



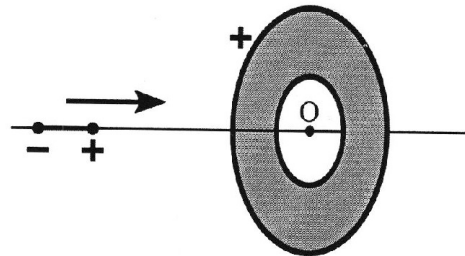
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



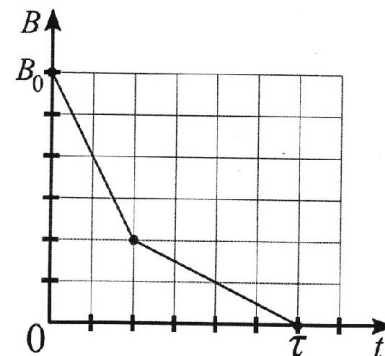
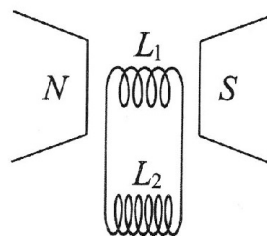
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

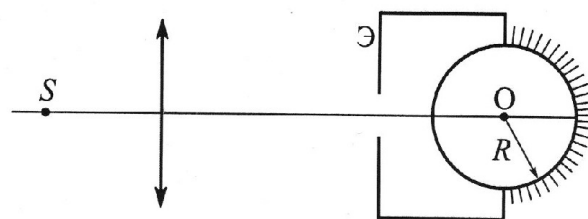
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



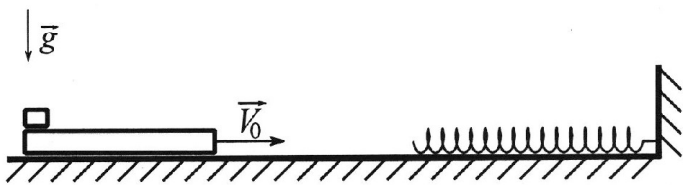
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

