



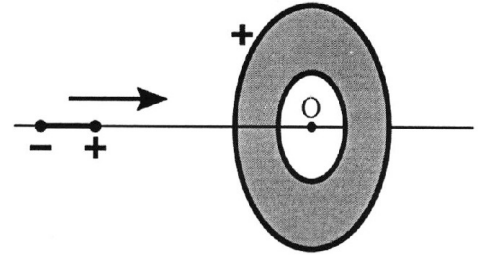
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

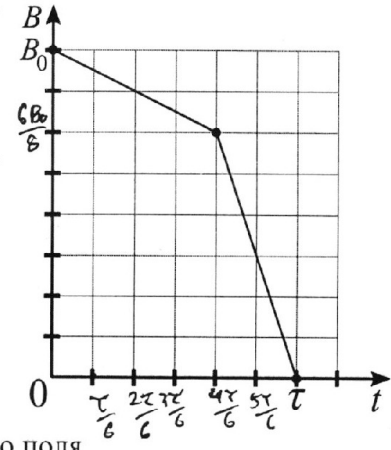
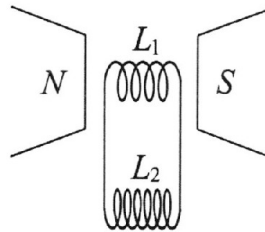


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



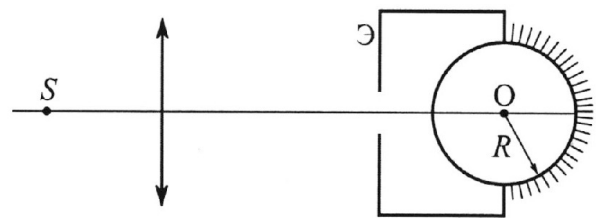
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран $\mathcal{E}$ с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

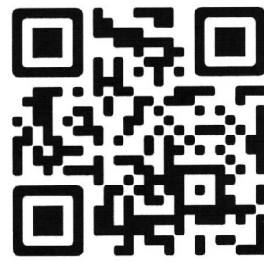
Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



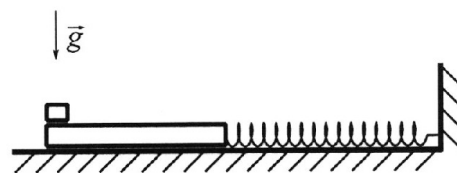
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

