



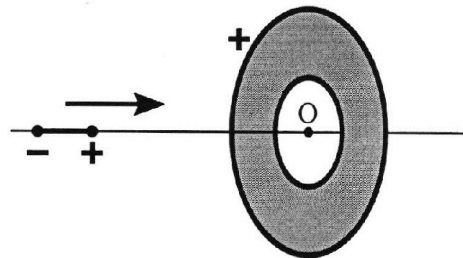
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

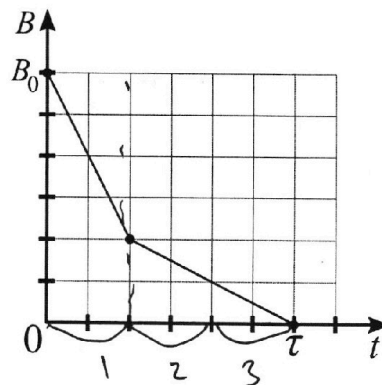
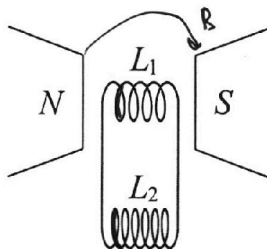


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполью сообщают начальную скорость $2V_0$.



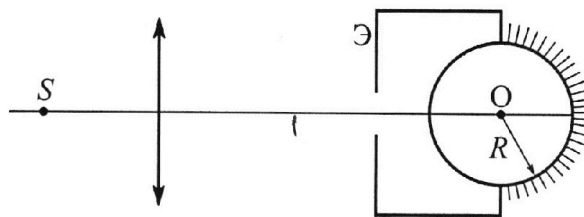
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (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 $b = 8F/3$, 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 $\Delta = 2F$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



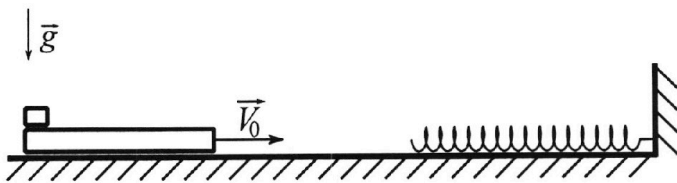
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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.

