



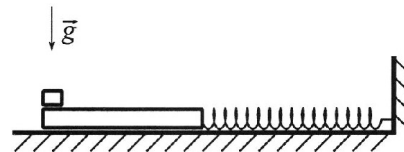
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ 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 $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. 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.

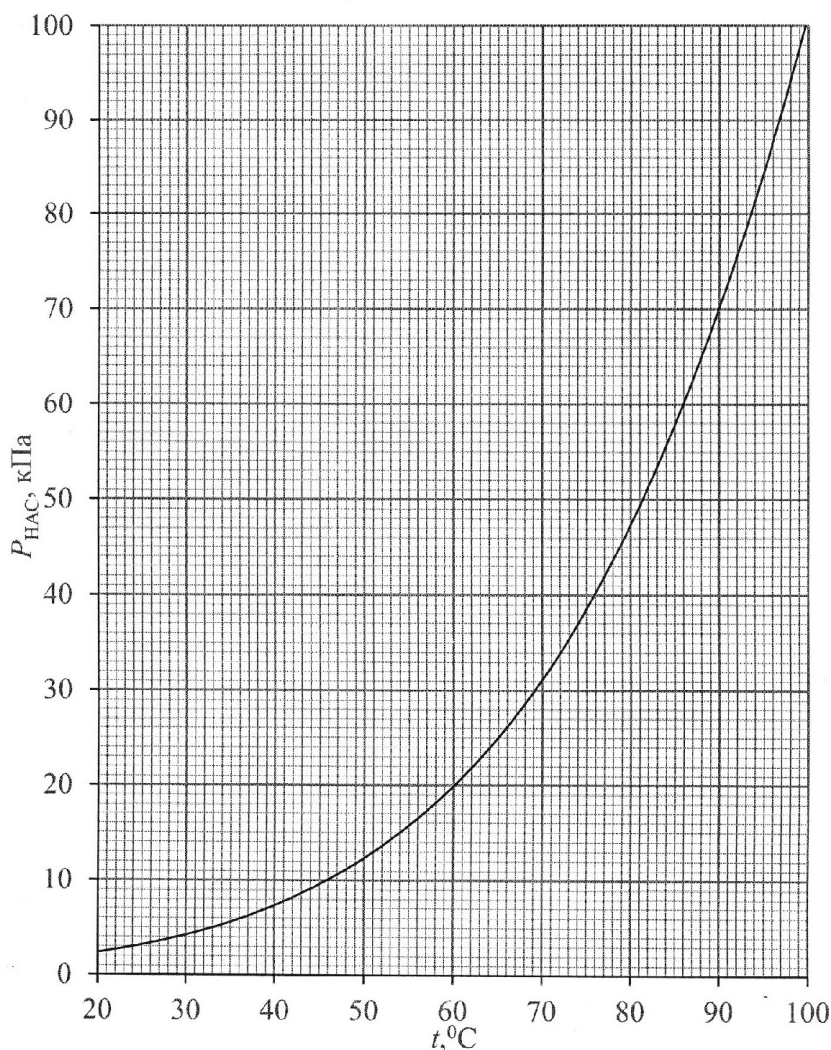


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °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.





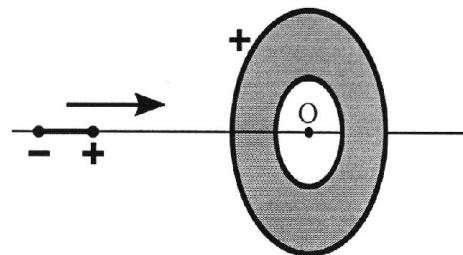
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

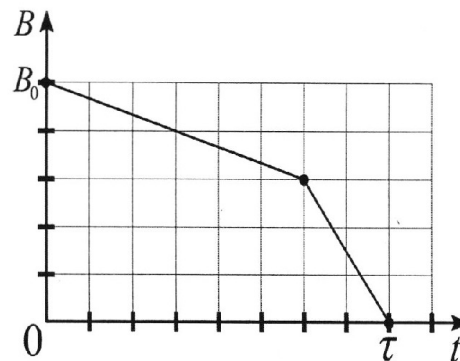
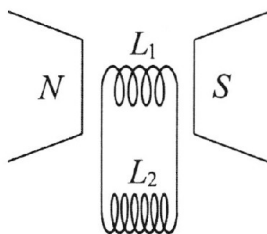


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



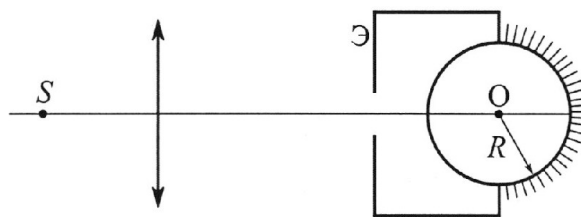
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ 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 $L_2 = 8L$ 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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!

