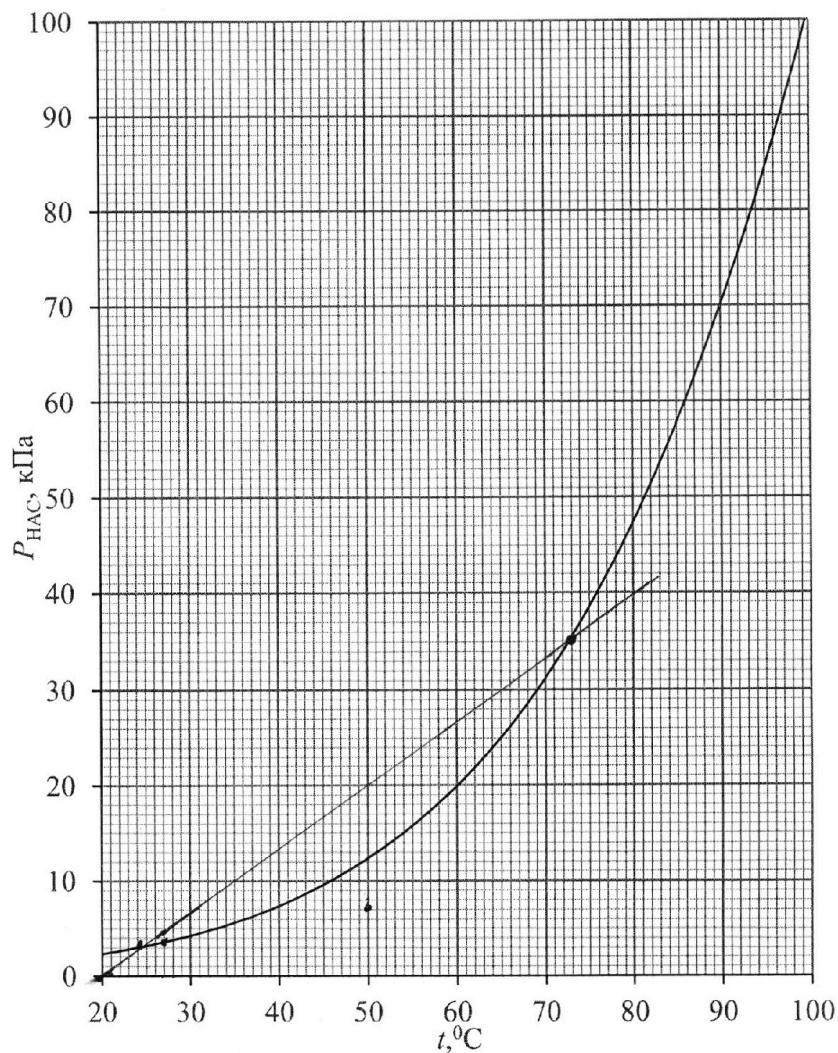


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре  $t_0 = 27$  °C и жидкая вода. 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  $\phi$  в конце нагревания.

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



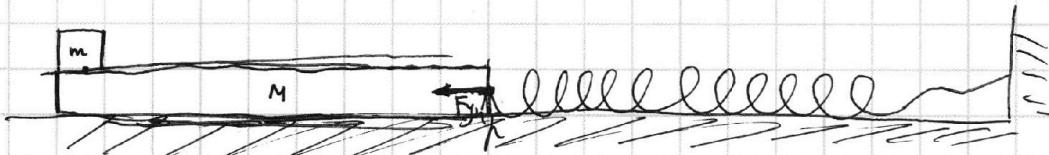
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 из 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!