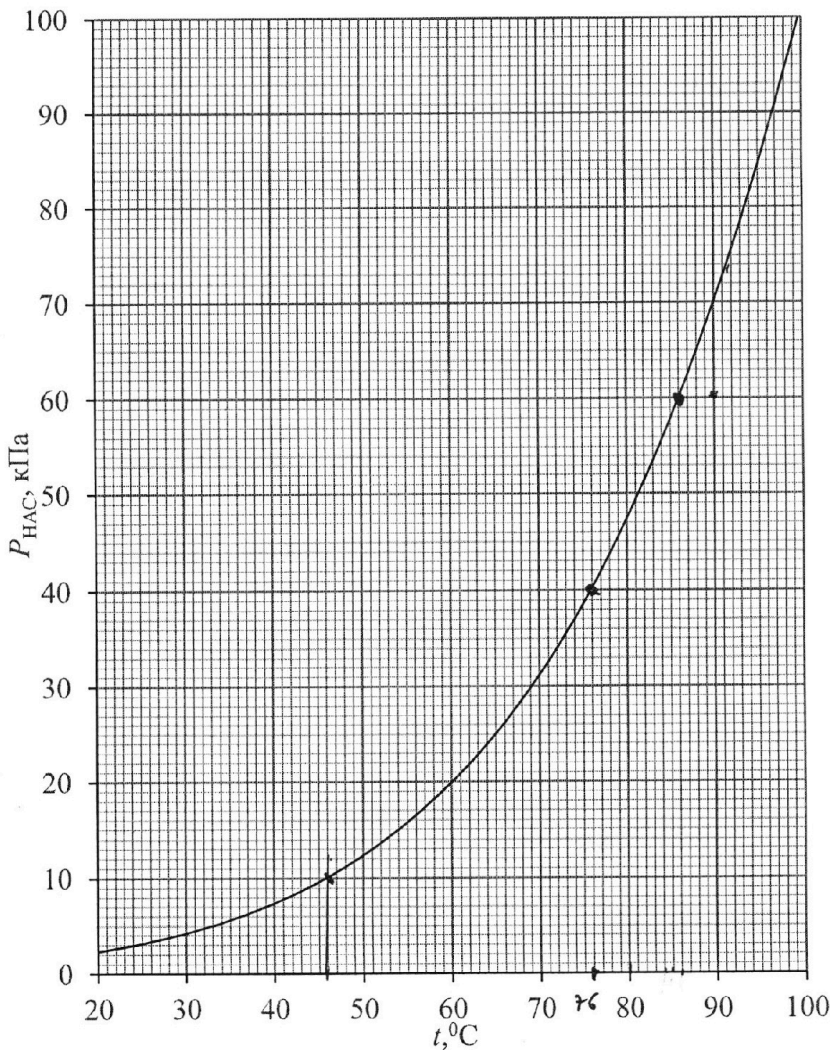


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 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.



ЛАЗА



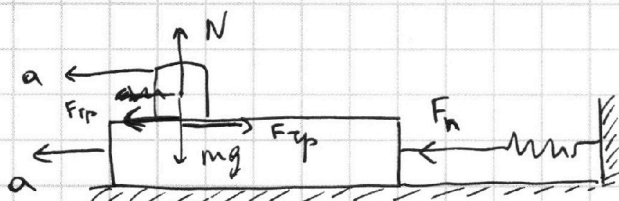
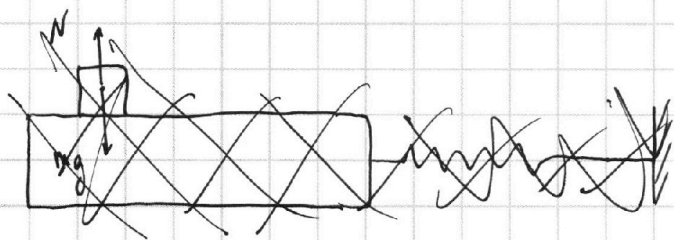
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



когда брусок и доска неподвижны
отн. друг друга
у них одинаковое
ускорение a

F_n - сила упр. пружины

$F_{тр}$ - сила трения между
бруском и доской

N - сила реакции ~~а~~ доски
на брусок

23Н на верт. для бруска: $N = mg$

23Н на гор. для бруска: ~~ma~~ $ma = F_{тр}$

23Н на гор. для системы "брусок + доска":

$$(m + M)a = F_n$$

$$F_n = kx$$

в интересующий момент: x_0 - сжатие в
этом момент

$$kx = (m + M)a$$

$F_{тр} = \mu N$ сила трения скольжения

$$F_n = kx_0$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg$$

$$\begin{cases} (m + M)a = kx_0 \\ \mu mg = ma \end{cases} \Rightarrow \mu g (m + M) = kx_0$$

$$x_0 = \frac{\mu g (m + M)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2 + 1)}{27} = \frac{1}{3} \approx 0,33 \text{ (м)}$$

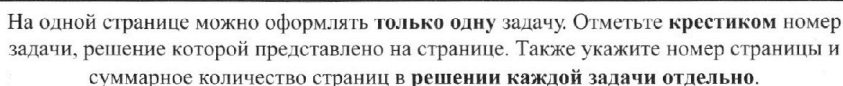
до момента начала отн. движения брусок и доска
движутся как одно целое $\Rightarrow$ это пружинный
маятник с массой груза $(m + M)$ для него:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m + M}}$$

~~$x(t)$~~ - цикловая частота

$$x(t) = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$$

зависимость сжатия от времени
без учета Н.У.



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!

$$\begin{aligned} x(0) &= 0 & \Rightarrow & C_1 = 0 \\ \dot{x}(0) &= V_0 & \Rightarrow & \cancel{C_1} C_2 \omega = V_0 \end{aligned}$$

$t = 0$ —
момент начала
сжатия

$$x(t) = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t$$

нам нужен промежуток от $t=0$ до $t=t_0$ (момент начала отн. движ.)

$$x(t_0) = x_0 = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t_0$$

$$\cancel{t_0 = \frac{1}{\omega}} \quad t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{x_0 \omega}{v_0}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \arcsin \left(\frac{\mu g (m+M)}{k v_0} \right) \cdot \sqrt{\frac{k}{m+M}}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arcsin \left(\frac{\mu g}{k v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}} \right)$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2+1}{27}} \cdot \arcsin\left(\frac{0,3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{2}{27}}\right) =$$

$$= \frac{1}{3} \arcsin \left(\frac{x}{2} \cdot \frac{1}{x} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{18} = \frac{1}{18} = \frac{1}{6} (c)$$

