



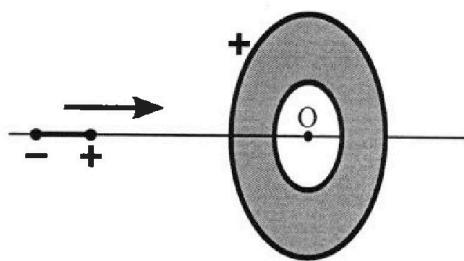
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

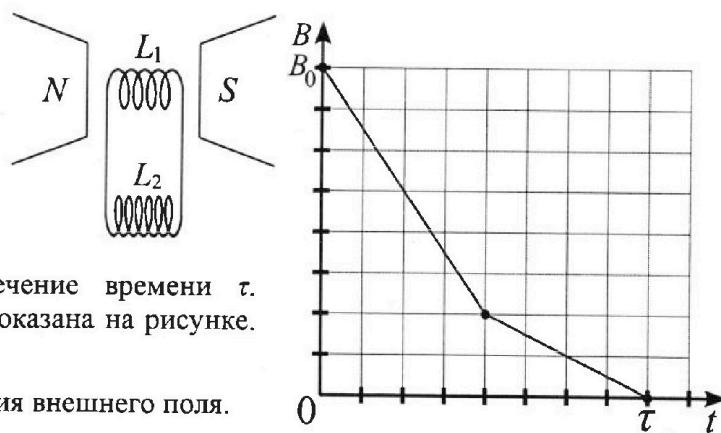
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



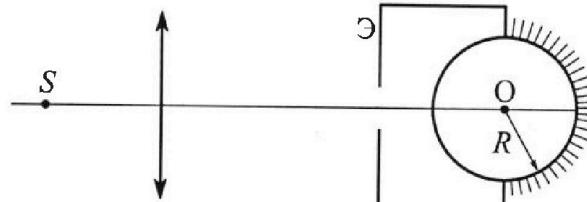
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ 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 $L_2 = 3L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

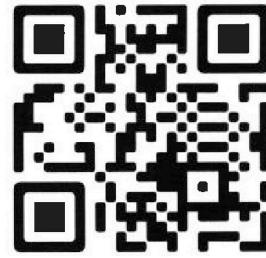
После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

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



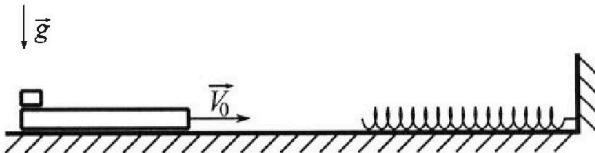
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-03