N 1



1) если  $a_{\text{отн}} = 0$ , то ускорения  $m$  и  $M$  равны по модулю, имеют одинаковое направление. Тогда имеем:

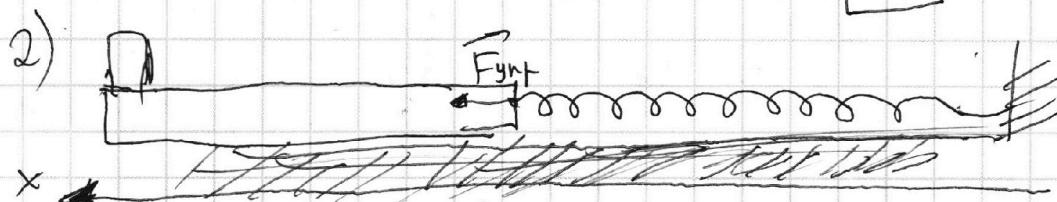
$$F_{\text{тр}} = ma, \quad (1) \quad F_{\text{тр}} = \mu N, \quad N = mg$$

$$F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = Ma \quad (2)$$

Тогда  $ma = \mu mg$ ,  $a = \mu g$  и тогда складываем (1), (2) получаем:  $F_{\text{упр}} = (M+m)a = (M+m)\mu g$

$$kx = (M+m)\mu g \rightarrow x = \frac{(M+m)\mu g}{k} =$$

$$= \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{3 \cdot 3}{50} = \boxed{\frac{9}{50}} \quad [M]$$



2) На систему действует единственная горизонтальная "доска + пружина"

Бесшарнирная сила  $F_{\text{упр}}$ : по 2 закону Ньютона

$$x: (M+m)a = F_{\text{упр}}. \quad \text{В положении равновесия } a=0$$

это классические колебания груза с пружиной



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 3

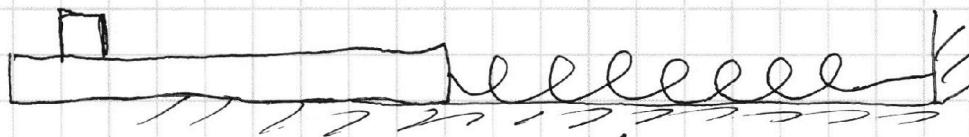
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

продолжение №1

период таких колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m+m}{k}}$

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi_0)$$

Тогда  $a_{(t)} = \omega^2 x_{(t)} = \frac{k x(t)}{m+m}$ ;  $a(t)$  - ускорение системы в произвольный момент времени

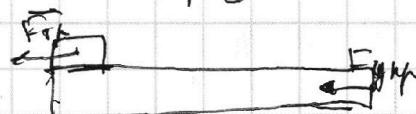


когда ускорение доски равно 0:  $F_{\text{упр}} = F_{\text{тр}}$ ,

$$F_{\text{тр}} = ma$$

тогда и относительное ускорение равно 0, раз нет относит. движения

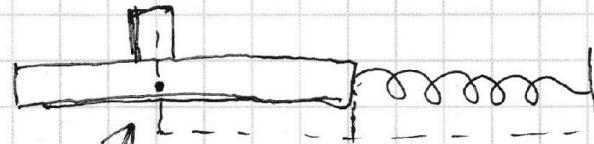
$$a(t) = \frac{k x(t)}{m+m}$$



$a_0$  - ускорение в нач. момента t

$$F_{\text{тр}} = ma_0$$

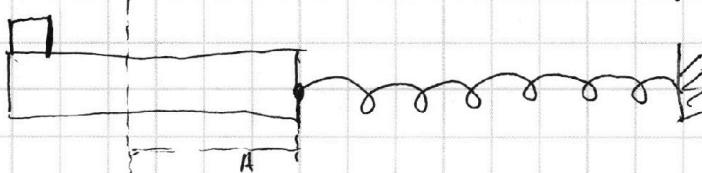
$$F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = Ma_0$$



$$F_{\text{упр}} = 0 \text{ в н.п.}$$



наполнение равновесие



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  
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!

$$A = X \left( \frac{T}{2} \right) = A \sin \left( \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} + \varphi_0 \right) = A \cos \varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = 0^\circ$$