после начала отн. движения ~~брусик~~ ~~будет~~ и до
max скатил брусик будет скользить ~~(т.к. $F_{тр.к.}$~~
(т.к. $F_{тр.к.}$ не сможет придать $u_{ск.} = u_{ск. доск.}$) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ на доску будет действовать постоянная сила

$$F_{cp} = \mu mg \Rightarrow \text{будут обывные за } y$$

доски будут обычные затухающие колебания

~~$$x(0) = x_0 \quad \dot{x}(0) = V_0 \cos \omega t_0$$~~

$$v = V_0 \cos \omega t_0 = V_0 \cos \cdot \left(3 \cdot \frac{\pi}{18} \right) = \frac{\sqrt{3} V_0}{2} \quad \text{— скорость дошки в момент начала закруч. колес.}$$

скорость доски
в момент начала
затух. кол-ва.



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!

~~ЗСЭ~~  $E_1 = \frac{kx_0^2}{2} + M \frac{v^2}{2}$ — энергия "доски + пружины" в момент нач. затух.

$E_2 = \frac{kx_1^2}{2} + \cancel{F_{\text{пр}}(x_1 - x_0)}$ — энергия доски + пружины в момент max сжатия

~~$E_1 = F_{\text{пр}}(x_1 - x_0) + \frac{kx_1^2}{2} = M \frac{v^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2}$~~ ЗСЭ

$2 \text{ мкг} (x_1 - x_0) + kx_1^2 = M \frac{v^2}{2} + kx_0^2$

получилось квадр. ур. отн x_1 . подставим чис. зн.:

$2 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot (x_1 - \frac{1}{3}) + 27 x_1^2 = 2 \cdot 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 4 + 27 \cdot \frac{1}{9}$

$6x_1 - 2 + 27x_1^2 = 2 \cdot 3 + 3$

$27x_1^2 + 6x_1 - \cancel{11} = 0 \quad || = 0$

ответ: 1) 0,33 м 2) $\frac{1}{6}$ (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!

$$\varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}}$$

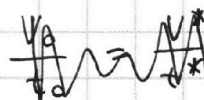
$p_{\text{нас}}$ - давление при данной температуре (36°C)

$$p_{\text{нас}} = 60^* \text{ кПа (из графика)}$$

$$p_1 = \varphi_0 p_{\text{нас}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

до начала конденсации влажный воздух ведет себя как обычный идеальный газ: (т.к. пар ведет себя так же)

$$p = \text{const} = p_0 \quad (\text{т.к. массивный поршень})$$



~~В начале конденсации~~

$$p_0 = p_n + p_v$$

$$p_n = p_v$$

$$p_n = p_v$$

до нач. конденсации ур. сост. пара:

$$p_n V = \nu R T \quad - \text{ в любой момент}$$

$$p_1 V_0 = \nu R t_0 \quad - \text{ в нач. момент}$$

p_n - давление пара

$$\frac{p_n}{p_1} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{t_0} \quad - \text{ для пара}$$

$$\text{у воздуха так же: } \frac{p_v}{(p_0 - p_1)} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{p_n}{p_1} = \frac{p_v}{p_0 - p_1} \quad \Rightarrow \frac{p_0 - p_1}{p_1} = \frac{p_v}{p_n} = \text{const}$$

при этом

$$p_0 = p_v + p_n \quad (\text{т.к. массивный поршень})$$

$$\Rightarrow p_v, p_n = \text{const}$$

конденс. начнет когда $p_n = p_{\text{нас}}^*$ - ~~давление~~ ^{насыщ. пара} при t^*

$$p_n = p_1 = p_{\text{нас}}^* = 40 \text{ кПа} \quad \Rightarrow \text{находим из графика}$$

см. пересечение прямой $p_{\text{нас}} = 40 \text{ кПа}$ с графиком $p_{\text{нас}}(t) \Rightarrow$

$$\Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

охлаждение состоит из 2-х этапов:
во всех этапах $p = \text{const} = p_0$

1) влажн. воздух = уг. газ ~~$t \in [20^\circ \text{ до } t^*]$~~
(от t_0 до t^*)
 $\frac{V_0}{t_0} = \frac{V^*}{t^*}$ V^* - объем при нач. конденс.