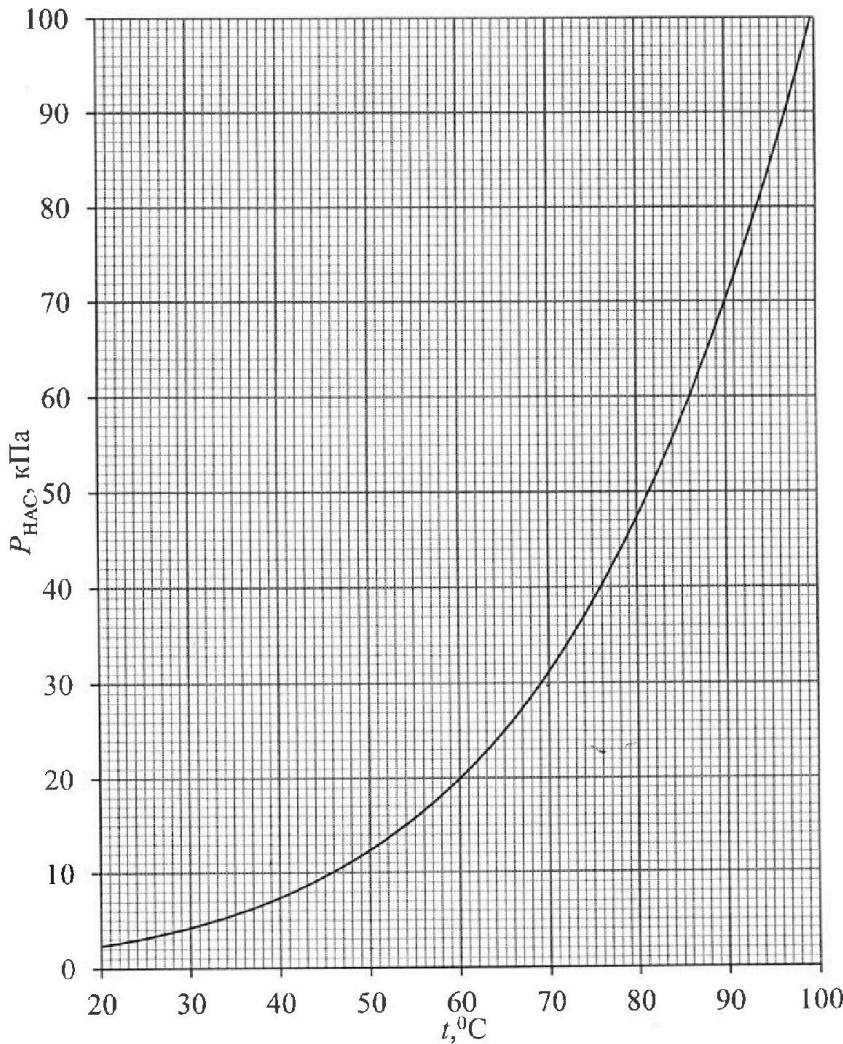
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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 тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °C и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.



- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °C.

- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



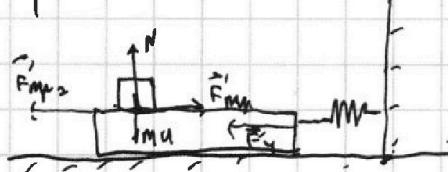
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 15

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



путь в начале - то Момент

времени пружина стяну

и на 1 и другое сокре

сократит по длине. Сразу заметим, что действует
действующая им, действующая как на другое,
так и на другую направлена \vec{F}_g горизонтальной
си F . На другую действует сила

\vec{F}_{mp} со стороны пружины и другим,

а на другое действует сила $\vec{F}_{mp2} = -\vec{F}_{mp}$ в

третьему закону Ньютона. Ускорение другим =

$$= \vec{a}_g \Rightarrow a_{gx} = \frac{F_{gy} + F_{mp}y}{m} \Leftrightarrow \frac{-k\Delta l + N_m}{m} = \frac{-k\Delta l + m g_m}{m}.$$

$$= \frac{m g_m - k \Delta l}{m}; \text{ ускорение другое} = \vec{a}_g \Rightarrow a_{gy} = \frac{F_{mp2}y}{m} \geq$$

$$= \frac{-N_m}{m} = \frac{-m g M}{m} = -g M. \text{ Така другое не оно.}$$

Види, $\vec{a}_g = \vec{a}_g \Leftrightarrow a_{gy} = a_{gy} (\text{и.к. и } \vec{a}_g \text{ и } \vec{a}_g \text{ и } \vec{a}_g)$

таки ($\vec{a}_g = \vec{a}_g \Leftrightarrow a_{gy} = a_{gy} = a_{gy}$) - заменими,

что пока другое не оторвался $\vec{a}_g = \vec{a}_g \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow a_{gy} = a_{gy}$ и наоборот. Грумленко тормозят

человека вперед от другим



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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

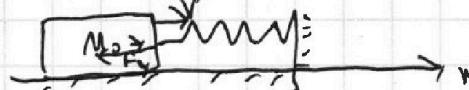
СТРАНИЦА
2 ИЗ 15

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!

$$q_{gn} = q_{nn} \Rightarrow \frac{MqM - k\Delta l}{M} \geq -qM \Rightarrow MqM - k\Delta l \geq MqM \Rightarrow \\ \Leftrightarrow k\Delta l \leq (M+m)qM \Rightarrow \Delta l \leq \frac{(M+m)qM}{k} = \frac{(1+2) \cdot 10 \cdot 0.3}{36} =$$