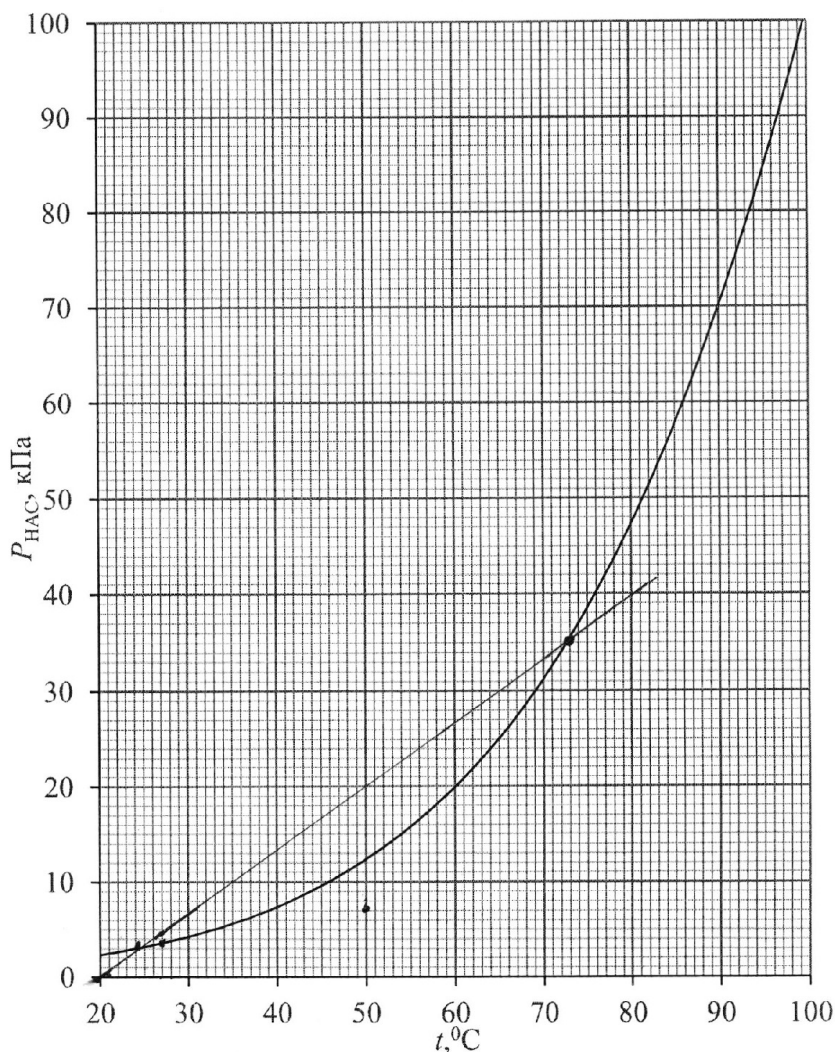


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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

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

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





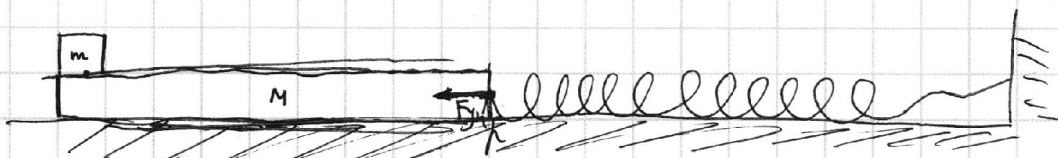
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

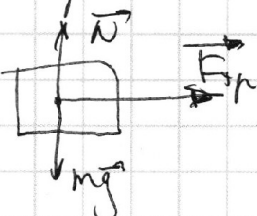
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 1



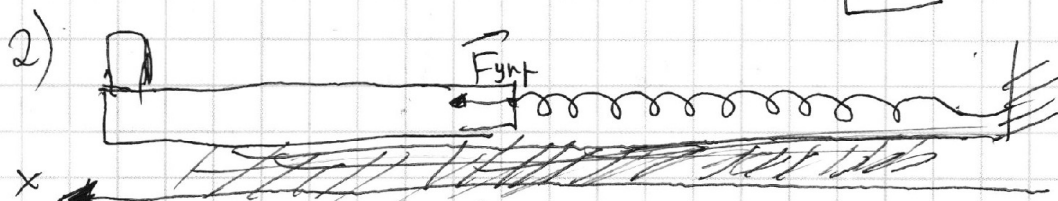
1) если $\vec{a}_{\text{отн}} = \vec{0}$, то ускорения m и M равны по модулю, имеют одинаковое направление. Тогда имеем:

$$F_{\text{тр}} = ma, (1) F_{\text{тр}} = \mu N, N = mg$$
$$F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} = Ma (2)$$



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

$$kx = (M+m)\mu g \rightarrow x = \frac{(M+m)\mu g}{k} =$$
$$= \frac{(2+1) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{3 \cdot 3}{50} = \boxed{\frac{9}{50}} \text{ [м]}$$



На систему действует единственная горизонтальная "доска + брусок"

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

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

это классические колебания груза с пружиной



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 3

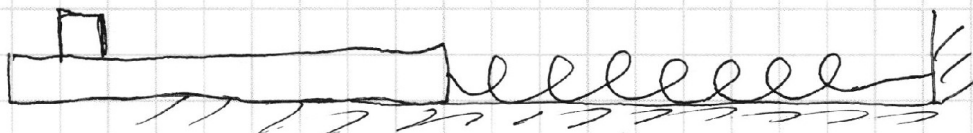
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

продолжение №1

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

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

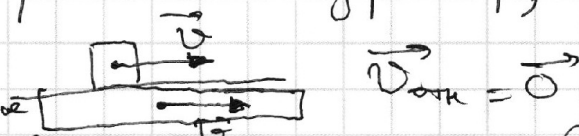
Тогда $a_{(t)} = \omega^2 x_{(t)} = \frac{k x(t)}{m+M}$; $a(t)$ - ускорение системы в произвольный момент времени