$$V^* = \frac{t^*}{t_0} V_0$$

2) насыщ. пар + сухой воздух

пишем ур-е конечного состояния воздуха:

$$(p_0 - p_{\text{нас } t}) V = \cancel{J_v R t} \quad p_{\text{нас } t} - \text{давление нас. пара при } t$$

ур-е состояния воздуха вначале:

$$\cancel{p_0} (p_0 - p_1) V_0 = J_v R t_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{p_0 - p_1}{p_0 - p_{\text{нас } t}} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$p_{\text{нас } t} = 10 \text{ кПа} \quad (\text{из графика})$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{150 - 40}{150 - 10} \cdot \frac{46 + 273}{273 + 86} = \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$$

ответ: 1) $76^\circ \text{C} = t^*$ 2) ~~$\frac{11 \cdot 319}{5026}$~~ $\frac{3509}{5026} = \frac{V}{V_0}$



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

1 2 3 4 5 6 7

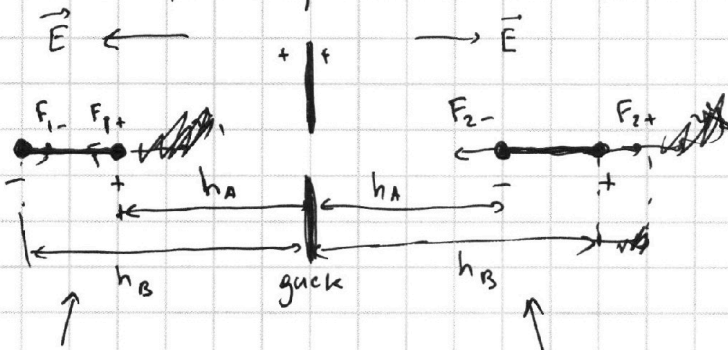
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

рассмотрим 2 шмм. положения диполя:



~~силы действ. на заряды:~~

диполь на одинак. расстояниях в обоих положениях

полож. 1

полож. 2

X - ось

F_{1-} F_{1+} F_{2-} F_{2+} E h_A E_A

$|E|$ на расст. $h_A = |E_A|$. $|E_B|$ - аналог.

F_{i+} - сила на конкретный заряд диполя

q - модуль заряда

номер положения

заряд знак

пишем силы в проекции на OX:

$$F_{1-} = (-E_B \cdot q) = E_B q$$

$$F_{1+} = -E_A q \quad F_{2-} = E_A \cdot (-q) = -E_A q$$

$$F_{2+} = E_B \cdot q = E_B q$$

результ. силы действ. на диполь в пол. 1 и 2:

в проекц. на OX:

$$F_1 = F_{1-} + F_{1+} = q(E_B - E_A)$$

$$F_2 = F_{2-} + F_{2+} = q(E_B - E_A)$$

в шмм. полож. результ. силы $\Rightarrow$ одинаковы

$\Rightarrow$ во время пролета диполя эл. поля до диска = работе

$$A_{до} = A_{посл} = A$$

работе полн. диска



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!

$$E_0 = m \frac{V_0^2}{2} \quad \text{— ~~исходная~~ энергия диполя в начале}$$

m — масса диполя

$$\text{ЗСЭ: } E_0 = A_{\text{до}} + A_{\text{посл}} = 2A \quad \leftarrow \text{при минимальной возм. скорости}$$

$$2A = \frac{m}{2} V_0^2 \Rightarrow A = \frac{m}{4} V_0^2$$

1) ~~скорости~~ ~~А~~ ~~масса~~

прим.: ~~none~~ ~~масса~~

$\downarrow E_{\text{кин}}$

т.к.