$= \frac{1}{4} M \Rightarrow$ пока $\Delta l \leq 2,5 \text{ м}$ бруск не опускается
затем \Leftarrow идет \geq взятие винта, т.к. $F_{up} \leq \mu mg$.
до момента падения можно рассматривать
бруск и винт как единую под массой

$$M_0 = M+m = 3k2$$



путь в нач. - то момент времени стати
приятен Δl , тогда бруск опускается со скоро-
стью V вправо ($\dot{V} : V = |v_n| ; v_n > 0$). Уд бруск
действует сила \vec{F}_y : $F_y = |F_{yn}| = k\Delta l$; $F_{yn} \geq 0$.

$$\text{Причина } \frac{\frac{d^2n}{dt^2}}{\frac{d^2t}{dt^2}} = \frac{dv}{dt} = a_n = \frac{F_{yn}}{M_0} = \frac{F_{yn}}{M_0} = -k\Delta l : M_0$$

выберем за $n=0$ положение груза, в котором $\Delta l=0$.

$$\text{тогда } \frac{\frac{d^2n}{dt^2}}{\frac{d^2t}{dt^2}} = -\frac{k\Delta l}{M_0} = \omega_0^2 \quad \text{Значит это же диспер-урн ма-}$$

ко винта в общем виде имеет вид $n = \omega_0 \left(\frac{t-t_0}{M_0} \right)$.

в начальном виде при $t=0$ $n=0 \Rightarrow t_0=0$; $w = \omega_0 \sqrt{\frac{k}{M_0}}$.

$$n = \omega_0 \left(\sqrt{\frac{k}{M_0}} t \right) \Rightarrow \frac{dn}{dt} = \sqrt{\frac{k}{M_0}} \cos \left(\sqrt{\frac{k}{M_0}} t \right) \omega_0 \quad \text{Пусть}$$



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
3 из 15

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!

Отрыв произошел в момент времени t_1 . Позже.

$\Delta \cdot \frac{1}{4} = s \cdot n (\sqrt{\frac{K}{m_0}} t_1) M_0$. Найдем n_0 -амплитуду колебаний трубы $M_0 = 3 \text{ кг}$. Правило физиологии закона сохранения энергии (если консервативны, потеряв тепло нет). Всего разрыв момента при пружине $E_m = E_n + E_k = K_n = \frac{M_0 v_0^2}{2}$, а

$$\text{при максимальном расстоянии } (V=0) : E_m = E_k + E_n = \\ = \frac{K n_0^2}{2} \Rightarrow \frac{M_0 v_0^2}{2} = \frac{K n_0^2}{2} \Rightarrow n_0 = \sqrt{\frac{M_0}{K}} \quad V_0 = \sqrt{\frac{1}{3}} \quad \frac{K}{M_0} = 12$$

$$s \cdot n (\sqrt{12} t_1) \cdot \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{4} \Rightarrow s \cdot n (\sqrt{12} t_1) = \sqrt{12} \sqrt{\frac{1}{2}} \quad \text{при } t=t_1$$

$$s \cdot n (\sqrt{12} t_1) \text{ делит } \sqrt{12} \text{ на } \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ впереди: } \sqrt{12} t_1 = \arcsin \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \\ = \frac{\pi}{3} \approx 1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ сен.} \quad \text{А между максимумами} \\ \text{и минимумами} = t_1 - t_0 = \frac{1}{\sqrt{12}} \text{ сен.} \quad \text{в момент } t=t_1$$

$$s \cdot n (w t) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow w = \frac{s n}{t} = \sqrt{12} \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{m}{s} \quad \text{далее}$$

продолжим отрыв, и на доску действует сила $F_y = K n$ (турмодинад) и $F_{\text{норм}} = m g M = 0.3 \text{ Н}$ (правило гравитации). Далее имеем $\frac{\delta^2 u}{\delta^2 t} = \frac{F_n}{M} = \frac{3 - 36 n}{2}$



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

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input 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
4 ИЗ 75

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!