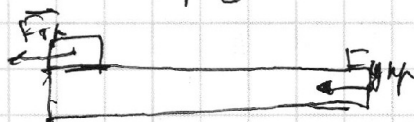
когда ускорение доски равно 0: $F_{упр} = F_{тр}$,

$$F_{тр} = ma$$

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



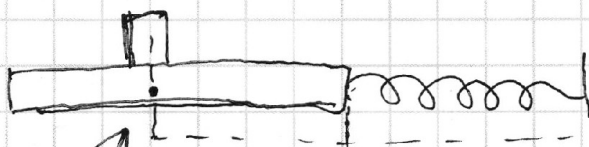
$$a(t) = \frac{k x(t)}{m+M}$$



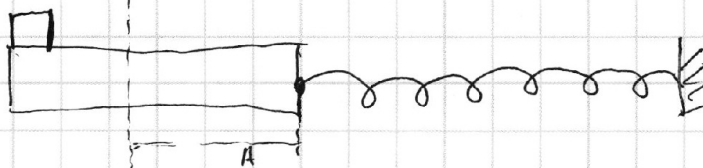
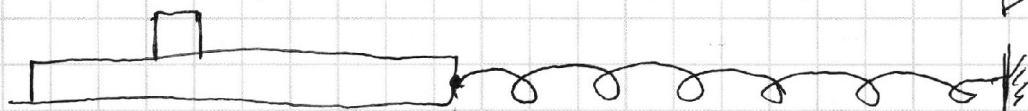
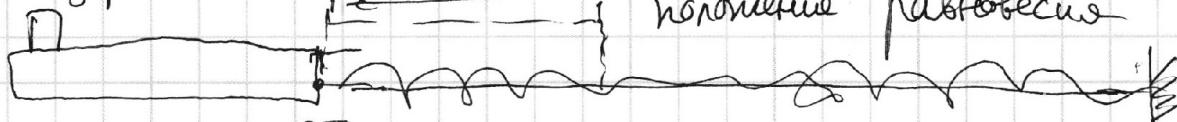
$$F_{тр} = ma_0$$

$$F_{упр} - F_{тр} = Ma_0$$

a_0 - ускорение в нач. момент t



$F_{упр} = 0$ в н.р.





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!

$$A = x\left(\frac{T}{4}\right) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} + \varphi_0\right) = A \cos \varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = 0^\circ$$

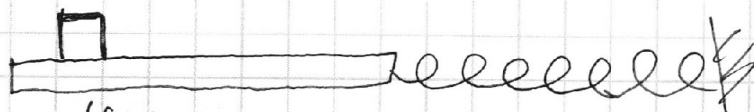
$$x(t) = A \sin(\omega t) \quad A \text{ Амплитуда колебаний}$$

была найдена в 1 пункте

$$A = x = \frac{9}{50} \text{ м}$$

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

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



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

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

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



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 Менделеева-Клапейрона:

$$p(t_0) \cdot V = \frac{M_{\text{пара}}}{\mu} R T_0$$

$$p(t^*) \cdot V = \frac{M_{\text{пара}} + 11 M_{\text{пара}}}{\mu} R T^*$$

жидкая вода $\rightarrow$ пар

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

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

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

$$= 140 (T^*)$$

в Кельвинах

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

в $^{\circ}\text{C}$

Проведём эту прямую на графике

~~Решение~~

$$T^* = 300 \text{ К} \rightarrow p = 140 \cdot 27 = 3780 \text{ Па}$$

$$T^* = 30^{\circ}\text{C} : p = 4200 \text{ Па}$$

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

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

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

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

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

3) В конце кипения пар насыщенный $\Rightarrow \varphi = 100\%$



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
☐

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!

$$P = \cancel{P_{\text{сух}}} + P_{\text{в.п.}} \quad \cancel{\neq 0}$$

$\times$ const $\neq$ дажно

$$\frac{P_{\text{сух}} V}{P_{\text{сух(о)}} V} = \frac{T' \Delta R}{T_0 \Delta R} = \frac{T'}{T_0}$$

$$P = P_{\text{сух}} + \cancel{P_{\text{в.п.}}} \quad \varphi P_{\text{н.п.}}$$

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

в конечном состоянии:

$$\left(P_{\text{сух(о)}} \cdot \frac{T}{T_0} + \varphi P_{\text{н.п.}} \right) V = \frac{M}{\mu} R T$$

$$\varphi \neq 100\%$$

$$\varphi = 100\% \text{ — нар. ст.}$$

массовый (н.2)

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



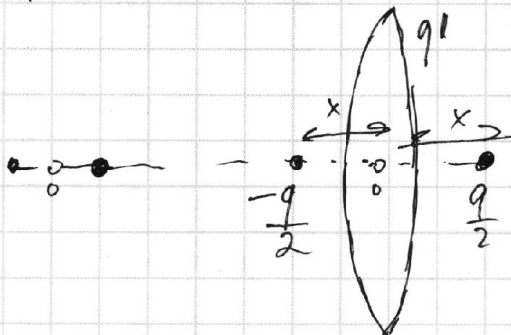
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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

N 3



тогда для гоним:

~~$\phi = k$~~

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

Энерг. с отрицат. зарядом шариком кольца

$$W_2 = \frac{kq' \cdot (\frac{q}{2})}{\sqrt{R^2+x^2}} = -W_1$$

Энерг. с положит. зарядом шариком кольца

$$3(\gamma): \frac{2m v_0^2}{2} + \text{потенциал на } \infty = W_1 + W_2 + \frac{2m v_0^2}{2}$$

$$W_1 + W_2 = 0 \text{ — доказано выше}$$

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

рассмотрим вскозгат.