Дано:
 $M = 4 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $k = 100 \text{ Н/м}$
 $\mu = 0,4$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $n = 3$

Найти:

$$\Delta x_0 = ?$$

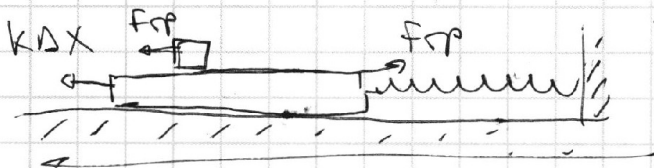
$$a_0 = ?$$

$$v_0 = ?$$

Решение:

пружина и груз

относительное ускорение становится равным нулю, тогда ~~пружина и груз~~ ускорения пружины и груза совпадают



Известно, что изначальное движение груза относительно груза, поэтому $F_{гр} = \mu mg$ чтобы ускорение совпадало:

$$\frac{k \Delta x_0' - \mu mg}{m} = \frac{\mu mg}{m}$$

$$\Delta x_0' = \frac{\mu mg + m g}{k}$$

$$\Delta x_0' = \frac{4g}{k} (1 + \mu) = \frac{4}{100} \cdot 5 = 20 \text{ см}$$

Если Δx_0 будет меньше чем изначальное удлинение, то это исключено отброс, если нет-то ответом будет момент, когда скорости максимальны: $k \Delta x = 0 = F_{гр}$, т.е. скольжение прекращается

Запишем 23к для ~~гру~~ груза:

$$M \ddot{x} = k \Delta x - \mu mg$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} x = \mu g$$

$$\Delta x = -x$$

(о по Δx - положение равновесия)



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!

это уравнение колеб. движение. по условию
спавание произойдет через четверть
периода: $T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$

известно, что за это же время
маленький брусок разогнётся до скорости,
равной $A\omega$, где A - амплитуда колебаний,
ускорение бруска: $\frac{mg}{m} = \mu g$ ω - частота
циклическая

тогда

$$\frac{\mu g T^2}{2} = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$A = \frac{\mu g T^2}{8} \left(\frac{m}{k}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$A = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 9}{8} \cdot \frac{1}{1000}$$

$$\mu g T = A \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{\pi}{2} \mu g \frac{M}{k} = A$$

$$A = 0,4 \cdot 10 \cdot \frac{4}{100} \cdot \frac{3}{2}$$

~~на Δx_0 $A = 24$ см~~

~~тогда $\Delta x_0 = 0$ и условие $\Delta x_0 = 0$ не выполняется~~
~~равновесие~~

ускорение в начале равно $A\omega^2 = A \frac{k}{M} = 0,24 \cdot \frac{100}{4}$
~~= 6 м/с²~~

сжатие пружины в начальном равновесии равно

$\frac{mg}{k}$ из-за трения: $\Delta x = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} = 4$ см

удлинение в начале -28 см Δx_0 , значит
условие ~~исполняется~~, ~~не~~ выполняется

$$\Delta x_0 = 20 \text{ см}$$



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!

уравнение движения гармон - $x(t) = -A \cos \omega t - \Delta x$

относительное ускорение равно нулю, когда

$$x = -20 \text{ см} \rightarrow A \cos \omega t = 16 \text{ см}$$

$$\cos \omega t = \frac{2}{3}$$

~~уравнение движения~~

$$v(t) = A \omega \sin \omega t \rightarrow v_0 = A \omega \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$v_0 = A \omega \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,24 \cdot \sqrt{\frac{100}{4}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,24 \cdot \sqrt{5} \cdot \frac{10}{2} = 4\sqrt{5} \text{ м/с}$$

$$v_0 = A \omega \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,24 \cdot \sqrt{\frac{100}{4}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{0,24 \cdot 5 \cdot \sqrt{5}}{3} = \frac{8\sqrt{5} \cdot 2}{100,385} = \frac{2}{\sqrt{5}} \text{ (м/с)}$$

$$\text{Данно: } \Delta x_0 = 20 \text{ см}$$

$$a_0 = 6 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = \frac{2}{\sqrt{5}} \text{ м/с}$$



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
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!