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{1}{12}\pi\right) u = -\frac{36}{372} \left(\pi - \frac{1}{12}\right) u = -\frac{1}{16} \left(\pi - \frac{1}{12}\right) u$$

$$\frac{d^2(u - \frac{1}{12})}{dt^2} = -\frac{1}{8} \left(\pi - \frac{1}{12}\right) u \Rightarrow \text{наличие отрицательного коэффициента}$$

а макс Задача решена

$$\Rightarrow \text{наличие отрицательного коэффициента } \pi - \frac{1}{12} = \pi_2 \sin \left(\sqrt{\frac{1}{8}} (t - t_1) \right), \text{ где}$$

π_2 - амплитуда и t_1 - момент отрицания.

$$V = \pi_2 \sqrt{\frac{1}{8}} \cos \left(\sqrt{\frac{1}{8}} (t - t_1) \right), \text{ при } t = t_1, V = \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= \pi_2 \sqrt{\frac{1}{8}} \cos(0) = \frac{\pi_2 \sqrt{16}}{\sqrt{16}} \Rightarrow \pi_2 = \sqrt{16} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{16}$$

$$\text{отрицательный максимум} \quad \pi - \frac{1}{12} = \pi_2 \sin \left(\frac{\pi}{2} \right) = \pi_2 = \sqrt{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \pi_{\text{макс}} = \frac{1}{12} + \sqrt{16}$$

$$\Rightarrow \pi_2 = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{16}} = \frac{1}{2\sqrt{16}} \Rightarrow \max(u - \frac{1}{12}) = \pi_2 \sin \frac{\pi}{2} =$$

$$= \pi_2 = \frac{\sqrt{16}}{12} \Rightarrow \max |u| = \frac{1}{12} + \frac{\sqrt{16}}{12} = \frac{1+\sqrt{16}}{12} \text{ м}$$

Отв: $\frac{1}{12} + \frac{\sqrt{16}}{12}$ м; $\frac{\sqrt{16}}{12}$ син; $\frac{1+\sqrt{16}}{12}$ м



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
5 из 15

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 \otimes - стаци

Рн. при $t^* = 97^\circ$ (раб) $p_{n.n.}(97^\circ)$ (давление началь. пара при

$$T = 97^\circ C \quad | \quad = 90 \text{ кПА из графика}$$

$$\phi = \frac{p_n}{p_{n.n.}} \quad \text{где } p_n - \text{ давление пара.}$$

$$p_{1.m} = \sqrt{\rho A} = \left\{ \phi \cdot p_{n.n.}(97^\circ) = 90 \text{ кПА} \cdot \frac{1}{3} = 30 \text{ кПА} \right.$$

\otimes прямой изобарии, так как не изменяется $\Rightarrow p_n = \text{const}$
последовательно пред началь. при t^* : $\phi(t^*) = 1 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow p_n = p_{n.n.}(t^*) \quad p_1 = 30 \text{ кПА, из графика}$$

видно, что $p_{n.n.} = 30 \text{ кПА при } t = 69^\circ C \Rightarrow$

$\Rightarrow t^* = 69^\circ C$, т.к. дальнейшим погружением
т. отложимая влажность ϕ будет со-

храняться = 1, т.е. в конце описанного $p_2 =$

$$= p_{n.n.}(33^\circ) = 5 \text{ кПА. Изображено при } t = 7^\circ C$$

$p_{n.1} = 30 \text{ кПА, а } p_{\text{раб}, \text{ начальное}} = 105 \text{ кПА} \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_g \text{ (давление воздуха)} = (105 - 30) = 75 \text{ кПА. При}$$

погружении до $t = 33^\circ C$ раб. влажность,

$$p_{n. \text{стаци}} = 5 \text{ кПА} \Rightarrow p_f \text{ стаци} = 105 - 5 = 100 \text{ кПА.}$$

Чуть $p_{n.1}$ - давление воздуха вначале, а $p_{f.2} =$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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
6 ИЗ 25

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!

в пятнице . Занятие управление Монголией .