задачу: пусть есть точечный заряд Q на расстоянии x от центра кольца

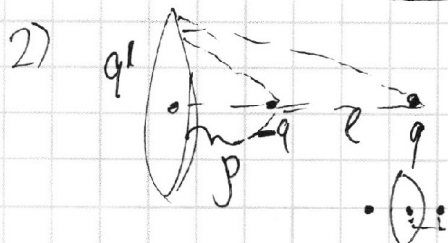
$$d\phi = \frac{kQ dq'}{\sqrt{x^2+R^2}}$$

Все точки кольца находятся на расстоянии $\sqrt{x^2+R^2}$

$$\phi = \frac{kQq'}{\sqrt{x^2+R^2}}$$

и энергия взаим-а заряда и кольца

$$W = Q\phi = \frac{kQq'Q}{\sqrt{x^2+R^2}}$$



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

$l \ll R$. Можно упростить данное 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.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 из 4

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

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

$$\text{из 3А: } \frac{2mV_0^2}{2} = W_{\text{гинона}} + \frac{2m\omega^2}{2}$$

Чтобы $\omega \rightarrow \max$, исследуем $W_{\text{гинона}}$ на

экстремум, учитывая минимальность граничной энергии
 $e = \text{const}, R = \text{const}, q = \text{const}, \varphi' = \text{const}$

$$\frac{dW_{\text{гинона}}}{dp} = kq\varphi' \left(\left[(e+p)^2 + R^2 \right]^{-\frac{1}{2}} - \left[p^2 + R^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \right)$$

$$= kq\varphi' \left(-\frac{1}{2} \left[(e+p)^2 + R^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2(e+p) + \frac{1}{2} \left[p^2 + R^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2p \right) = 0$$

$$\frac{dW_{\text{гинона}}}{dp} = \left(\frac{1}{2} \left[(e+p)^2 + R^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2(e+p) - \frac{1}{2} \left[p^2 + R^2 \right]^{-\frac{3}{2}} \cdot 2p \right)$$

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

~~$kq\varphi'$~~ пусть $p=0$ $-\frac{e}{\left[e^2 + R^2 \right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{0}{\left[0^2 + R^2 \right]^{\frac{3}{2}}} < 0$

или $p \gg e$: $\frac{dW}{dp} \approx -\frac{e}{\left[p^2 + R^2 \right]} < 0$

~~Отсюда следует что~~

Еще раз рассмотрим на $W_{\text{гинона}}$:



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!

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

данная разности

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

~~Минимум~~ при $p \gg e$:
 $W_{\text{гипонез}} = 0$

$$W_{\text{гипонез}} = kqQ$$

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

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

~~Энергия гипонез всегда~~ Энергия гипонез может
быть : > 0
 $= 0$
 < 0

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

$$W_{\text{гипонез}} = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + (h+e)^2}} = \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2}} - \frac{kqQ}{\sqrt{R^2 + h^2 + 2he}}$$

$h \ll R$

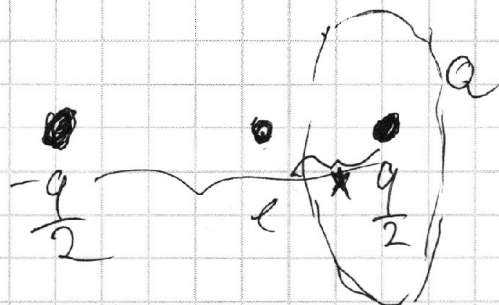


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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



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

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

Достаточно заметить, что диполь меняет свою конфигурацию ~~и расстояние~~, но не меняет энергии.

2) Т.к. при пролете за кольцо энергии у диполя будет отрицательная

А при подлете к кольцу будет положительная. Значит, макс. и мин. энергии диполя лишь отличаются знаком!