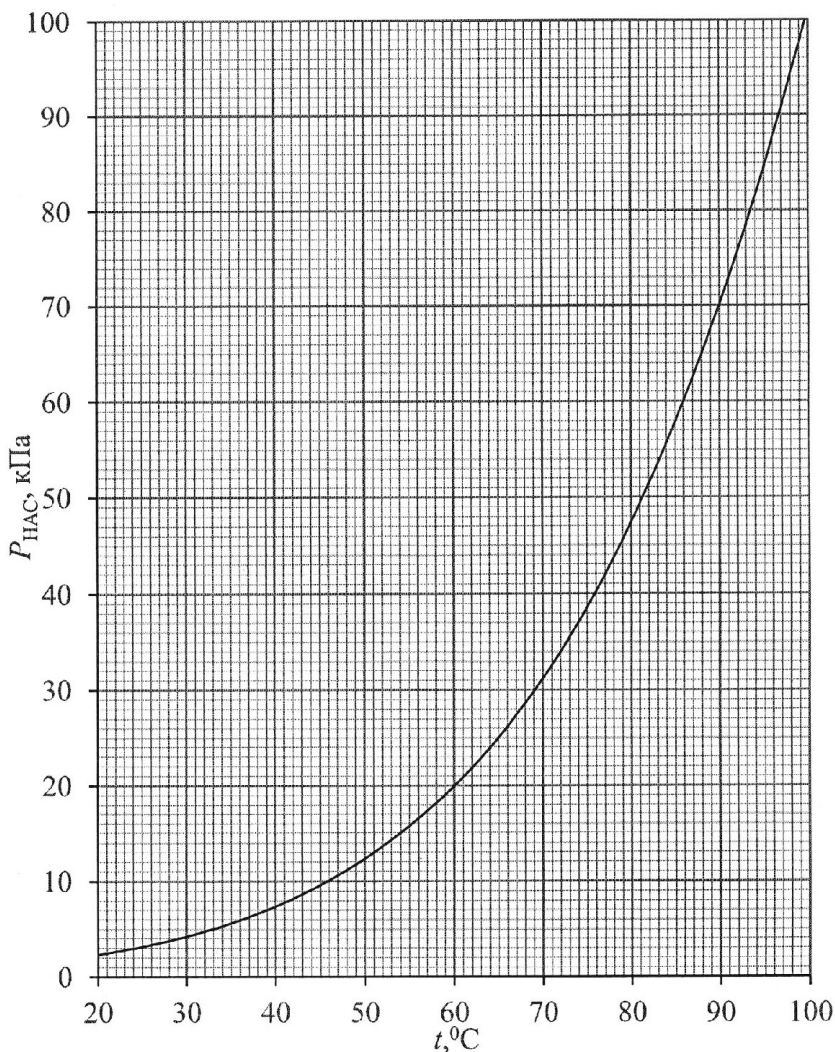


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





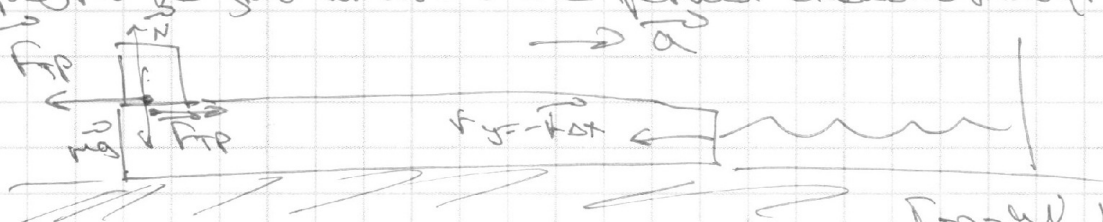
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

1) В момент начала относительного движения брусь можно считать, что они движутся как одно целое ($a_1 = a_2 = a$) (т.к. это произошло только что), относительное движение начнется, когда сила трения покоя, действующая на брусок, станет равна по модулю силе трения скольжения ($F_{тр} = \mu mg$)



Тогда по второму закону Ньютона:

$$\begin{cases} ma_1 = -F_{тр} \\ Ma_2 = F_{тр} - k\Delta x \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} ma = -\mu mg \\ Ma = \mu mg - k\Delta x \end{cases} \quad (1)$$

$$\frac{M}{m} = \frac{\mu mg - k\Delta x}{-\mu mg} \quad \text{или} \quad \mu mg - k\Delta x = -\mu Mg \Rightarrow$$

$$k\Delta x = \mu(M+m)g, \quad \Delta x = \frac{\mu(M+m)g}{k}; \quad \Delta x = \frac{0,3(2+1) \cdot 10}{2 \cdot 9} =$$

$= \frac{1}{3} \text{ м}$. — расстояние, пройденное в момент начала относительного движения.

2) Т.к. до начала относительного движения, система брусок-доска движется как одно целое, справедлива формула: $(M+m)a = -k\Delta x$ или $(M+m)a + k\Delta x = 0$ — уравнение гармонического колебания (т.е. до начала относительного движения совершается гармоническое колебание)

$$(M+m)a + k\Delta x = 0 \quad \text{— уравнение гармонического колебания}$$

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



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!

где ω — угловая частота $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m+m}}$, тогда:

$$x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t), \text{ при } t=0 \quad x=0, \text{ где}$$

O — расположена вправо кружками с начальной координат в точке свободного конца кружков, когда она еще не расцепилась, φ_0 — произвольная.



Тогда $x = \Delta x = x_0 \sin(\omega t)$

$$v = \underbrace{x_0 \omega}_{v_0} \cos(\omega t) \Rightarrow \frac{\Delta x}{v} = \frac{\tan(\omega t)}{\omega_0}$$

$$a = -\underbrace{x_0 \omega^2}_{a_0} \sin(\omega t) \quad \tan(\omega t) = \frac{\Delta x \omega_0}{v}$$

Значим ЗСЭ в момент начала от-в движения, т.к. система только-только начала от-в движения можно принять $v_1 = v_2 = v$, тогда:

$$\frac{(m+m)v^2}{2} = \frac{(m+m)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow$$

или для энергии $x(0)=0$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{kx^2}{(m+m)}} = \sqrt{4 - \frac{24 \cdot (\frac{1}{3})^2}{3}} =$$

$$= \sqrt{4-1} = \sqrt{3} \text{ м/с} \quad \text{с-то система в момент начала от-в движения}$$

Тогда $\tan(\omega t) = \frac{\Delta x \omega_0}{v} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{24}{3}}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$\Rightarrow \omega t = \arctg\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{\pi}{6\omega_0} = \frac{\pi}{6 \cdot 3} = \frac{\pi}{18} \text{ с}$$

— время от начала расцепки до начала от-в движения системы.