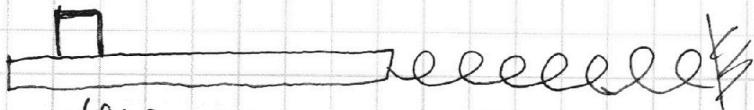
$X(t) = A \sin(\omega t)$ . А амплитуда колебаний

была найдена 6, а нужно

$$A = X = \frac{9}{50} \text{ м}$$

$$\text{Тогда } a = \omega^2 A = \frac{k A}{m+M} = \frac{50 \cdot \frac{9}{50}}{2+1} = \\ = 3 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right]$$

$$3) v(t) = \dot{x} = A \omega \cdot \cos(\omega t)$$



(для бруска ~~и~~ период колебаний будет таким же, как и для системы)

$$N = A \omega = \frac{9}{50} \cdot \frac{50}{2+1} = 3 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{9}{50} \text{ м} \quad 2) 3 \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right] \quad 3) 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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



- 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!

N 2

2) испарение прекратится, когда вся жидкость перейдет в пар. Из уравнения Ренделеса-Капенгаура:  $p(t_0) \cdot V = \frac{M_{\text{пара}}}{\mu} R T_0$

$$p(t^*) V = \frac{M_{\text{пара}} + M_{\text{жидкости}}}{\mu} R T^*$$

жидкая вода  $\Rightarrow$  пар

$$\frac{p(t_0) \cdot V}{p(t^*) V} = \frac{T_0}{12 T^* R} \xrightarrow{\mu} , p(t_0) \approx 3500 \text{ Pa}$$

$T_0 = 300 \text{ K}$

~~$$3500 \quad p(t^*) = \frac{p(t_0) \cdot 12 T^*}{T_0} = \frac{3500 \cdot 12}{300} T^*$$~~

$$= 140 (T^* + 273)$$

в Кельвинах

С течением времени прямую на графике

~~R~~

$$T^* = 300 \text{ K} \rightarrow p =$$

~~$$T^* = 300 \text{ K} :$$~~

~~$$p = 4200 \text{ Pa}$$~~

$$= 140 \cdot 27$$

$$= 3780 \text{ Pa}$$

~~$$T^* = 40^\circ \text{C} \rightarrow p = 7000 \text{ Pa}$$~~

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ \times 27 \\ \hline + 98 \\ \hline 378 \end{array}$$

$$T^* = 27^\circ \text{C} \rightarrow p = 4200 \text{ Pa}$$

$T^* \approx 70^\circ \text{C}$  - по графику

~~$$1) \frac{M_{\text{пара}} + M_{\text{жидкости}}}{M_{\text{пара}}} = 12$$~~

~~$$1) \frac{M_{\text{пара}} + \mu_{\text{жидкости}}}{M_{\text{пара}}} = 12$$~~

~~3) в конце кипения пар является насыщенным~~  
 $\Rightarrow f = 100\%$



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 7СТРАНИЦА  
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!

$$P = P_{\text{сух}} + P_{\text{в.н.}}$$

~~$$\text{const} \Rightarrow \frac{P_{\text{сух}}}{P_{\text{сух}(0)}V} = \frac{T'}{T_0} \Rightarrow \frac{T'}{T_0}$$~~

$$P = P_{\text{сух}} + P_{\text{в.н.}}$$

$$P_{\text{сух}} = P_{\text{сух}(0)} \cdot \frac{T'}{T_0}$$

в конечном состоянии:

$$(P_{\text{сух}(0)} \cdot \frac{T}{T_0} + l P_{\text{в.н.}})V = \frac{M}{\mu} RT$$

~~$\approx 100\%$~~   $\approx 100\%$  - нап. отн

насыщенным (n.2)

Ответ: 1) 12 2)  $\approx 70^\circ\text{C}$  3) 100%



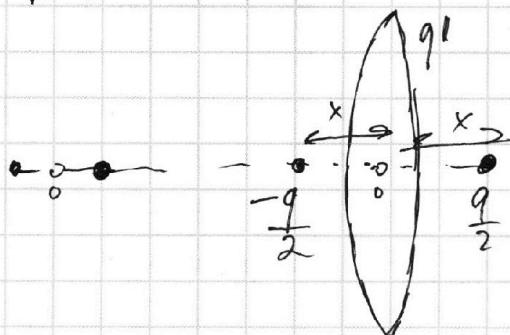
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№ 3



рассмотрим вспомогат.