Уравнение для воздуха : $pV = \gamma R T$; $\gamma = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const} \quad ; \quad V = \text{const} \cdot \frac{T}{p} \Rightarrow \frac{t_1}{V_1} = \frac{t_2}{V_2} = \frac{t_3}{V_3} = \dots$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{t_2 p_0}{t_0 p_2} = \frac{33 \cdot 75}{97 \cdot 100} = \frac{2475}{9700} = \frac{99}{388}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 33 \\ \hline 225 \\ 225 \\ \hline 2475 \end{array}$$

$$\text{Отв: } p_1 = 30 \text{ кПа} ; \quad t^* = 69^\circ ; \quad \frac{V}{V_0} = \frac{99}{388}$$

до начала нагревания начальный воздух ведет себя как

стать звук первичного излучения; процесс изобарический (т.к. звук) действует постоянные давления первичный \Rightarrow парциальные давления константы.

Методика .

p_0 — давление

звук

воздух



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

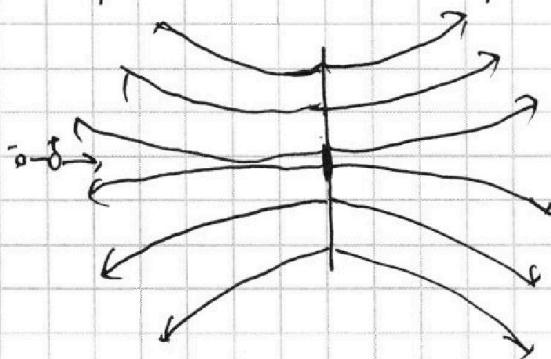
СТРАНИЦА

12 ИЗ 15

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

При одинаковой зарядке приводимая к ~~зарядам~~ ^{чилику}, потенциальная энергия взаимодействия чилика и чилика увеличивается. Затем, при одинаковой зарядке чилика и чилика, потенциальная энергия взаимодействия падает, а при включении чилика чиликом чтобы расст. Это происходит потому, что чилики близко к чилику, тем самым не навредившись друг другу.



близко к чилику, тем самым

не навредившись друг другу.

Составляя + заряду близко

к чилику, то потенциальная ^{энергия} ~~зарядов~~ ^{ончика на +} это тоже ~~зарядов~~ ^{зарядов}.

же, чем ~~на~~ ^{на}, и E_+ растет. Поэтому, если падет

E_- (E_+ - потенциальная энергия взаимодействия α^+ -зарядка чилика с чиликом; E_- - отрицательный заряд (чиликом), когда + заряд чилика

заряды (чиликом), когда + заряд чилика падет, и E_- ^{на} падет



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
13 ИЗ 15

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!

Так 1 - принципиально, а + отвечает ли физике,
а после первого прохождения наше же отражение
меньше, чем E_+ $\Rightarrow E_-$ распределяется,
чем падает E_+ . В конечном, когда 0 - среди-

$$E_+ + E_- \approx \frac{(q_+ + q_-)k}{(\frac{1}{2})^2} = 0 \quad \text{при } q_+ \text{ и } q_- -$$

ну-заряды одинак, а 1-го физики. Но нам
чтобы учесть на $L \rightarrow \infty$ отражение $E_+ \rightarrow 0$:

$$E_- \rightarrow 0 \Rightarrow E_+ + E_- \rightarrow 0, \text{ т.е. } E_+ + E_- = 0.$$

Выполним это задание с помощью математической
методики: $E_m = E_n + E_+ + E_-$, в первом

$$\text{шаге } E_{n_1} = E_m - E_+, E_{n_1} = E_m \quad (E_n = E_+ + E_-)$$

$$\text{Во 2-ом шаге } E_{n_2} = E_m - E_{n_1} = E_m = ?$$

$$\Rightarrow E_{n_1} = E_{n_2} \Rightarrow V_1 = V_2 = \frac{3V_0}{2} \quad (V_1, V_2, E_{n_1}, E_{n_2} -$$

сторони и поменял. Это верно в 2-ом шаге).