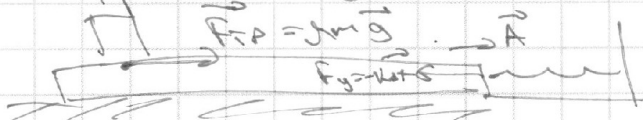
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

3) Все то, как брусок начнет двигаться
вдоль доски на доску будет действовать пост.
сила трения скольжения бруска



Тогда для доски по 1-3-й!

$$M\Delta = mg - k\Delta x \quad \text{или} \quad M\Delta + k\Delta x = mg = \text{const}$$

Мы имеем линейное ур-ие гармонич. колебаний
(так как пост. действ. силы), но ур-ие расст. от т.и. и ускор.
не меняются, т.е. $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{28}{2}} = 3\sqrt{1,5}$

Тогда если новая точка начала координат будет
точка начала от-в движения, то для доски справедливы
ур-ния:

$$x_m = A_m \sin(\omega t + \varphi), \quad \text{где } \varphi \text{ — нач. фаза}$$

$$v_m = A_m \omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a_m = A_m \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{т.к. } \sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi) = 1, \text{ то}$$

$$\left(-\frac{a_m}{A_m \omega^2}\right)^2 + \left(\frac{v_m}{A_m \omega}\right)^2 = 1. \text{ Запишем эти 2 ур-ия}$$

для случая нач. от-в движения ($a_m = a = g$, $v = \sqrt{3} \text{ м/с}$)
и для случая макс. скорости ($a_m = a_{\text{max}}$, $v = 0$)

$$\begin{cases} \left(\frac{g}{\omega^2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{\omega}\right)^2 = A_m^2 \\ \left(\frac{a_{\text{max}}}{\omega^2}\right)^2 + 0 = A_m^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{a_{\text{max}}^2}{\omega^4} = \frac{g^2}{\omega^4} + \frac{3}{\omega^2} \Rightarrow a_{\text{max}} = \sqrt{g^2 + 3\omega^2} = \sqrt{9 + 3 \cdot \frac{28}{2}} = \sqrt{9 + 42} = \sqrt{51} \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1}{3} \text{ м; 2) } \frac{1}{6} \text{ с; 3) } \frac{\sqrt{51}}{2} \text{ м/с}^2$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

1) Т.к. $\varphi_0 = \frac{2}{3} = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{нас}}}$, то $P_{\text{пар}} = P_{\text{нас}} - \varphi_0$, где $P_{\text{нас}}(t_0)$ по графику $\Rightarrow P_{\text{нас}}(t_0) = 60 \text{ кПа} \Rightarrow$
 $P_{\text{пар}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$.

2) Т.к. содержимое цилиндра нагревается постепенно, те поршень опускается без скачков, то давление в цилиндре (общее) можно считать постоянным и равным $P_0 = 150 \text{ кПа}$
 Пусть, P_v - давление воздуха в нем, $P_{\text{пар}}$ - давление пара, тогда $P_{\text{пар}} + P_v = \text{const} = P_0$
 В нем начнется конденсация (испарение процесс) $P_{\text{пар}} = P_{\text{пар}}^* = 40 \text{ кПа}$; $P_v = P_v^* = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$

Конденсация ~~не~~ начнется, когда наш пар станет насыщенным при какой-то температуре t^* , т.е.
 $P_{\text{пар}} = P_{\text{нас}}(t^*) = 40 \text{ кПа}$
 $t^* = 46^\circ \text{C}$.