задачу: пусть есть точечная заряд  $q'$  на расстоянии  $x$  от центра кольца

$$\int \frac{dq}{\sqrt{x^2 + R^2}} = \frac{kq'}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

все точки кольца находятся на расстояниях  $\sqrt{x^2 + R^2}$

$$\varphi = \frac{kq'}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

Энергия с отрицат зарядом шариком кольца

$$W_1 = \frac{kq'(-\frac{q}{2})}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

и Энергия с зарядом кольца

$$W_2 = \frac{kq'(\frac{q}{2})}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

Энергия с положит зарядом шариком кольца

$$W = Q\varphi \rightarrow$$

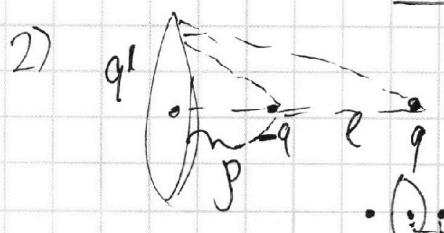
$$\boxed{\frac{kq'Q}{\sqrt{x^2 + R^2}}}$$

$$3C: 2m \frac{v_0^2}{2} + 0 = W_1 + W_2 + 2mu^2$$

нельзя так  $\infty = 0 \rightarrow W = 0$

$$W_1 + W_2 = 0 \rightarrow \text{показать дальше}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_0 = u}}$$



$$W_{\text{шарик}} = \frac{kq'q'}{\sqrt{l^2 + R^2}} - \frac{kq'q}{\sqrt{R^2 + R^2}}$$

$l \ll R$ . нужно упростить выражение



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!

$$W_{\text{динамика}} = kq q' \left[ \frac{1}{\sqrt{(l+p)^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{p^2 + R^2}} \right]$$

$$\text{из 3(?) : } 2m \frac{v_0^2}{2} = W_{\text{динамика}} + \frac{2mu^2}{2}$$

Чтобы  $u \rightarrow \max$ , исследуем  $W_{\text{динамика}}$  на

крайнем, скажем минимальность  $W_{\text{динамика}}$  этого

$\frac{\partial W_{\text{динамика}}}{\partial p} = kq q' \left( \frac{1}{2} [(l+p)^2 + R^2]^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} [p^2 + R^2]^{-\frac{1}{2}} \right)'$

$$= kq q' \left( -\frac{1}{2} [(l+p)^2 + R^2]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2(l+p) + \frac{1}{2} [p^2 + R^2]^{-\frac{3}{2}} \right)$$

$$\bullet 2p = 0$$

$$\frac{dW_{\text{динамика}}}{dp} = \frac{1}{2} [(l+p)^2 + R^2]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2(l+p) + \frac{1}{2} [p^2 + R^2]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2p$$

$$-kq q' = \left( \frac{-l-p}{[(l+p)^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{p}{[p^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}} \right)$$

$$\cancel{-kq q'} \quad \text{выч} \quad p=0 \quad -\frac{l}{[p^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}} + \frac{p}{[p^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}} = 0$$

$$\text{или } p > 0: \frac{dW}{dp} \underset{\cancel{p=0}}{\cancel{=}} -\frac{l}{[p^2 + R^2]^{\frac{3}{2}}} < 0$$

Отсюда следует что

Еще раз коснотрик на  $W_{\text{динамика}}$ :

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



1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА  
3 из 4

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

$$W_{\text{динам}} = kqQ \left[ \frac{1}{\sqrt{(l+p)^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{p^2 + R^2}} \right]$$

данная разность

$$W_{\text{динам}} = kqQ \left[ \frac{1}{\sqrt{l^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{p^2 + R^2}} \right]$$