$|E_B| < |E_A|$ ($E \downarrow$ с расстоянием)
а q нас $h_B > h_A$
 $\downarrow$
 $F_x < 0$

~~1) скорости в центре диполя~~ V_0

~~4V₀²~~
~~2)~~

переходим к ситуации с нач. ск. $2V_0$:

1) V_0 — скорости в центре диполя

$$m \frac{4V_0^2}{2} = A_{\text{до}} + m \frac{V_0^2}{2} = \frac{m}{4} V_0^2 + m \frac{V_0^2}{2}$$

$$2V_0^2 = \frac{V_0^2}{4} + \frac{V_0^2}{2} \quad 4V_0^2 - \frac{1}{2}V_0^2 = V_0^2 = 3,5V_0^2$$

$$V_0 = \sqrt{3,5}$$

$$V_0 = \sqrt{3,5} V_0$$

2) ~~none~~ $\downarrow E_{\text{кин}}$ (none все время $\downarrow E_{\text{кин}} \Rightarrow$)

$$\Rightarrow V_{\text{max}} = 2V_0 \quad (\text{нач. скор.})$$

~~4V₀²~~ ~~V_{min}~~

где V_{min} : ЗСЭ:

$$\frac{m}{2} 4V_0^2 = 2A + \frac{m}{2} V_{\text{min}}^2 = \frac{m}{2} V_0^2 + \frac{m}{2} V_{\text{min}}^2$$

$$4V_0^2 = V_0^2 + V_{\text{min}}^2$$

$$V_{\text{min}} = \sqrt{3} V_0$$

ответ: 1) $V_0 = \sqrt{3,5} V_0$ 2) $V_{\text{max}} = 2V_0$

3) $V_{\text{min}} = \sqrt{3} V_0$

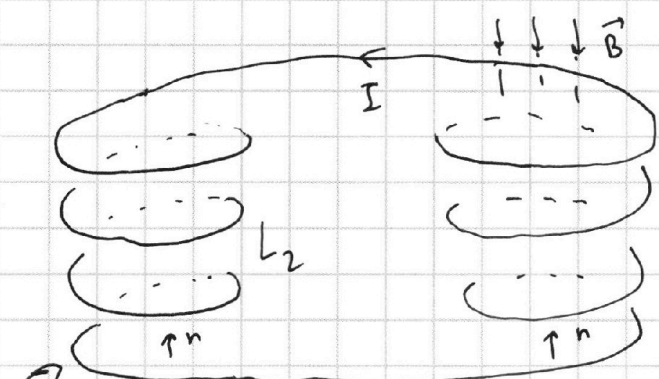
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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



~~Судя по картинке это катушка такая~~

~~Φ~~ в любой м. времени:

~~$\xi_{\text{инд},1} = \dot{\Phi}_1$ для 1-й катушки~~

$\xi_{\text{инд},1} = -\dot{\Phi}_1$ - 1-я катушка

$\xi_{\text{инд},2} = -\dot{\Phi}_2$ - 2-я катушка

$\xi_{\text{инд}}$ - эдс индукции Φ - поток через катушку

$$\xi_{\text{инд},1} = -\xi_{\text{инд},2}$$

$$-\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = 0$$

~~$$\Rightarrow \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const} = \Phi_0$$~~

~~$$\Phi_2 = L_2 \frac{dI}{dt}$$~~

~~$$\Phi_1 = L_1 \frac{dI}{dt} + S_1 n B$$~~

~~$$L_2 \frac{dI}{dt}$$~~

$$L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt} + S_1 n B = 0 \Rightarrow$$

~~$$\Rightarrow L_2 \Delta I + L_1 \Delta I + S_1 n \Delta B = 0$$~~

~~$$\Phi_0 = B_0 S_1 \Rightarrow (L_1 + L_2) \Delta I + S_1 n \Delta B = 0$$~~

$$\Delta I_0 = I_0 - 0$$

$$\Delta B_0 = 0 - B_0$$

- в конце выключения

$$(L_1 + L_2) I_0 = S_1 n B_0$$

$$I_0 = \frac{S_1 n B_0}{L_1 + L_2}$$

~~$$L_2 \frac{dI}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}$$~~

~~$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt}$$~~

~~$$(L_1 + L_2) \Delta I = -S_1 n \Delta B$$~~

$(L_1 + L_2) \Delta I = -S_1 n \Delta B$ - справедливо в любой момент

$$\Delta I = I - 0$$

$$\Delta B = B_0 - B_0$$

- в любой 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**.



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!