3) Перед началом конденсации, упр. Менделеева-Клапейрона применим. т.к. АВ масса остывания $t_k = 46^\circ \text{C}$

$$P_{\text{пар}0} V = V_{\text{пар}0} R T^*$$

$$P_{\text{пар}k} V_k = V_{\text{пар}k} R T_k$$

$$P_{\text{воз}0} V = V_{\text{воз}0} R T^*$$

$$P_{\text{воз}k} V_k = V_{\text{воз}k} R T_k$$

$$\frac{P_{\text{пар}0}}{P_{\text{воз}0}} = \frac{V_{\text{пар}0}}{V_{\text{воз}0}}$$

$$\frac{P_{\text{пар}k}}{P_{\text{воз}k}} = \frac{V_{\text{пар}k}}{V_{\text{воз}k}}$$

$$P_{\text{пар}k} = P_{\text{нас}}(t_k = 46^\circ \text{C}) = 40 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{воз}k} = P_0 - P_{\text{пар}k} = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$$

$$\frac{40 \text{ кПа}}{110 \text{ кПа}} = \frac{1}{11} \Rightarrow V_{\text{пар}0} = \frac{1}{11} V_{\text{воз}}$$

$$\frac{V_{\text{пар}k}}{V_{\text{воз}}} = \frac{40 \text{ кПа}}{110 \text{ кПа}} = \frac{1}{11}, \text{ или}$$

$$V_{\text{пар}k} = \frac{1}{11} V_{\text{воз}}$$



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!

В момент перед началом конденсации: $P_0 V = \nu R T^*$,

где $T^* = 349 \text{ K}$ ($t^* = 46^\circ \text{C}$), тогда

$$V = \left(\frac{P_0}{(\nu_B + \nu_{\text{пар}}) R T^*} \right)^{-1}, \text{ и к } \nu_{\text{пар}0} = \frac{1}{15} \nu_B \Rightarrow V = \left(\frac{11 P_0}{15 \nu_B R T^*} \right)^{-1}$$

Тогда в начале остывания, в начале:

$$V_0 = \left(\frac{11 P_0}{15 \nu_B R T_0} \right)^{-1} = \frac{15 \nu_B R T_0}{11 P_0}, \text{ где } T_0 = 359 \text{ K} (t_0 = 86^\circ \text{C})$$

$$V_k = \frac{\nu_{\text{пар}k} \cdot R T_k}{P_{\text{пар}k}}, \text{ где } \nu_{\text{пар}k} = \frac{1}{15} \nu_B; T_k = 319 \text{ K} (t_k = 46^\circ \text{C}).$$

$P_{\text{пар}k} = 10 \text{ kPa}$ (по таблице при $t_k = 46^\circ \text{C}$), тогда

$$\frac{V_k}{V_0} = \frac{\frac{1}{15} \nu_B \cdot R T_k}{P_{\text{пар}k}} \cdot \frac{11 P_0}{15 \nu_B R T_0} = \frac{319}{14 \cdot 10000} \cdot \frac{11 \cdot 150000}{15 \cdot 359} =$$

$$= \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359} = \frac{3509}{5026}$$

Ответ: 1) 10 kPa ; 2) 46°C ; 3) $\frac{3509}{5026}$.



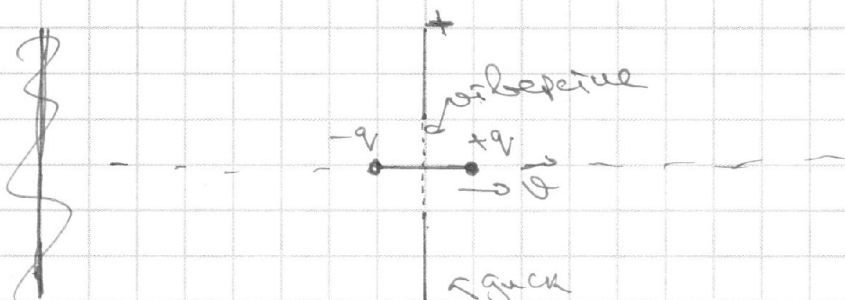
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

1) Посмотрим на ситуацию пролета динозавра через центр диска сбоку.