чтобы ксепити пришло $\frac{p^*}{\Delta^*}$ в ушом карота
в 8 раз больше нужно найти точку,
где давление ксепитиного пара в 8 раз
больше, но её вклад почти незаметен
(порешность - 3%), так что просто
найдем точку, где давление в 8 раз
больше и сведем на 23 метки.
подходящая точка - (69 к; 30 кПа)

$$t^* = 69^\circ \text{C}$$

$$\varphi = \frac{30 \text{ кПа}}{30 \text{ кПа}} = \frac{3}{2} \quad (\text{давление ксепити пришло } \frac{p^*}{\Delta^*})$$
$$\frac{p^*}{\Delta^*} = \frac{30 \text{ кПа}}{303 \text{ к}} = \frac{10 \text{ кПа}}{100 \text{ к}} = 1 \text{ кПа}$$

тогда давление паров при 90°C, или
проценты пришло - 32 кПа

$$\varphi = \frac{p(90^\circ)}{p_{\text{max}}(90^\circ)} = \frac{32}{70} = \frac{16}{35}$$

$$\text{Ответ: } \frac{m_k}{m_n} = 8; t^* = 69^\circ; \varphi = \frac{16}{35}$$



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!

Дано:
 $t_0 = 27^\circ\text{C}$
 $n = 7$
 $t = 90^\circ\text{C}$
 найти:
 $\frac{m_k}{m_n} = ?$
 $t^* = ?$
 $\varphi = ?$

Решение:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \rightarrow m = \frac{p}{T} \cdot \text{const}$$

из ур-ния Менделеева - Клапейрона при постоянных V и μ видно, что

$m \sim p$ и $m \sim \frac{1}{T}$, где m - масса пара

в камере карбонация: $p_k = 3,5 \text{ кПа}$

$$T_k = 300 \text{ К}$$

в воздухе: $p_k = 70 \text{ кПа}$; $T_k = 363 \text{ К}$

$$\frac{p_k}{T_k} = \frac{p_k}{p_n} \cdot \frac{T_n}{T_k} = \frac{70}{3,5} \cdot \frac{5}{6} > 10$$

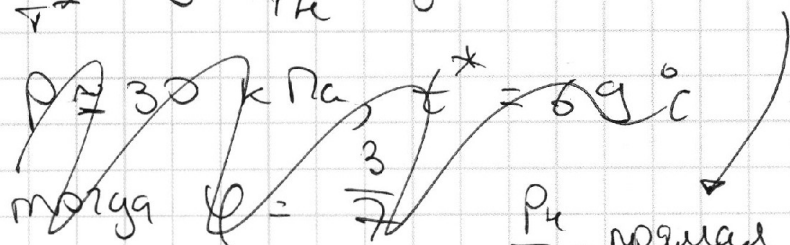
Это отношение больше, чем отношение массы всей воды (жидкой + пар) к массе пара

в камере $\rightarrow$ испарится вся вода

$$\text{отношение } \frac{m_k}{m_n} = n+1 = 8$$

Это произойдет при температуре, в которой

$$\frac{p^*}{T^*} = 8 \frac{p_k}{T_k} \quad \text{условие выполняется для}$$



$\frac{p_k}{T_k}$ - прямая из OK в точку

$(p_k; T_k)$ - её угол

$$\text{камера} - \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \approx \frac{1,16 \text{ кПа}}{100 \text{ К}}$$



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!

