

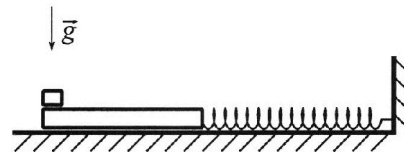
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

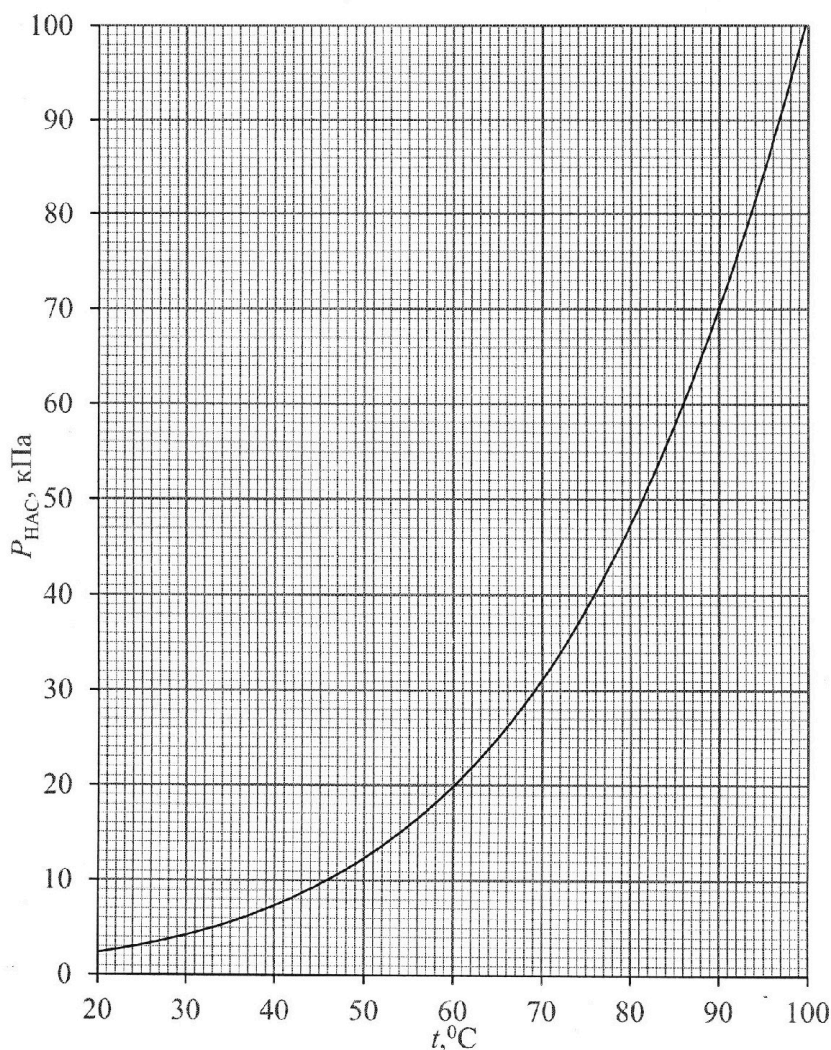


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





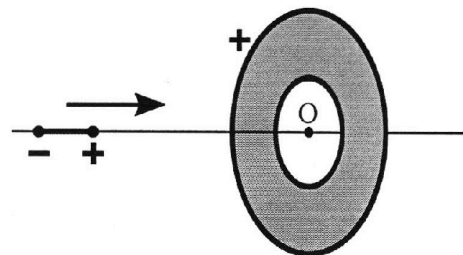
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

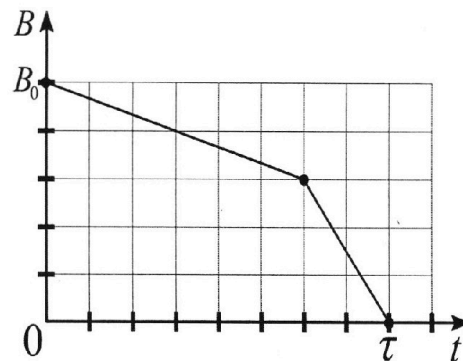
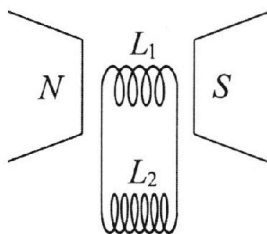


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



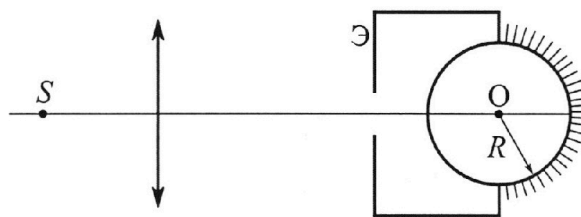
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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:

$$\Delta x_0 = ?$$

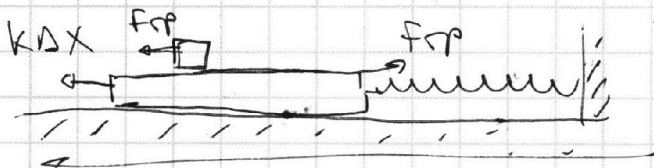
$$a_0 = ?$$

$$v_0 = ?$$

Решение:

пружина и груз

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



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

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

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

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

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

Запишем 23к для груза:

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

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

$$\Delta x = -x$$

(оно 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. движения. По условию
спяжение пружины через четверть
периода: $T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$

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

тогда

$$A = \frac{mgT^2}{8} = \frac{mg}{8} \left(\frac{\pi}{k} \right)^2$$

$$mgT = A \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$A = \frac{mgT^2}{8} = \frac{mg}{8} \left(\frac{\pi}{k} \right)^2$$

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

~~$A = 24 \text{ см}$~~

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

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

сжатие пружины в начальном равновесии равно

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

удлинение в начале $-28 \text{ см} \Rightarrow \Delta x_0$, значит
условие ~~не~~ выполняется, ~~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~~

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

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

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

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

Дано: $\Delta x_0 = 20 \text{ см}$

$$a_0 = 6 \text{ м/с}^2$$

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



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)

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

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

тогда давление паров при 90°C, или
процентов 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: $p_k = 70 \text{ кПа}$; $T_k = 363 \text{ К}$

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

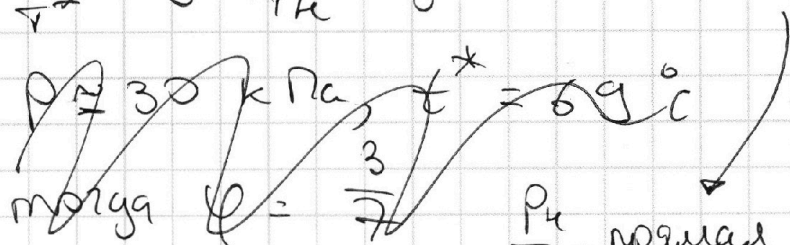
Это отношение больше, чем отношение массы всей воды (жидкой + пар) к массе пара

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

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



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:

$$V_0; n=3$$

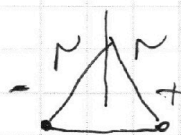
Найти:

$$V_1 = ?$$

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

Решение:

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



расстояние от каждого конца ямы до "+" и "-"

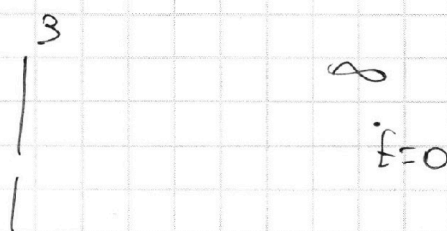
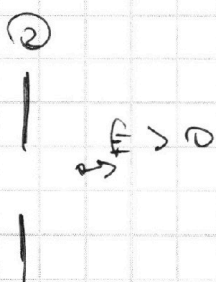
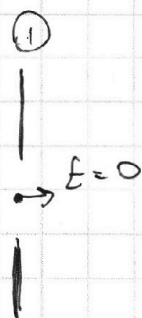
ямы равны $\rightarrow$ это

потенциальная энергия

при пролёте через центр - 0

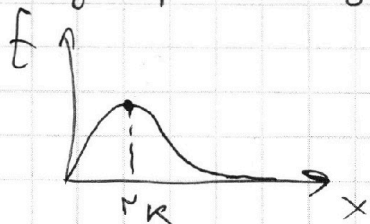
тогда из ЗСЭ $V_1 = V_0$

рассмотрим поле ямы:



по центру ямы поле равно нулю, на краях $\rightarrow$ увеличению $\rightarrow 0$, на ∞ - снова 0.

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



x_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 уезды - к катушке
притём потенциал на ∞ и в уезде
равен нулю. т.е. катушка совершает отри-
цательную по модулю работу от ∞ до Γ_k и
от Γ_k до уезды . притём после протекта
катушка она совершает ещё работу по рабо-
те, "втягивая" заряд, а потом от Γ_k до ∞
снова отриц. работа.

т.е. чтобы протестировать катушку достаточно
добраться до Γ_k с обеих сторон, 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.