Заметим, что потенциалы колесит-ю и отрицат-ю зарядов равны!! , т.к они расположены абсолютно симметрично отню диска. Тогда энергия взаимодействия колесит-ю заряда равна $\Pi^+ = \varphi_d \cdot q$, а отрицательного $\Pi^- = \varphi_d \cdot (-q)$, где φ_d - тот самый потенциал, создаваемый диском на колесит-ю заряде. Пусть, общая масса этих частиц равна m . Тогда запишем ЗСЭ при движении бесконечно удаленной точки и при пролете центра диска центром динозавра:

$$\Pi_1^+ = \frac{m \cdot (2V_0)^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \Pi_2^+ + \Pi^+ + \Pi^-, \quad \Pi_1 = \Pi_2 - \text{энергия}$$

взаимодействия самих частиц (сорт, т.к расстояние между ними не меняется)

$$\text{Т.к } \Pi^+ = -\Pi^-, \text{ то } \frac{m(2V_0)^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V = 2V_0, \text{ т.е.}$$

при пролете центра диска центр динозавра, динозавр имеет начальную скорость.

2) Разберём две крайние ситуации, когда динозавр ~~начинает~~ входит в отверстие диска, и когда ~~начинает~~ выходит.

(1) ~~начинает~~ входит:



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!

Заметим, что до этого момента замедляется, т.к. диск заряжен положит-но, и ближе к диску заряды-ся положит заряд, чем отрицательный. Из 3-го закона можно сделать вывод, что до входа в диск отверстие в диск сила отталкивания (связанная с взаимод положит заряда с диском), больше чем сила притяжения (связанная с взаимод отриц зарядов с диском). Т.к. расстояние между положит зарядом и диском меньше расстояния между диском и отриц-ным (~~отриц-ным~~).

т.е. до входа в диск диск замедляется.

(2)

Аналогично, после выхода из отверстия диска марки тоже будет замедляться. Тенев, сила притяжения будет больше силы отталкивания, т.к. положит заряд будет расположен от диска дальше отриц-ательного.

После выхода из отверстия диск замедляется.

~~Но, когда диск замедляется. Но между (1) и (2) ситуациями марки разойдется!~~

Действительно, диск будет отталкивать положит заряд справа и притягивать отриц слева, т.е. разогнать диск.

В итоге, можно сделать вывод, что марки ск-ть, есть ск-ть диска в

ситуации (1) и марки в ситуации (2), т.к. в начале и в конце на бес-ти у диска будут ~~одинаковые~~ одинаковые скорости (равные начальной). То ск-ти ск-тей выглядят так:

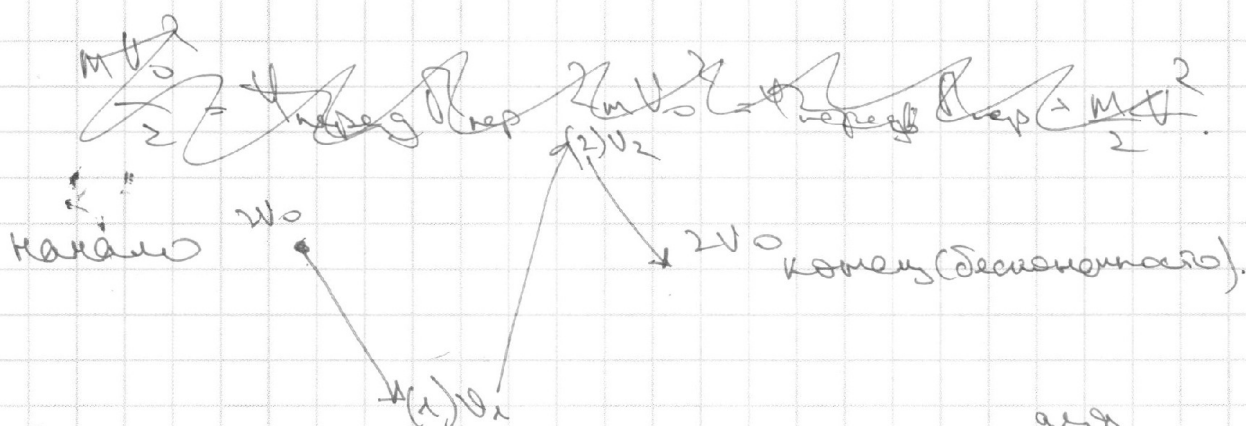


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



Отлично, теперь т.к. по условию миним. ск-ть ~~равна~~ ~~и~~ ~~принята~~ равна U_0 Запишем ЗСЭ для ситуации (1) при условии минимума $U_1 = 0$ (при макс-ти $U_{\text{max}} = U_0$) $\Rightarrow \frac{mU_0^2}{2} = \Pi^+ + \Pi^-$, где

Π_0^+ - энергия взаимод. между зарядами в (1)

Π_1^- - энергия отталкивания зарядов в (1)

Заметим, что $\Pi_0^- = \Pi_1^+$, где Π_0^- - энергия взаим. отталкивания зарядов в (2), и $\Pi_1^+ = \Pi_2^-$, где Π_2^- - энергия взаим. притяжения зарядов в (2)

$\Rightarrow$ это вытекает из симметрии.