~~Математика~~

при  $p \gg l$ :  $W_{\text{динам}} = 0$

~~Линии~~

$W_{\text{динам}} = kq$

из 3CJ:  $\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + l^2}}$

$= \frac{kqQ}{R^2} + \frac{2mv_0^2}{2}$

~~Энергия динам может~~

Случ:  $> 0$   
 $= 0$   
 $< 0$

~~из 3CJ:  $\frac{2mv_0^2}{2} \geq kqQ$~~

$$W_{\text{динам}} = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + (h+l)^2}} = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2}}$$

$$- \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + l^2 + h^2 + 2lh}} \approx \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2 + 2lh}}$$

$h \ll R$

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.







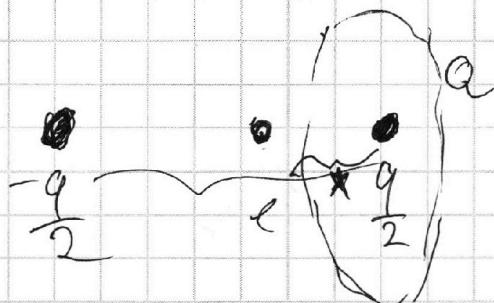






СТРАНИЦА  
Ч ИЗ Ч

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!



$$W_{\max} = \frac{kqQ}{2R^2+x^2} - \frac{kqQ}{2\sqrt{R^2+(x)^2}}$$

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

остаточно заметить, что диполь изменяет свою конфигурацию  
~~и расстояние~~, ~~но~~ изменяет ~~и~~ энергию.

2) т.к при пролете за конус ~~энергия~~  $W_{\min} = \frac{kqQ}{2} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{R^2+x^2}} \right)$   
У диполя будет отличаться ~~расстояние~~

А при подлёте к конусу будет коломителась. Значит! ~~расстояние~~  
Макс. и мин. энергии диполя будут отличаться ~~законом~~!

из условия минимальной выс.  $V$ , когда

для пролета:  $2 W_{\max} = 2mV_0^2 \Rightarrow W_{\max} = \frac{mV_0^2}{2}$

заряды были больше в 2 раза

$$W_{\min} = -W_{\max}$$

$$3 \Rightarrow: \frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_{\min}^2}{2} + W_{\max}$$

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_{\max}^2}{2} + W_{\min}$$

$$V_{\max} - V_{\min}$$

имеем:

$$mV_0^2 = mV_{\min}^2 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$mV_0^2 = mV_{\max}^2 - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} V_0, \quad V_{\min} = \sqrt{\frac{1}{2}} V_0$$