Из вышеприведенных рассуждений (если
мы учтем симметрию: $E_n [n] = -E_n [-n]$)



можно сделать



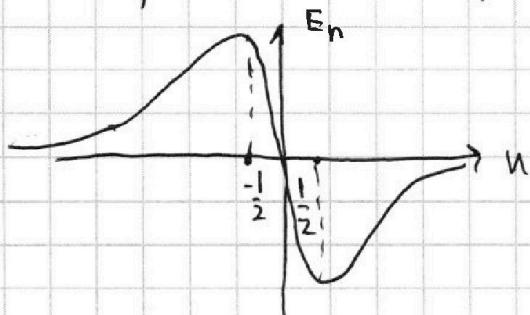
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
14 из 15

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!

Начало координатной системы $E_n(n)$, где n - ось, вертикальной которой лежит длина: будем брать ^{за} n см .



длину считая ^{за} n см .
считаем его средним.

Максимум длины

при $n = -\frac{1}{2}$, а минимум:

при $n = \frac{1}{2}$. первое положение соответствует заряду q^+ в точке 0, а второе заряду q^- в точке 0

из рассмотренного в начале случая $E_n \uparrow$, потому что находим до 0 при $n=0$. далее симметричный график лежит симметрично левой половине относительно точки $(0; 0)$. значит-

мы начинем движение при максимальной начальной скорости. Получим

движение заданного с $V = V_0$. тогда $E_m = E_{n \infty} +$

$$+ E_{n \infty} = E_{n \infty} = \frac{m V_0^2}{2} \quad | \text{ищем } \omega - \text{то вспоминаем}$$

му). $E_k[-\frac{1}{2}] = E_m - E_n[-\frac{1}{2}]$; если $E_m < E_n[-\frac{1}{2}]$, то

движение не пройдет дальше в прямом



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмьте 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
15 ИЗ 15

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!

Чтобы упростить выражение, т.к. $\min|E_k| = \min|E_m -$

$-E_n| = E_m - \max|E_n| = E_m - E_n(1 - \frac{1}{2})$. т.к. V_0 - минимум

Минимальная необходимая для прохождения ~~скорость~~,

$$\text{т.к. } E_n(1 - \frac{1}{2}) = E_m = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow E_n(\frac{1}{2}) = -E_n(1 - \frac{1}{2}) = -\frac{mV_0^2}{2}$$

при замедлении члене ($V = \frac{3V_0}{2}$, минимумы которых

ти будут в $n = -\frac{1}{2}$, а максимумы в $\frac{1}{2}$.

$$E_k + E_n = E_m = E_{k\min} + E_{n\max} = E_{k\max} = \frac{mV_0^2}{4 \cdot 2}$$

$$E_n(-\frac{1}{2}) = E_m - E_n(1 - \frac{1}{2}) = \frac{m}{4} \left(\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \right) = \frac{5}{4} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{M \sqrt{\frac{5}{4} V_0}}{2}$$

$$V V(-\frac{1}{2}) = \sqrt{E_n}$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \Rightarrow V(-\frac{1}{2}) = \sqrt{\frac{2E_k(1-\frac{1}{2})}{m}} = \\ = \sqrt{\frac{5}{4}} V_0 \Rightarrow V_{\min} = V(-\frac{1}{2}) = \sqrt{\frac{5}{4}} V_0$$

$$E_n(\frac{1}{2}) = E_m - E_n(1 - \frac{1}{2}) = \frac{9}{4} \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{13}{4} \frac{mV_0^2}{2} = \frac{m \left(\sqrt{\frac{13}{4}} V_0 \right)^2}{2}$$

$$V(\frac{1}{2}) = \sqrt{\frac{2E_n(1-\frac{1}{2})}{m}} = \sqrt{\frac{13}{4}} V_0 \Rightarrow V_{\max} = V(\frac{1}{2}) = \sqrt{\frac{13}{4}} V_0$$

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\sqrt{\frac{13}{4}} V_0}{\sqrt{\frac{5}{4}} V_0} = \sqrt{\frac{13}{5}}$$