Можно заметить, что $\Pi_0^- + \Pi_1^+ = (\Pi_0^+ + \Pi_1^-) = -\Pi^+$

Тогда $\frac{mU_0^2}{2} = \Pi^+$

Из ЗСЭ в ситуации (1) и (2) при макс-ти $U_{\text{max}} = 2U_0$ получаем:

$$(1): \Pi^+ + \frac{m(2U_0)^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \Pi^+ + \Pi^- \Rightarrow \frac{mU_1^2}{2} = 2mU_0^2 - \Pi^+ = 2mU_0^2 - \frac{mU_0^2}{2} = \frac{3mU_0^2}{2} \Rightarrow U_1^2 = 3U_0^2 \text{ или } U_1 = \sqrt{3}U_0 = U_{\text{min}}$$

$$(2): \Pi^+ + \frac{m(2U_0)^2}{2} = \frac{mU_2^2}{2} - \Pi^+ + \Pi^- \Rightarrow \frac{mU_2^2}{2} = 2mU_0^2 + \frac{mU_0^2}{2} \Rightarrow U_2^2 = 5U_0^2, U_2 = \sqrt{5}U_0$$

Ответ: 1) $2U_0$; 2) $\sqrt{3}U_0$; $\sqrt{5}U_0$
" U_{max}
(U_{min}) (U_{max})



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
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!

По закону Фарадея: $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$, т.к. $S_1 = \text{const}$
то $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S_1 \right|$

В то же время $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \right|$

В промежутке $\tau \in [0; \frac{\tau}{3}]$: $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_1 = \frac{2B_0}{3} \cdot \frac{\tau/3}{\tau/3} = \frac{2B_0}{3} \Rightarrow$
 $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \frac{2B_0}{3} S_1 = L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Rightarrow \Delta I_1 = \frac{2B_0 S_1}{3 L_1}$

т.к. $I_0 = 0$, то $I_1 = \frac{2B_0 S_1}{3 L_1}$

А в $\tau \in [\frac{\tau}{3}; \tau]$: $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_2 = \frac{-B_0}{2\tau/3} = -\frac{B_0}{2\tau} \Rightarrow$
 $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \frac{B_0 S_1}{2\tau} = L_1 \frac{\Delta I_2}{2\tau/3} \Rightarrow \Delta I_2 = \frac{B_0 S_1}{3 L_1} = I_0 - I_1$

или $I_0 = I_1 + \frac{B_0 S_1}{3 L_1} = \frac{2}{3} B_0 S_1 \frac{1}{L_1} + \frac{B_0 S_1}{3 L_1} = B_0 S_1 \frac{1}{L_1}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

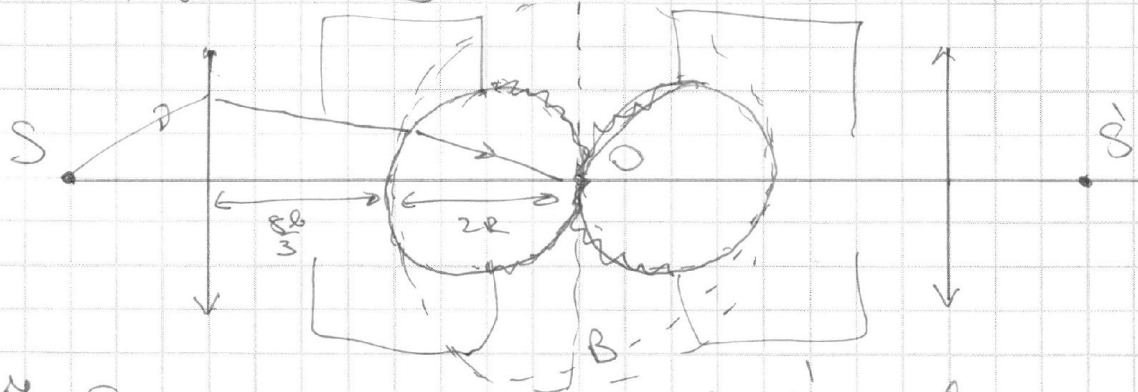
1 из 1

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!