Дано:

$$V_0; n=3$$

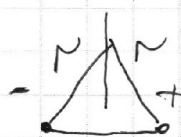
Найти:

$$V_1 = ?$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = ?$$

Решение:

на ∞ пот. энергия равна нулю, при пролёте через центр:



расстояние от каждого плеча к центру до "+" и "-"

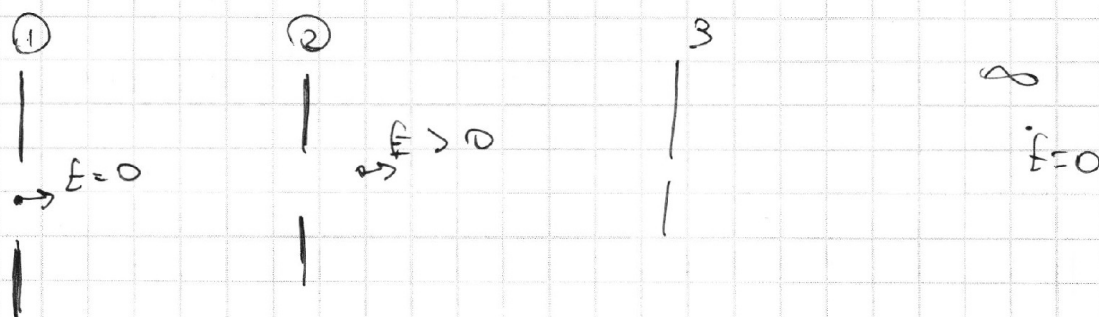
горлов равны $\rightarrow$ его

потенциальная энергия

при пролёте через центр - 0

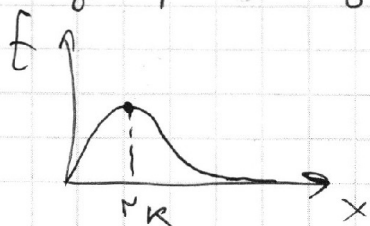
тогда из ЗСЭ $V_1 = V_0$

рассмотрим поле волны:



по центру волны поле равно нулю, на склоне то значение $\rightarrow 0$, на ∞ - снова 0.

Знаем $E(x)$, где x - расст. на оси до центра волны:



r_k - расстояние от центра, на котором напря-е эл. поля максимальна



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!

~~Вопрос~~ Шела на дуплав!
до Γ_k слева - от катушки (т.е. на "т" $F > \text{поле на}$ -
от Γ_k слева до центр - к катушке
притём потенциал на ∞ и в центре
равен нулю. т.е. катушка совершает отри-
цательную по модулю работу от ∞ до Γ_k и
от Γ_k до центра. притём после прохождения
катушки оно совершает ещё такую же рабо-
ту, "втягивая" заряд, а потом от Γ_k до ∞
снова отриц. работа.

т.е. чтобы притянуть катушку достаточно
добраться до Γ_k с левой стороны, на
это нужна работа A

$A \sim F \sim \frac{kq_1 q_2}{r_2}$ - закон Кулона, F - сила
со стороны катушки на заряд, т.е. $A \sim q$,
где q - заряд дупла

тогда в первом случае: $\frac{mv_0^2}{2} = A$

минимальная скорость будет на Γ_k

слева от дупла, работа, необходимая

для этого, увеличится в $n = 3$ раза:



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!

минимальная скорость $V_{\min}$ - на Γ_K с
левой стороны, запишем ЗСЭ:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{A}{3} + \frac{m V_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{6} + \frac{m V_{\min}^2}{2} \rightarrow 3 V_{\min}^2 = 2 V_0^2$$

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

$$V_{\max} = V_0$$

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

Ответ: $V_1 = V_0$; $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$

максимальная - когда шарик "вытиснет" груз
на Γ_K справа:

$$\frac{m V_0^2}{2} + \frac{A}{3} = \frac{m V_{\max}^2}{2} \rightarrow 3 V_{\max}^2 = 4 V_0^2$$

$$V_{\max} = V_0 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$$

тогда $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}} = \sqrt{2}$

Ответ: $V_1 = V_0$; $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \sqrt{2}$



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.



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!