Из условия минимальной кин. $\mathcal{E}$, необход. для пролета: $2 \frac{W_{\max}}{2} = 2m \frac{v_0^2}{2}$ $v_{\max} = \frac{mv_0^2}{2}$

Заряды были больше 2 раза

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

$$3 \Leftrightarrow: \frac{2m v_0^2}{2} = \frac{2m v_{\min}^2}{2} + W_{\max}$$

$$\frac{2m v_0^2}{2} = \frac{2m v_{\max}^2}{2} + W_{\min}$$

$$v_{\max} - v_{\min}$$

Имеем:

$$m v_0^2 = m v_{\min}^2 + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$m v_0^2 = m v_{\max}^2 - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0, \quad v_{\min} = \sqrt{\frac{1}{2}} v_0$$

$$v_{\max} - v_{\min} = \left(\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} \right) v_0$$

Ответ: 1) v_0 ; 2) $\frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} v_0$

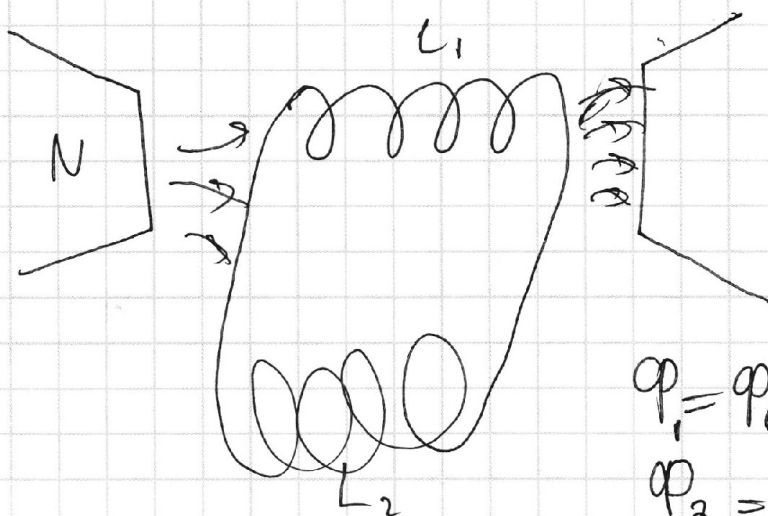


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



~~$\mathcal{E}_1 = - \frac{dB}{dt} \cdot S_n$~~
2 уравно Кирхгофа:

~~$\mathcal{E}_1 = L$~~

$\varphi_1 = \varphi_{\text{внешн}} + \varphi_{\text{собств}},$
 $\varphi_2 = \varphi_{\text{собств}_2}$

~~$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\varphi_1}{dt} = - \left[BS_n + L \right] \frac{dI}{dt}$~~

~~$\mathcal{E}_1 = - \frac{dB}{dt} \cdot S_n - L \frac{dI}{dt}$~~

~~$\mathcal{E}_1 = - \frac{dB}{dt} \cdot S_n - L \frac{dI}{dt}$~~

$\mathcal{E}_{(2)} = - \dot{\varphi}_2 = - L \frac{dI}{dt}$

$\mathcal{E}_{(1)} = - \dot{\varphi}_1 =$

тока в катушках одинаковые
т.к. они сог. послед-во

$\mathcal{E}_{(1)} + \mathcal{E}_{(2)} = 0$ - 2 уравно Кирхгофа

$-\frac{dB}{dt} S_n - L \frac{dI}{dt} - L \frac{dI}{dt} = 0$

$-dB S_n - 2L dI = 0$

$-dB S_n = 2L dI$. Это равенство верно в каждый момент.



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!

по условию №4

тогда
$$\int_{B_0}^0 -S_n dB = \int_0^{I_0} \gamma L dI$$

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

2) ~~по~~ по определению, $dq = I dt$

тогда $-S_n dB = \gamma L dI$

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

$$\Leftarrow B_0 S_n - B(t') S_n = \gamma L I(t') \quad | \cdot dt$$

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

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

~~по~~ $\frac{4\tau}{6} = \frac{2\tau}{3}$ - верхний предел интегрирования

$$B(t') = B_0 - kt' = B_0 - \frac{2B_0}{8} t' =$$

$$= B_0 - \frac{B_0}{4} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{t'}{\tau} = B_0 - \frac{3}{8} B_0 \frac{t'}{\tau}$$

$$(*) : \cancel{B_0 S_n dt} - \cancel{B_0 S_n dt} + \frac{3}{8} B_0 \frac{t'^2}{\tau} dt = \gamma L dq,$$

$$\int dq = \frac{3}{56} \frac{B_0 S_n}{\tau} \int_0^{2\tau/3} t' dt$$

$$q_1 = \frac{3}{56} \frac{B_0 S_n}{\tau} \cdot \frac{t'^2}{2} \Big|_0^{2\tau/3} = \frac{3}{56} \frac{B_0 S_n}{\tau} \cdot \frac{4}{9} \tau =$$



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
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!