$$V_{\max} - V_{\min} = \sqrt{\frac{3-1}{2}} V_0$$

$$\text{Ответ: 1)} V_0; 2) \sqrt{\frac{3-1}{2}} V_0$$

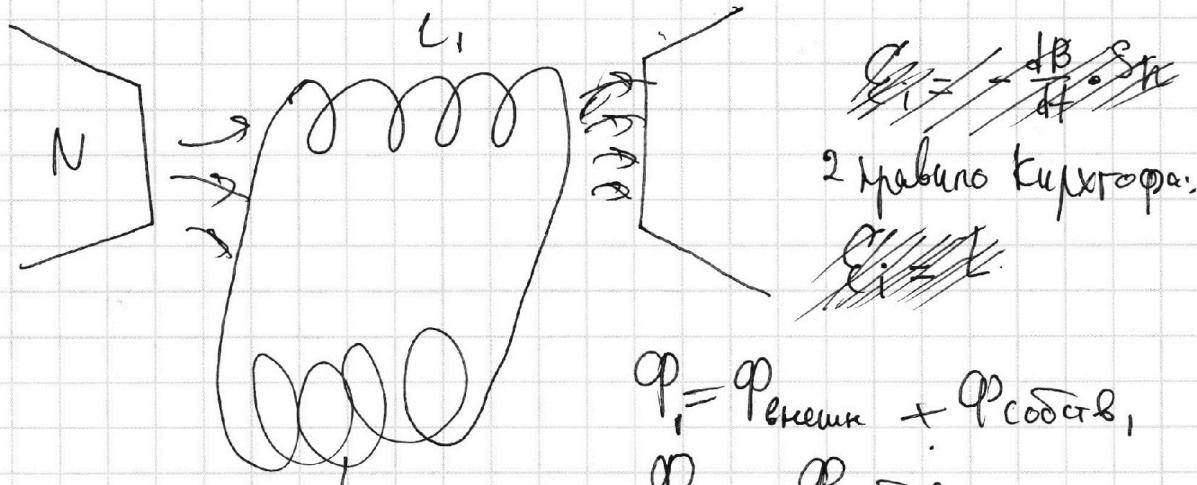


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 3

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



~~$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S_1$~~

2 правило Куригорса:

~~$E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$~~

$$\Phi_1 = \Phi_{\text{текущ}} + \Phi_{\text{состр}},$$

$$\Phi_2 = \Phi_{\text{состр}_2}$$

~~$E_i = -\frac{d\Phi_1}{dt} = 2 - \sum B S_{\text{пл}}$~~

~~$E_i = \left( -\frac{d\Phi}{dt} \cdot S_{1,h} \right) - L \frac{dI}{dt}$~~

$$E_{i(1)} = -\dot{\Phi}_1 =$$

$$= -\frac{d\Phi}{dt} \cdot S_h = L \frac{dI}{dt}$$

$$E_{i(2)} = -\dot{\Phi}_2 = -L \frac{dI}{dt}$$

тогда в катушках ожидаемые  
т.к. они соед. параллельно

$$E_{i(1)} + E_{i(2)} = 0 - 2 \text{ правило Куригорса}$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} S_h - L \frac{dI}{dt} - L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-d\Phi S_h - 2L dI = 0$$

$$-d\Phi S_h = 2L dI. \text{ Это равенство верно в катушках.}$$



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  
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!

Продолжение

$$\text{ torque} \int_{B_0}^0 -S_n d\beta = \int_0^{I_0} \mp L dt$$

$$S_n B_0 = \mp L I_0 \rightarrow I_0 = \boxed{\frac{S_n B_0}{\mp L}}$$

2) ~~Из~~ по определению,  $dq = I dt$

$$\text{ torque} - S_n d\beta = \mp L dt$$

$$- S_n \cdot (B(t') - B(0)) = \mp L I(t')$$

$$\Leftrightarrow B_0 S_n - B(t') S_n = \mp L I(t') \mid \cdot dt$$

$$(B_0 S_n - B(t') S_n) dt = \mp L I(t') dt$$

$$B_0 S_n dt - B(t')' S_n dt = \mp L dq, \quad (*)$$

~~Из~~  $\frac{4\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$ . — верхний предел интегрирования

$$\begin{aligned} B(t') &= B_0 - k t' = B_0 - \frac{\frac{2B_0}{8}}{\frac{4\pi}{6}} t' = \\ &= B_0 - \frac{B_0}{4} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{t'}{\pi} = B_0 - \frac{3}{8} \frac{B_0 t'}{\pi} \end{aligned}$$

$$(*) : B_0 S_n dt - B_0 S_n dt + \frac{3}{8} \frac{B_0 t' S_n}{\pi} dt = \mp L dq,$$

$$\int dq_1 = \frac{3}{5\pi} \frac{B_0 S_n}{\pi} \int_{\frac{2\pi}{3}\pi}^{4\pi} t' dt$$

$$q_1 = \frac{3}{56} \frac{B_0 S_n}{\pi} \cdot \frac{\pi^2}{2} \Big|_{\frac{2\pi}{3}\pi}^0 = \frac{3}{56} \frac{B_0 S_n}{\pi} \cdot \frac{4}{9}\pi =$$