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:

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

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{6} + \frac{mV_{\min}^2}{2} \rightarrow 3V_{\min}^2 = 2V_0^2$$
$$V_{\min} = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$V_{\max} = V_0$$

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

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

максимальная - когда шарик "выпрыгнет" вверх
на Γ_K справа:

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{A}{3} = \frac{mV_{\max}^2}{2} \rightarrow 3V_{\max}^2 = 4V_0^2$$
$$V_{\max} = V_0 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$$

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

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



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:

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

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

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

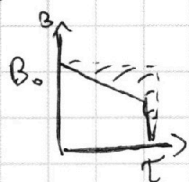
чтобы найти протекший заряд, необходимо проинтегрировать выражение $I(t) dt$

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

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

$\Delta B(t) dt$ - интервал изменения магнитной индукции

график:



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

$$= \frac{2}{5} \tau \cdot \frac{2}{5} B_0 + \frac{3}{5} \tau \cdot \frac{3}{5} B_0 = \frac{2}{5} \tau \cdot \frac{2}{5} B_0 + \frac{9}{25} \tau B_0 = \frac{4}{25} \tau B_0 + \frac{9}{25} \tau B_0 = \frac{13}{25} \tau B_0$$

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

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



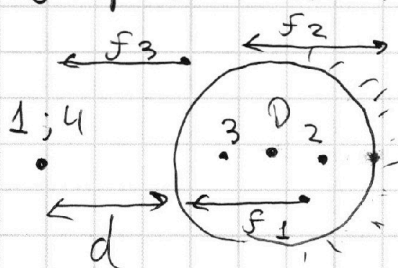
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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 изображение иголкивое совпадало с источником
по принципу обратимости лучей гоматомии,
чтобы изображение папи мизис совпадало с
изображением папи мафа:



- 1 - изобр. папи мизис
- 2 - папи приемника на мафе
- 3 - папи зрания
- 4 - папи повторного кес мафе

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

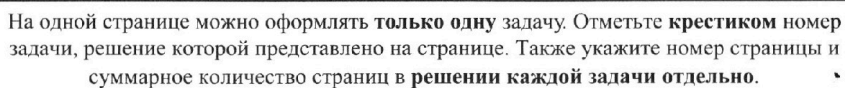
$$\frac{1}{f_1 - R} - \frac{1}{f_2} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{R - 2f_1 + 2R}{(f_1 - R)R} = \frac{3R - 2f_1}{(f_1 - R)R}$$

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

сделаю го. у меня гомо гейсбум изображение,
потому что $f_2 > R$:

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

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

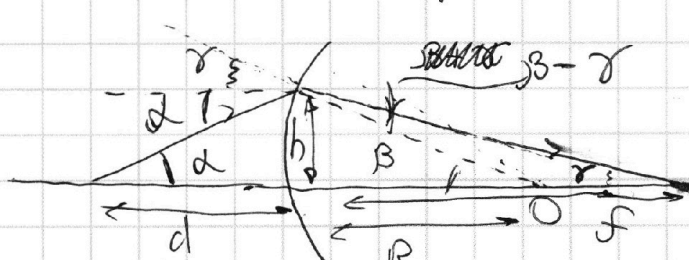


СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

$$n = 7$$

найдем уравнение приращения на сферической поверхности:



d - pacem. om
uam. go opob-a
R - payuec epibuzus
F - pacem. go uszp.

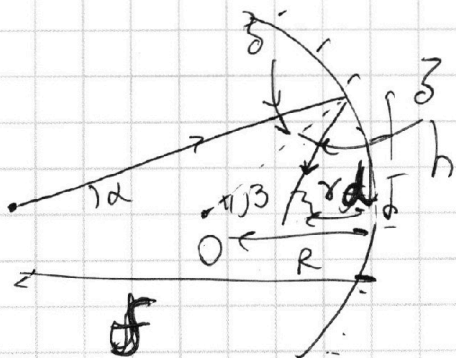
$$d + \gamma = n(\beta - \gamma) - \sin \alpha \approx d; \text{ зорок чашиньца}$$

$$\alpha = \frac{b}{d} ; \beta = \frac{b}{R} ; \gamma = \frac{b}{f}$$

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

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

ур-ние отражения от сферического зеркала



$$\beta = \alpha + \sigma \quad \beta = \frac{1}{R}$$

$$\beta = \frac{h}{R}$$

$$\gamma = \beta + \sigma \quad \gamma = \frac{b}{\sigma}$$

$$r = \frac{b}{d}$$

$$\gamma - \beta = \beta - \alpha \quad \alpha = \frac{\beta}{2}$$

$$\alpha = \frac{5}{11}$$

$$z_{\beta} = \gamma - \alpha$$

$$\frac{2h}{R} = \frac{h}{a} - \frac{h}{b}$$

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



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

~~аналогично~~. чтобы переместить диполь от Γ_K к Γ_K с разных сторон работы совершить не нужно - картина симметрична по потенциалам. ~~тогда~~ тогда в первом случае $\frac{mV_0^2}{2} = 2A$, где

m - масса диполя

сила Кулона $F_K = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ - 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.



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

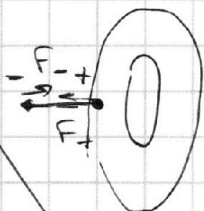
$$\beta = \frac{1}{3}$$

Найти:

$$V_1 = ?$$

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

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 вернуть грузик к центру равна той, которую нужно совершить, чтобы вернуть его к бесконечности (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:

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

срочно при
приходе центра

т.е. $F \sim q$: сила взаимного действия зарядов из закона Кулона: $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ где q_1, q_2 - заряды, 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!