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

$$-S_n \int_{B(\frac{2\tau}{3})}^{B(t)} dB = -7L \int_{I(\frac{2\tau}{3})}^{I(t)} dI$$

$$S_n [B(t) - B(\frac{2\tau}{3})] = 7L [I(t) - I(\frac{2\tau}{3})]$$

$$S_n \left[\frac{3}{4} B_0 dt - B(t) dt \right] = 7L [dq_2 - I(\frac{2\tau}{3}) dt]$$

$$S_n \left[\frac{3}{4} B_0 \cdot (\tau - \frac{2}{3}\tau) - \frac{9}{4} B_0 \cdot (\tau - \frac{2}{3}\tau) + \frac{9}{4} \frac{B_0}{\tau} \cdot \frac{t^2}{2} \right]_{\frac{2}{3}\tau}^{\tau} = 7L [q_2 - I(\frac{2\tau}{3}) \tau]$$

$$S_n \left[\frac{B_0 \tau}{4} - \frac{3 B_0 \tau}{4} + \frac{9}{8} B_0 \left(\tau - \frac{4}{9} \tau \right) \right] = 7L [q_2 - I(\frac{2}{3}\tau) \cdot \tau]$$

$$S_n \left[-\frac{B_0 \tau}{2} + \frac{9}{8} B_0 \cdot \frac{5}{9} \tau \right] = 7L [q_2 - I(\frac{2}{3}\tau) \cdot \tau]$$

$$S_n \cdot \frac{B_0 \tau}{8} = 7L \cdot q_2 - \frac{S_n B_0}{4} \cdot \frac{\tau}{3}$$

$$\frac{S_n B_0 \tau}{8} + \frac{S_n B_0 \tau}{12} = 7L q_2$$

$$\frac{5}{24} B_0 S_n \tau = 7L q_2$$

$$q_2 = \frac{5}{168} \frac{B_0 S_n \tau}{L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{2+5}{168} \frac{B_0 S_n \tau}{L} = \frac{7}{168} \frac{B_0 S_n \tau}{L} = \frac{B_0 S_n \tau}{24L}$$