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{-S_1 n (B - B_0)}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 n (B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

$$dq = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} (B_0 - B) dt$$

$$\int_0^q dq = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} \int_0^T B_0 dt - \int_0^T B dt$$

$$q = \frac{S_1 n}{L_1 + L_2} \left(B_0 T - \int_0^T B dt \right)$$

$\int_0^T B dt$ — площадь под графиком $B(t)$

$$\int_0^T B dt = \frac{B_0 T}{3}$$

$$q = \frac{S_1 n B_0 T}{L_1 + L_2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2 B_0 T S_1 n}{3 (L_1 + L_2)}$$

подставляем ~~знач.~~ знач.: L_1 и L_2

$$I_0 = \frac{S_1 B_0 n}{L_1 + L_2} = \frac{S_1 B_0 n}{5L}$$

$$q = \frac{2 B_0 T S_1 n}{15L}$$

ответ: $I_0 = \frac{S_1 B_0 n}{5L}$

$$q = \frac{2 B_0 T S_1 n}{15L}$$

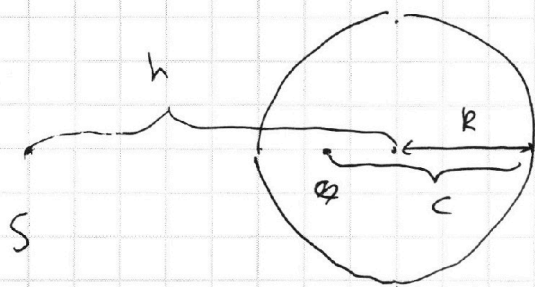


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~ф-ла~~ ф-ла прелом. сфер.
нов-си!

$$\frac{n_1}{x_1} - \frac{n_2}{x_2} = \frac{n_1 - n_2}{R}$$

$$\frac{n}{2R-c} - \frac{1}{h+R-2R} = \frac{n-1}{R}$$

$$\begin{cases} h = \frac{nR}{2-n} \\ \frac{2}{R} = \frac{1}{h+R} + \frac{1}{c} \\ \frac{n}{2R-c} - \frac{1}{h-R} = \frac{n-1}{R} \end{cases}$$

представить
~~решить~~ эту
систему ~~как~~ как

R - ~~нужно~~ искомая

n - параметр
~~задать~~ ~~у~~
решить при условии
что R не зависит от n

$$h+R = R \left(\frac{n}{2-n} + 1 \right) = R \left(\frac{n+2-n}{2-n} \right) = \frac{2}{2-n} R$$

$$\frac{2}{R} = \frac{2-n}{2R} + \frac{1}{c}$$

$$\frac{4-2+n}{2R} = \frac{1}{c} = \frac{2+n}{2R}$$

$$2R-c = 2R \left(\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2+n} \right) \right)$$

$$2R-c = 2R \cdot \frac{1-2-n}{2+n} = 2R \cdot \frac{-(n+1)}{2+n}$$

$$h-R = \frac{2}{2-n} R - 2R = 2R \left(\frac{1}{2-n} - 1 \right) = 2R \left(\frac{1-1+n}{1-n} \right)$$



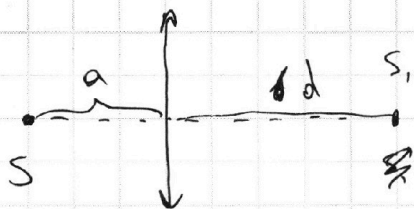
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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



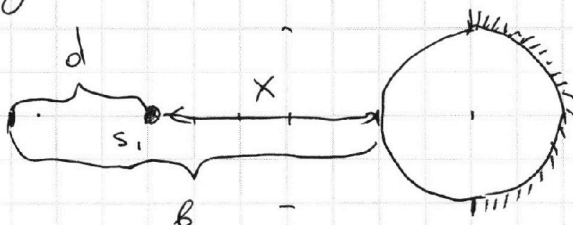
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{0,5}{1,5F} = \frac{2}{3F}$$

$$d = 1,5F$$

чтобы изобр. в системе совпадало с ист. ~~ну~~
достаточно чтобы шар



$$x = b - d$$

расст. от изобр. ~~или~~ от линзы до шара

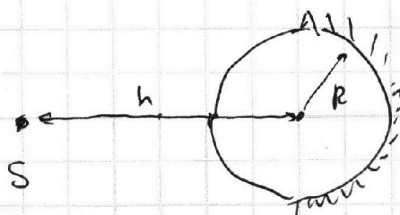
$$x = \left(\frac{8}{3} - \frac{3}{2} \right) F = \frac{16-9}{6} F = \frac{5}{6} F$$

~~изобр. не зависит от показ. прелом. =>~~

~~=> в том ~~перед~~ после преломлении отражения все лучи идут в поверхности шара =>~~