Отв.: $\frac{3V_0}{2}; \sqrt{\frac{13}{5}}$

Уточн.: $E_k(n_0)$ - это минимальная энергия при $n = n_0$



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

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
7 из 15

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^4

$$\text{(одной стороны, } \{_0 \text{ (две стороны)} = \frac{d\Phi}{dt} = \\ = \frac{dB}{dt} S n. \text{ (одной стороны, } \{_0 = \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = \\ = \frac{dI}{dt} 4L \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{S n}{4L} \Rightarrow dI = \frac{S n}{4L} dB$$

$$\text{изображение} \int dI = \int \frac{S n}{4L} dB \Leftrightarrow I = \frac{S n}{4L} B + C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta I = \frac{S n}{4L} (\Delta B) = \frac{S n B_b}{4L} \quad \Delta I = I(\tau) - I_0 = \\ = |B(\tau) - B(0)| = \frac{S n}{4L} |B(0) - B(\tau)| = \frac{S n B_b}{4L}$$

$$\Rightarrow I_0 = |I(\tau)| = |I(\tau) - I_0| = |I(\tau) - I(0)| = |B(\tau) - B(0)| = \\ = |\frac{S n}{4L} (B(\tau) - B(0))| = \frac{S n B_b}{4L}$$

$$q_{\text{прем}} = \int_0^\tau I dt = \int_0^\tau \left(\frac{S n}{4L} B + C \right) dt$$

$$\text{Найдем } (\because I(0) = \frac{S n}{4L} B_0 + C; I_0 = 0; B(0) = B_0 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{S n B_b}{4L} + C = 0 \Rightarrow C = -\frac{S n B_b}{4L} \Rightarrow q_{\text{прем}} =$$

$$= \int_0^\tau \frac{S n}{4L} (B - B_0) dt = -\frac{n_0}{64} \frac{S n}{4L} B_b \tau = -\frac{5}{32} \frac{S n}{L} B_b \tau \Rightarrow$$

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

СТРАНИЦА
§ ИЗ 5

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

$$\Rightarrow \Delta q_0 = |q_{\text{прим}}| = \frac{55 \text{ нН}}{32 L}$$

Ч_{прим} - приложенный заряд, Δq₀ - его модуль.

За положительные направления ε₀, J и q_{прим} выбрано направление ток ЭДС источников при

увеличении поля

$$\text{Эдс: } \frac{\sin \theta_0}{4L} \cdot \frac{55 \text{ нН}}{32 L}$$



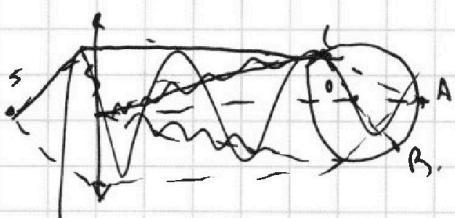
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
9 из 15

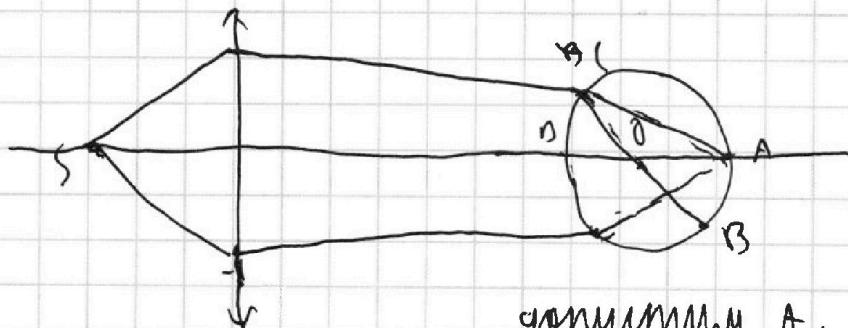
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

№ 5

Гуруль мы изменяли показатель преломления
и шара. Гуруль ~~удалось~~ изменить ^{же} показатель
преломления и шара ~~внутри шара~~: Чтобы показать



в точку S луч из шара для
того показать в точку B ,
сменившигую точку выхода в шар (относительно
то центра шара O , либо в точку A на шар-
ной симметрии ~~или~~ (дальшего от S). Ученик



изменить и гуруль
гуруль, то для
сменившигую из,
допустими, A , в упомянутом
шаре точку и не вернется в S . т.е. под шаром
изменится не будет. Значит все лучи
с поверхности шара.