$$-S_n dB = 7L dI$$

$$\frac{S_n B_0}{4} = 7L I(\frac{2}{3}\tau)$$

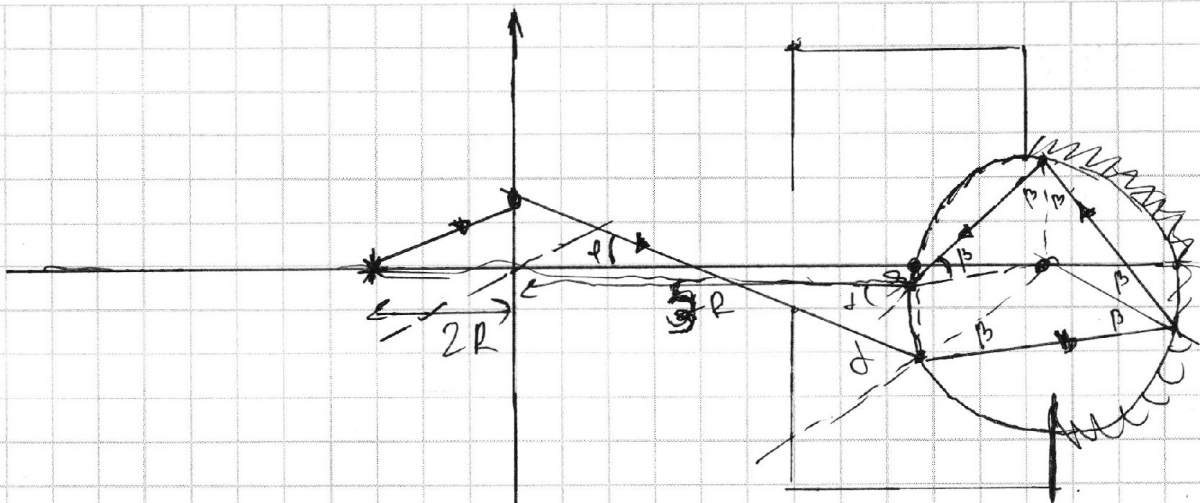


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

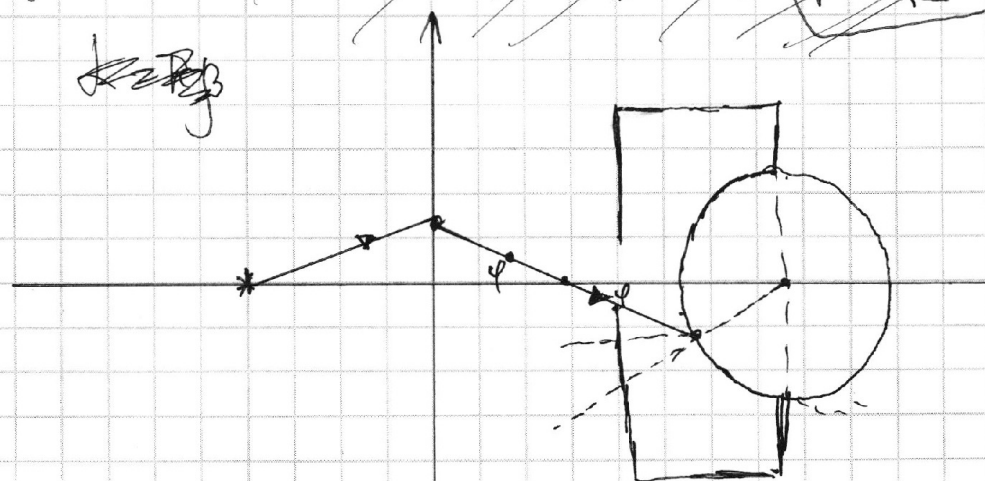
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R} = \frac{1}{R} \Rightarrow F = R$
d - расстояние от S до линзы
f - расстояние от линзы до точки
т.к. S и S' совпадают в одну точку
то d = f = 2R



1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{x}$, $x = \frac{1}{3}R$
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{\frac{1}{3}R} = \frac{3}{2R} + \frac{3}{R} = \frac{9}{2R}$ $\rightarrow F = \frac{2}{9}R$
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**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

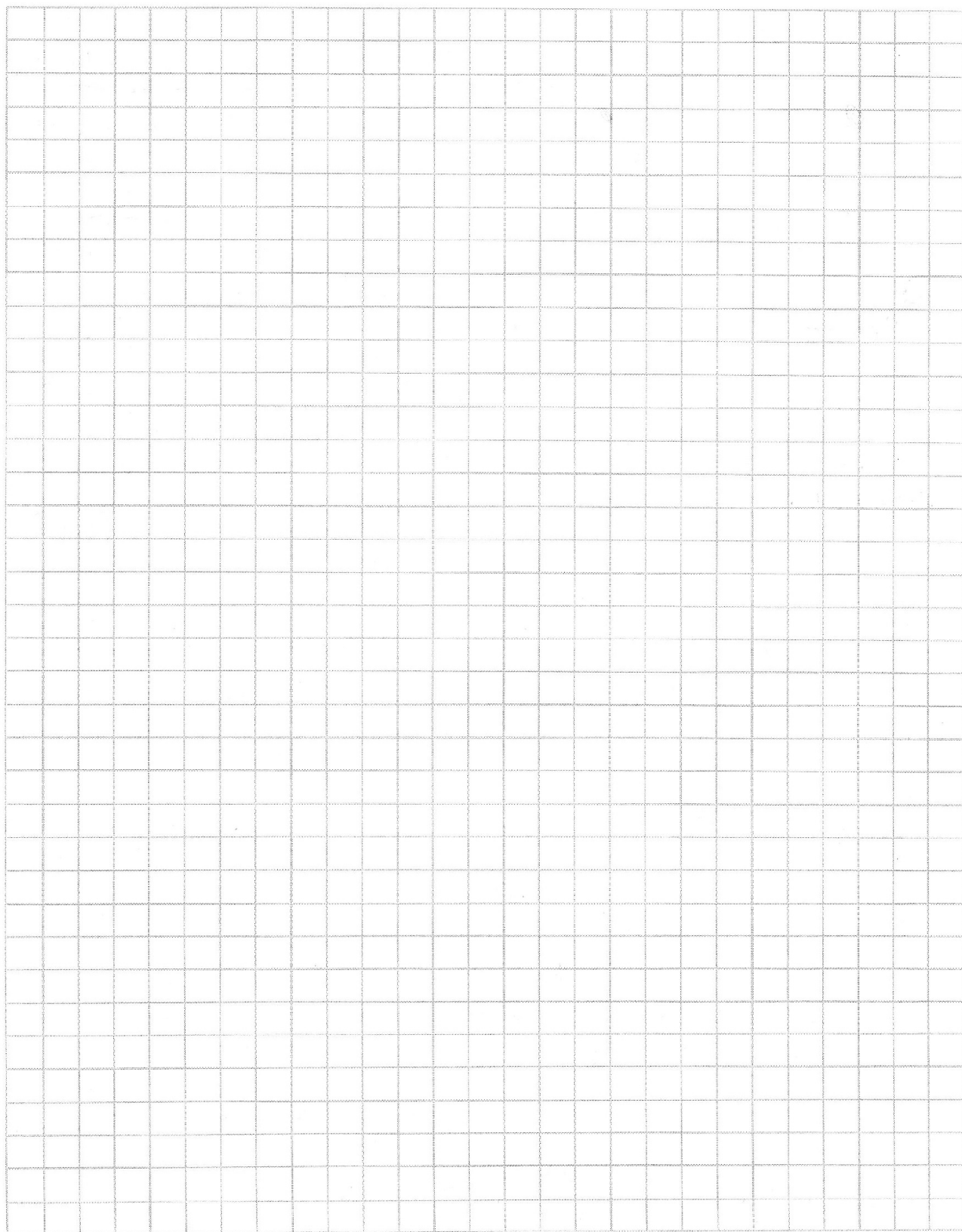
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