~~=> изобр. от линзы зеркала получается в центре шара~~

~~ла преломл. сфер. пов. ст. т~~
стекл. шар "премещает" источник ~~на~~ на расстояние $h = \frac{nR}{2-n}$ от ~~себя~~ своего центра



затем зеркало его отражает

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{h+R} + \frac{1}{c}$$

c - изобр. источ. после зеркала

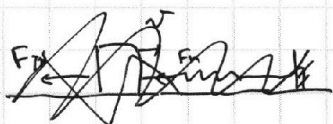
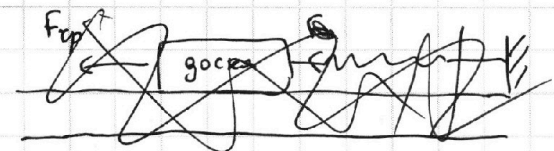


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

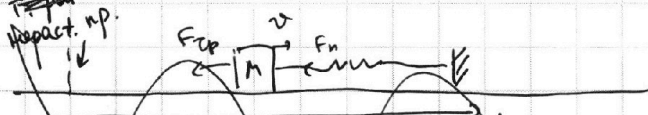
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!



Ускор. пр.



$$\ddot{x} + \frac{k}{m} \left(x + \frac{F_{гр}}{k} \right) = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$x' = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t$$

$$x'(0) = x_0 + \frac{F_{гр}}{k}$$

$$\dot{x}'(0) = v_0$$

$$-M \dot{x}' = F_{гр} + k x$$

$$M \ddot{x} + k \left(x + \frac{F_{гр}}{k} \right) = 0$$

$$x' = x + \frac{F_{гр}}{k}$$

это замена
а не производная

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$



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
☒

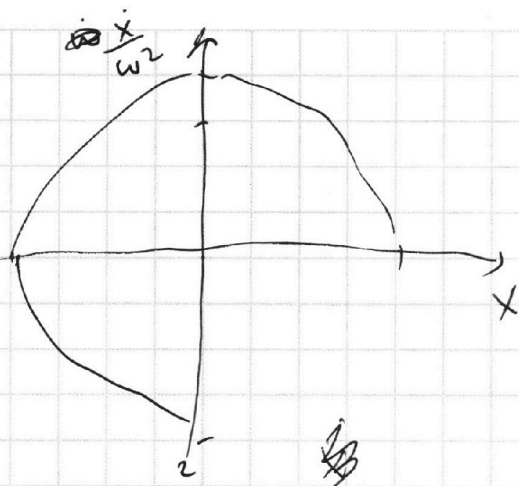
5
☒

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!



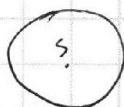
$$\begin{array}{r} \times 360 \\ 4 \\ \hline 1440 \\ 4 \\ \hline 1436 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 3590 \\ 1436 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 319 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

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

4, 5





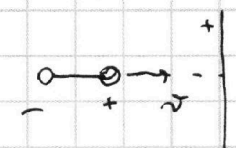
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

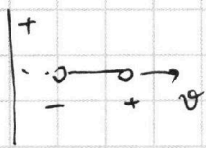
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

черновик

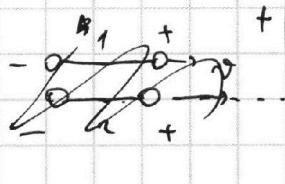
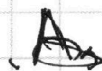


сильно отт.
слабо прит.



сильно прит.
слабо отт.

симметрия!



$$A_1 + A_2 = 0$$

$$A = F_{\text{пр}} S$$

изза симм.

$$\vec{F} = \vec{E} q$$

46

$$A_1 = A_2$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 270 \\ 49 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 273 \\ 46 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$49 + 270$$

$$\begin{array}{r} \parallel \\ 7.7 \end{array}$$

$$\parallel$$

$$\frac{2R}{n-2}$$

$$\frac{nR}{n-2}$$

$$\frac{nR}{n-2}$$

$$\frac{nR}{2-R} = 501$$

макс. сжатие = $\varphi = 0$

$$1) \quad A_{\text{гор}} F_{\text{уп}} \rightarrow E_{\text{кин}} \quad \text{др} \quad F_{\text{дт}} \quad \text{др}$$

на доску действ. пост сила!!!