наибольшее расстояние R от шара до изобра-
зения без шара.



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
10 ИЗ 15

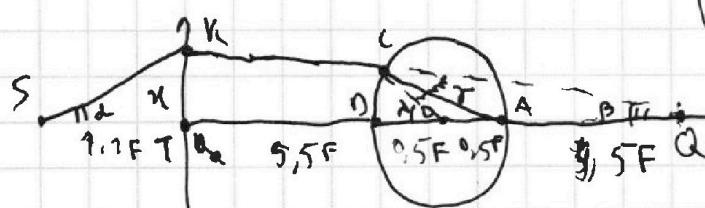
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{C} + \frac{1}{A} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{\cancel{C}} = \frac{F - aF}{aF} = \frac{0.1F}{1.1F^2} = \frac{1}{11F} \Rightarrow C = 11F$$

но чтобы было нормально было 1 шагу, то
должно быть сделано параллельное сжатие
шагу \Rightarrow радиус $R = (-b) = 0.5mF$

теперь мы же сделали $b = 5,5F$ $\Rightarrow C = 6mF$

Возьмем произвольный шаг. Он уже не 1 шагу
 \Rightarrow он получает в A . В приближении меньши



Чтобы сделать $\sin 2 = 2 =$

$\Rightarrow t \varphi_2$

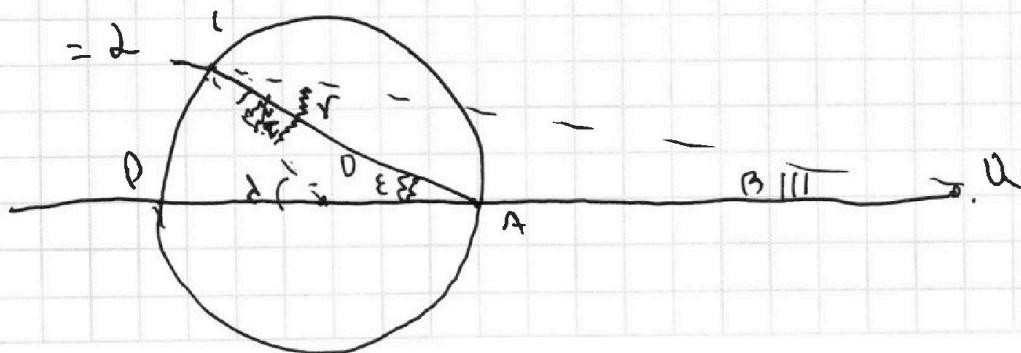
тогда $n = 1,12 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \beta = t \varphi_2 = \frac{1,12}{11} = \frac{2}{10} = 0,12$$

в силу линейной модели, очевидно, что точка C
удалена от центра на 5,5, а D (также $\Delta QKT \sim$)

$$\sim \Delta QAT \quad (2) \Rightarrow (D) = \frac{XT}{2} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \lambda = 0.5; h\lambda = \frac{CD}{R} =$$

$= n = 1,12$; $\gamma = \lambda - \beta = 2$, т.е. угол падения





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

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

СТРАНИЦА
11 из 15

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!

$$E = s \cdot n \Rightarrow E = \frac{c \cdot n}{2R} = \frac{\pi}{2} \cdot 0,552, \text{ т.е. угол соприкосновения} \\ \text{пружинения} = 0,552. \cdot \text{Число пружинения (имеет)} \\ n = \text{маршрут и пружинениям лучше) =}$$

$$= Y \cdot E = 2 \cdot 0,552 \Rightarrow T = E / (\Delta \cdot \cos - \pi/8); T = \\ \therefore C_0(A) = 0,552 \Rightarrow \\ \Rightarrow n = \frac{s \cdot n \cdot R}{s \cdot n \cdot T} = \frac{Y}{T} = \frac{2}{0,552} = \frac{20}{11}$$

$$\text{Отв.: } R = 0,5 F; n = \frac{20}{11}.$$



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!