Дано:

$$L_1 = 5L$$

$$L_2 = 8L$$

$$n; B_0; \tau$$

$$S_1$$

Найти:

$$I_0 = ?$$

$$Q = ?$$

Решение:

при включении тока в катушке появляется

$$\mathcal{E}_u = \frac{d\Phi}{dt} = n \dot{B} S$$

Катушки соединены последовательно:

$$L_1 \dot{I} + L_2 \dot{I} = n \dot{B} S_1$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{n S_1}{L_1 + L_2}$$

$$\text{тогда } I_0 = \frac{n B_0 S_1}{L_1 + L_2} = \frac{n B_0 S_1}{13L}$$

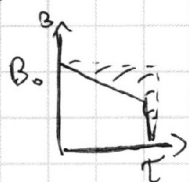
чтобы найти протекший заряд, интегрируем проинтегрируем выражение $I(t) dt$

$$I(t) = \Delta B(t) \cdot \frac{n S_1}{13L}, \text{ где } \Delta B - \text{изменение магнит-}$$

$$Q = \int I(t) dt = \int \Delta B(t) dt \cdot \frac{n S_1}{13L} = \frac{n S_1}{13L} \int \Delta B(t) dt$$

$\Delta B(t) dt$ - интеграл от изменения магнит-

графика:

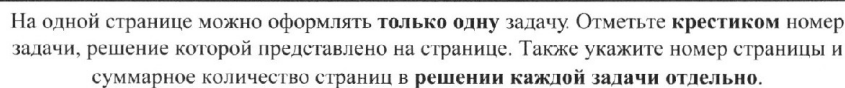


$$\text{он равен: } \frac{\tau}{2} \cdot \frac{2}{5} B_0 + \frac{\tau}{2} \cdot \frac{3}{5} B_0$$

$$= \frac{\tau}{2} B_0 = \frac{1}{2} B_0 \tau$$

$$\text{тогда } Q = \frac{9}{40 \cdot 13L} n S_1 B_0 \tau = \frac{9}{520} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} \text{ тогда } Q = \frac{26}{80 \cdot 13} \frac{n S_1 B_0 \tau}{L} = \frac{n S_1 B_0 \tau}{40L}$$

$$\text{Ответ: } I_0 = \frac{n B_0 S_1}{13L}; Q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{40L}$$



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!

A diagram showing a circular well with three particles labeled 1, 2, and 3. Particle 1 is outside the well to the left, particle 2 is on the right edge, and particle 3 is inside the well. A horizontal line passes through the center of the well. Distances are marked with arrows: f_1 from the center to particle 1, f_2 from the center to particle 2, and f_3 from the center to particle 3. A distance d is marked from particle 1 to the left edge of the well. The ratio $1:4$ is written near particle 1.

- 1 - изобр. после миксту
- 2 - после прививки на море
- 3 - после зрания
- 4 - после повторного теста

$$\frac{1}{d} + \frac{n+1}{f_1} = \frac{n}{R} \Rightarrow \frac{n+1}{f_1} = \frac{R - nd}{dR}$$

$$\frac{1}{f_1 - R} - \frac{1}{f_2} = \frac{2}{R} \rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{R - 2f_1 + 2R}{(f_1 - R)R} = \frac{3R - 2f_1}{(f_1 - R)R}$$

$$f_2 = \frac{R^2 \left(\frac{(n+1)d}{R - nd} - 1 \right)}{R \left(3 - 2 \frac{(n+1)d}{R - nd} \right)} = R \frac{(n+1)d - R + nd}{3R - 3nd - 2(n+1)d}$$

сфера го. иже гомъ геичиумъ изобразеніе,
показуе $f_z > R$:

$$-\frac{1}{f_2 - 2R} + \frac{n+1}{f_3} = \frac{-n}{R} \Rightarrow \frac{n+1}{f_3} = \frac{f_2 - 2R - R}{(f_2 - 2R)R}$$

$$f_3 = \frac{(n+1)(f_2 - 2R)R}{f_2 - 3R} = d$$



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!

Дано:

$$a = 4,5R$$

$$b = 8R$$

$$\Delta = 3R$$

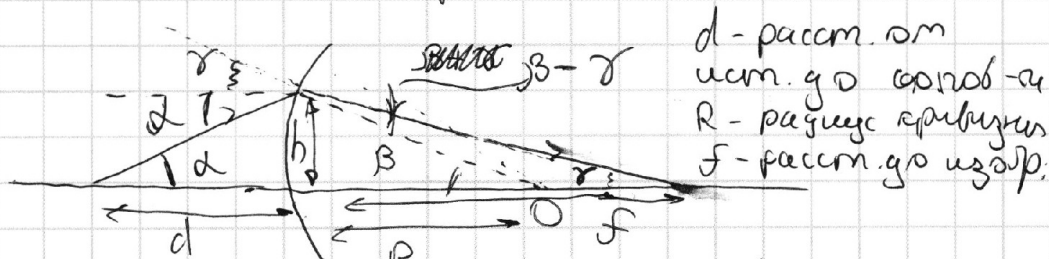
Найти:

$$F = ?$$

$$n = ?$$

Решение:

найдем уравнение преломления на сферической поверхности:



d - расст. от
верт. до объект-а
 R - радиус кривизны
 f - расст. до изобр.