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  
3 из 3

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

$$= \frac{\frac{3}{5}\tau}{28} B_0 S_n \cdot \frac{2}{8} \tau = \boxed{\frac{B_0 S_n \tau}{84}} = \frac{2 B_0 S_n \tau}{168}$$

$$B(t) \quad I(t)$$

$$-S_n \int d\beta = -L \int dt$$

$$B(\frac{2\tau}{3}) \quad I(\frac{2\tau}{3})$$

$$S_n [B(t)] = S_n [B(\frac{2\tau}{3}) - B(t)] = -L [I(t) - I(\frac{2\tau}{3})]$$

$$S_n [B(\frac{2\tau}{3}) dt - B(t) dt] = -L [dq_2 - I(\frac{2\tau}{3}) dt]$$

$$\frac{3}{4} B_0$$
 ~~$B_1 - \frac{\frac{3}{4} B_0}{\frac{2\tau}{3}} t =$~~

$$S_n \left[ \frac{3}{4} B_0 \cdot (\tau - \frac{2}{3}\tau) - \frac{9}{4} B_0 \cdot (\tau - \frac{2}{3}\tau) \right] = B_1 - \frac{\frac{3}{4} B_0}{\frac{2\tau}{3}} t =$$

$$+ \frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{t^2}{2} \Big|_{\frac{2}{3}\tau}^\tau = B_1 - \frac{9}{4} \frac{B_0 t}{\tau}$$

$$S_n \left[ \frac{B_0 \tau}{4} - \frac{3B_0 \tau}{4} + \frac{9}{8} B_0 (\tau - \frac{4}{9}\tau) \right] \stackrel{(\because t; 0)}{=} B_1 - \frac{9}{4} B_0$$

$$= -L [q_2 - I(\frac{2}{3}\tau) \cdot \frac{\tau}{3}] \quad B_1 = \frac{9}{4} B_0$$

$$S_n \left[ -\frac{B_0 \tau}{2} + \frac{9}{8} B_0 \cdot \frac{5}{8} \tau \right] = -L [q_2 - I(\frac{2}{3}\tau) \cdot \frac{\tau}{3}] \quad B_1 = \frac{9}{4} B_0 - \frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau}$$

$$S_n \cdot \frac{B_0 \tau}{8} = -L \cdot q_2 - \frac{S_n B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{3} \quad \cancel{I(\frac{2}{3}\tau)} = \boxed{I(\frac{2}{3}\tau)}$$

$$\frac{S_n B_0 \tau}{8} + \frac{S_n B_0 \tau}{12} = -L q_2$$

$$\frac{5}{24} B_0 S_n \tau = -L q_2$$

$$\frac{24}{168} B_0$$

$$S_n \frac{B_0}{4} = -L I(\frac{2}{3}\tau)$$

$$q = q_1 + q_2 \quad (1)$$

$$\frac{2+5}{168} B_0 S_n \tau = \frac{7}{168} B_0 S_n \tau \quad (2)$$

$$= \boxed{\frac{B_0 S_n \tau}{24 L}}$$

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.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 1

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!



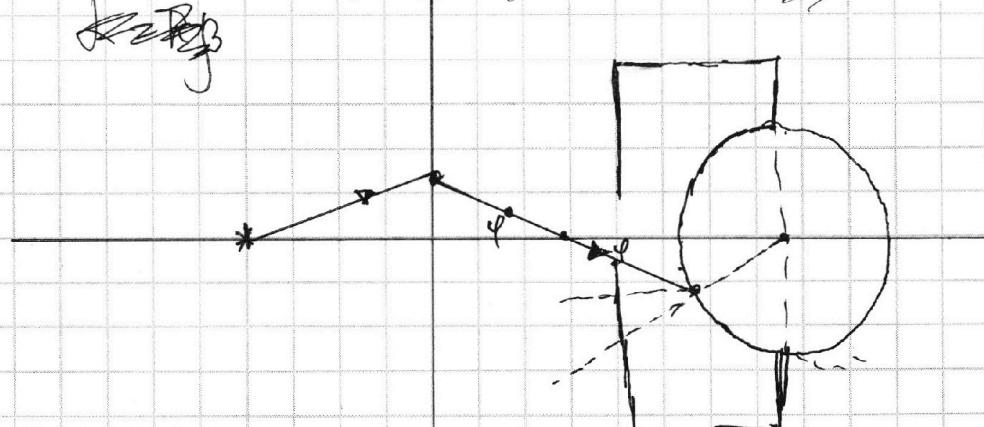
$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