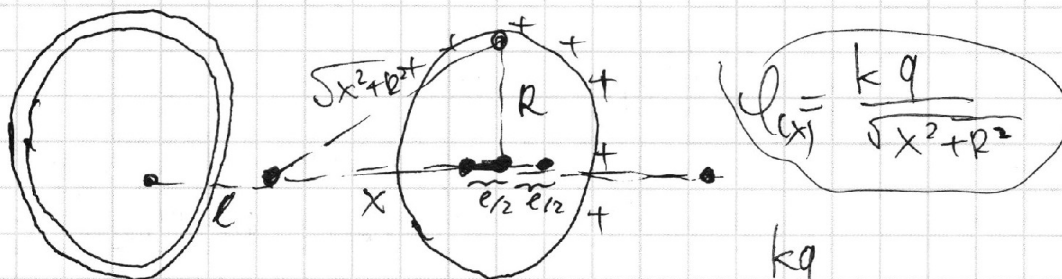


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

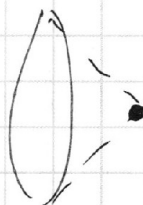
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$\frac{(m+m)U_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R} - \frac{kqQ}{R+l} = \frac{kqQ}{R^2}$$

$$\frac{(m+m)U_0^2}{2}$$



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

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

$$v = v_0$$

$$\begin{aligned} U &= kqQ \left(\frac{1}{\sqrt{R^2+x^2}} - \frac{1}{\sqrt{R^2+x^2+l^2}} \right) \\ &= kqQ \left(\frac{1}{\sqrt{R^2+x^2}} - \frac{1}{\left(\sqrt{1+\frac{l^2}{R^2+x^2}} \right) \sqrt{R^2+x^2}} \right) \\ &= \frac{kqQ}{\sqrt{R^2+x^2}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\frac{l^2}{R^2+x^2}}} \right) \\ &= \frac{kqQ}{\sqrt{R^2+x^2}} \left[1 - \left(1 + \frac{l^2}{R^2+x^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \right] \end{aligned}$$



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.



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



$$11 M_{\text{пара}} = m$$

Тогда из уравнения Менделеева-Клапейрона:

в конечный момент t .

$$p(t) \cdot V = \frac{M_{\text{пара}}}{\mu} R \cdot t$$

поделим первое уравнение на второе:

$$\frac{p(t)}{p(t_0)} = \frac{M_{\text{пара}}}{M_{\text{пара}}} \frac{t}{t_0} \rightarrow \frac{M_{\text{пара}}}{M_{\text{пара}}} = \frac{p(t) \cdot t_0}{p(t_0) \cdot t}$$

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

$$= \frac{910 \cdot 6}{7 \cdot 37} = \frac{5460}{259}$$

$$210 \cdot 29 = 259$$

$$p(t) \cdot V$$

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

испарение прекратится когда вся жидкость перейдет в пар:

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

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

$$\frac{p(t^*)}{t^*} = 140$$

но $p(t) \neq 91000 \text{ Па}$
 $p(t_0) \neq 3500 \text{ Па}$