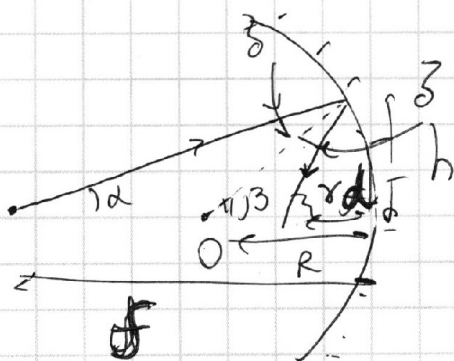
$$d + \gamma = n(\beta - \gamma) \quad - \sin \alpha \approx d; \text{ зорок снммыса}$$

$$d = \frac{h}{\alpha} \text{ и } \beta = \frac{h}{R}; \quad \gamma = \frac{h}{f}$$

$$\frac{h}{d} + (n+1) \frac{h}{f} = n \frac{h}{R}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{n+1}{f} = \frac{n}{R}$$

у-ние отражения от сферического зеркала



$$\beta = \alpha + \sigma \quad \beta = \frac{h}{R}$$

$$\gamma = \beta + \sigma \quad \gamma = \frac{h}{d}$$

$$\gamma - \beta = \beta - \alpha \quad \alpha = \frac{h}{f}$$

$$2\beta = \gamma - \alpha$$

$$\frac{2h}{R} = \frac{h}{d} - \frac{h}{f}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$



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!

пока диполь не пересекает Γ_K - сила действует от палубы, т.е. на "7" диполь действует > сил, чем на "4"

т.е., чтобы привести диполь из ∞ к Γ_K слева нужно совершить работу A .

справа от палубы симметрия симметрична - теперь при Γ_K диполь притягивается к палубе. т.е. чтобы увести от Γ_K на ∞ справа (из симметрии) нужно тоже совершить работу A .

~~поэтому~~ чтобы переместить диполь от Γ_K к Γ_K с разных сторон работы совершить не нужно - картина симметрична по потенциалам. тогда в первом случае $\frac{m v_0^2}{2} = 2A$, где

m - масса диполя

сила Кулона $F_K = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$ - пропорциональна

заряду диполя, тогда при увеличении заряда в n раз F_K уменьшается в n раз

в каждый момент, тогда и работа по перемещению к и от Γ_K $A \rightarrow \frac{A}{n}$ уменьш в n раз



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!

Дано:

V_0

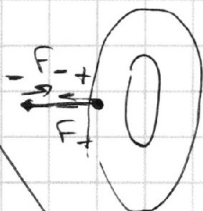
$\beta = \frac{1}{3}$

Найти:

$V_1 = ?$

$V_{\max}$
 $V_{\min} = ?$

Решение:



когда грузик слева от центра, на него действует F_+ влево, как отталкивание. F_- - вправо, т.е. кольцо заряжено положительно

т.е. суммарная сила до какого-то момента - влево.

справа от центра картина симметричная,

т.е. работа, которую нужно совершить,

чтобы кольцо привели к центру равно работе, которую нужно совершить, чтобы кольцо потом удалить на бесконечность (привести слева, увести направо)

причем эта работа $A \sim q$ - заряд грузика
в первый раз: $\frac{mV_0^2}{2} = 2A$ - работа до центра и
после центра

когда заряд увеличим:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{A}{3} + \frac{mV_1^2}{2}$$

ср. работа при
привлечении центра

т.е. $F \sim q$: сила взаимного действия пропорциональна
заряду из закона Кулона: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ где q_1, q_2 - заряды
зарядов, тогда $A = \int F(r) dr \sim q$



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!

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{12} + \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \sqrt{\frac{5}{6}} v_0$$

минимальная скорость будет, когда грузик
облетит на бесконечности с другой
стороны!