d - расстояние от S архимедов  
f - расстояние от избык. дальней  
т.к. S и S' <sup>искус</sup> боят току

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

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

Было



$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{x} \quad , x = ?R$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{9}{14}R} = \frac{9}{14}R \rightarrow F = \frac{14}{9}R$$

Ответ: 1)  $\frac{14}{9}R$



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!

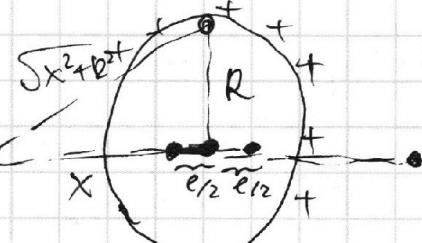
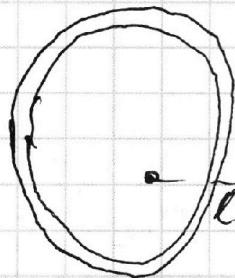


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



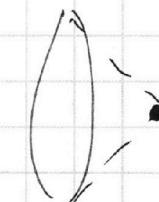
$$U_{ext} = \frac{kq}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\frac{(m+m')V_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R} - \frac{kqQ}{R+l} = \frac{\frac{kq}{R}lQ}{R^2}$$

$$\frac{(m+m')V_0^2}{2}$$



$$\frac{kq}{R}$$



$$U = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2+x^2}} - \frac{kqQ}{\sqrt{R^2+x^2+l^2}}$$

$$\frac{kq'Q}{\sqrt{\frac{l^2}{4}+R^2}} - \frac{kq'Q}{\sqrt{\frac{l^2}{4}+R^2}} = 0$$

$$V = V_0$$

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

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

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

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

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



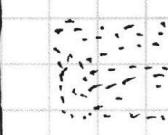
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

№ 2



$$11 \text{ Марка} = m$$

Тогда из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$P(t) \cdot V = \frac{m}{\mu} R \cdot t$$

в конечных моментах.

$$\text{В нач. момент } t_0: P(t_0) \cdot V = \frac{M_{\text{марка}}}{\mu} R \cdot t_0$$

изделия первое уравнение на второе:

$$\frac{P(t)}{P(t_0)} = \frac{M_{\text{марка}}}{M_{\text{марка}}} \frac{t}{t_0} \Rightarrow \frac{M_{\text{марка}}}{M_{\text{марка}}} = \frac{P(t) \cdot t_0}{P(t_0) \cdot t}$$

$$= \frac{91000 \cdot (27 + 273)}{3500 \cdot (97 + 273)} = \frac{910 \cdot 300}{35 \cdot 370} = \frac{910 \cdot 30}{35 \cdot 37}$$

$$= \frac{910 \cdot 6}{7 \cdot 37} = \frac{5460}{259} = \frac{546}{259} \quad \times \frac{9}{6}$$

$$\frac{M + M_{\text{марка}}}{M_{\text{марка}}} = 12$$

но  $\cancel{\text{уравнение}}$

$$\cancel{P(t) = 91000 \text{ Па}}$$

$$\cancel{P(t_0) = 3500 \text{ Па}}$$

испарение прекратится когда вся жидкость испарится

Будет:

$$\frac{P(t^*) \cdot V}{P(t_0) \cdot V} = 12 \cdot \frac{t^*}{t_0}$$

$$P(t^*) = \frac{3500 \cdot 12}{300} t^* = 35 \cdot 4 t^* = 140 t^*$$