1) По формуле тонкой линзы, не будучи шаром, лучи проходя через нее сходятся в фокус на расстоянии b' от центра линзы.

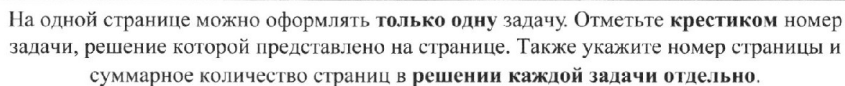
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{b'} \Rightarrow b' = 3F$$

Нарисуем данную систему с изображением источника $S \rightarrow S'$



Чтобы лучи попадали из S в S' т.е. выполнялось условие совпадения источника с его изображением необходимо чтобы лучи проходили симметрично перпендикуляр AB , а это возможно только если проведением точки O - касания дуг и оптического центра, т.к. лучи будут проходить перпендикулярно в мерках (при проходе лучей), тогда их можно заменить одним с радиусом $2R$, т.к. лучи падает под одинаковым углом и в центр базового шара, т.е. они делают это $\perp$ поверх-ти шара, значит лучи не преломляются (происходит движение вдоль одной прямой) $\Rightarrow$

$$2R = \frac{8F}{3} = b' \Rightarrow 2R = 3F - \frac{8F}{3} = \frac{F}{3}, R = \frac{F}{6}$$



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!

Diagram of a block of mass M on a horizontal surface. A force F_{TP} is applied to the left, and a spring force $-kx$ is applied to the right. The displacement x is to the right.

$P_0 V_0 = nRT$

$M a = F_{TP} - k \Delta x$

$M a = -F_{TP}$

$\frac{M}{m} = \frac{gmg - k \Delta x}{-gmg}$

$k \Delta x = g(m+M)g$

$P_n \cdot V = n R T$

$(M+m)a = -kx$

$(M+m)a + kx = 0$

$\omega^2 = \frac{k}{m+m}$

$x = x_0 \sin(\omega t)$

$a = -a_0 \sin(\omega t)$

$x = \Delta x = 1 \text{ m}$

$x = \frac{v}{\omega}$

$(m+M)\omega^2$

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

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = 3$

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

$v = A \omega \cos(\omega t)$

$\frac{x}{v} = \tan(\omega t)$

$\tan(\omega t) = \frac{x \omega}{v} = \frac{1 \cdot 3}{\sqrt{3}} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{6}$

$\frac{(m+M)\omega^2}{2} + \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{(m+M)v_0^2}{2}$

$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k \Delta x^2}{m+M}} = \sqrt{9 - \frac{24 \cdot 1}{3 \cdot 3}} = \sqrt{3} \text{ m/s}$



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!

$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{b'}$ $b' = 3F$

$\mathcal{E} = L \frac{\Delta I}{\Delta t} = S_1 \frac{\Delta B}{\Delta t}$

$L_1 \Delta I = S_1 \Delta B$
 $L_1 \Delta I_0 = S_1 \Delta B_0$
 $\Delta I_0 = \frac{S_1}{L_1} \Delta B_0$

$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E} \frac{B_0}{20/3} = \frac{B_0 S_1 L_1 \Delta I_2}{20/3} = \frac{6 S_1 \Delta B_0}{L_1}$ $I_1 = \frac{6 S_1 \Delta B_0}{L_1}$

$\mathcal{E} = S_1 R_1 = S_1 \frac{2 B_0}{L_1} = L_1 \frac{S_1}{L_1}$

$S_1 \sin \alpha$
 $B = n \alpha$ $\alpha = 2\alpha$
 $\delta = n \alpha$
 $2\alpha \cdot B = n \alpha$

$R = \frac{F}{G}$

$2d = k \cdot n$
 $n = 2$

$B = n \alpha$
 $B = 2\alpha \cdot \delta$
 $\delta = \frac{h}{8R}$

$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B S}{\Delta t}$

$\mathcal{E} = L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S_1$
 $\mathcal{E} = L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$