



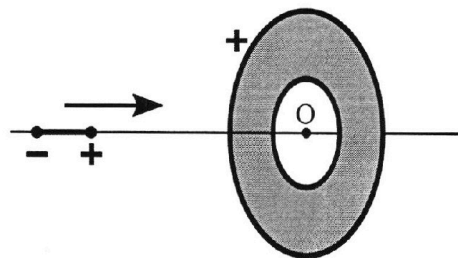
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

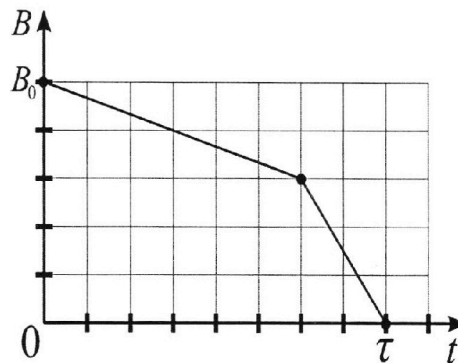
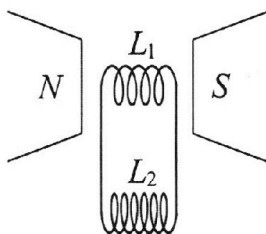


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



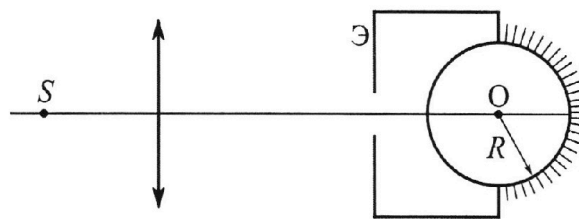
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



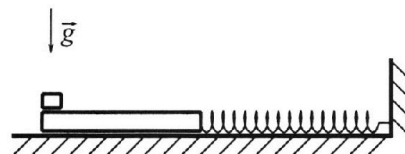
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

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.

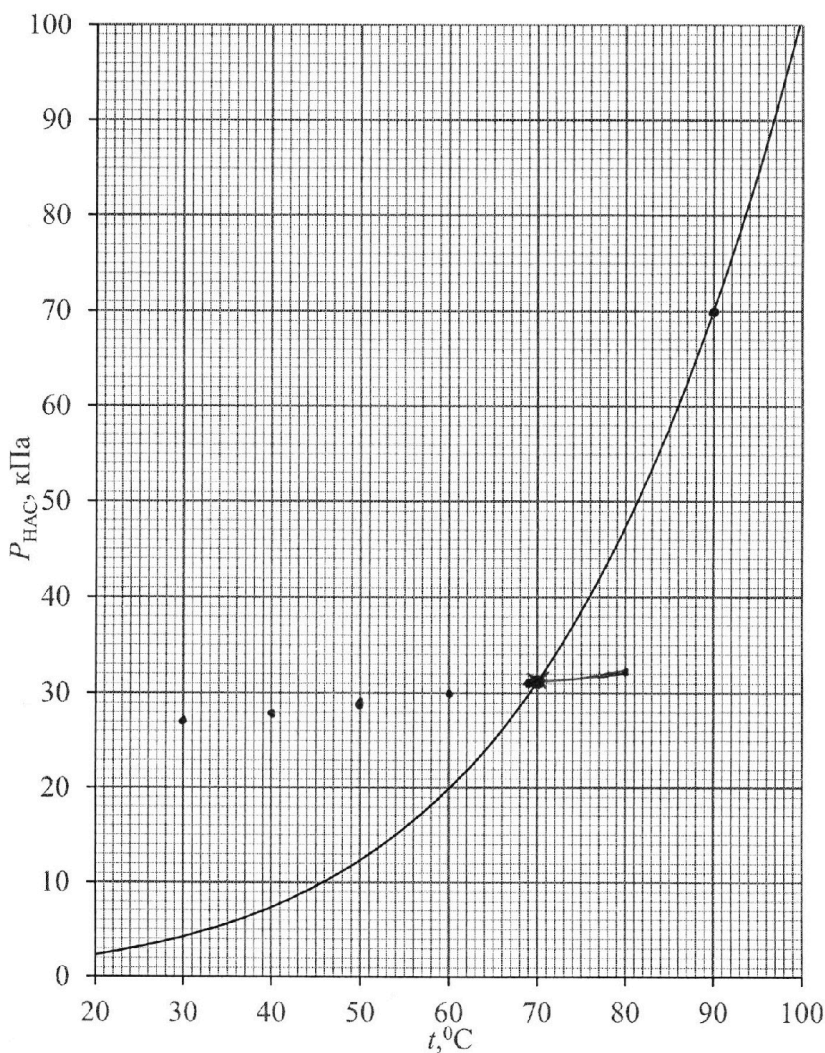


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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





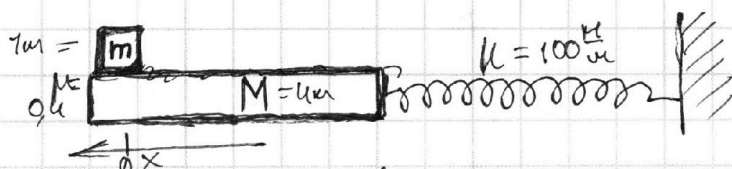
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!

Движение груза относительно доски удобно рассматривать в ф.с. ИСО:



2.3.8. для доски в проекции на ось x (по определению несжатой пружины $x=0$)

$$Ma_g = -kx_g - F_{Tx}(t) \quad a_g = -\frac{kx_g + F_{Tx}(t)}{M}$$

г-цей на доску *проекции силы пружины*

2.3.8. для груза в проекции на ось x по 2.3.8. имеем противоположный знак

$$ma_s = F_{Tx}(t) \quad a_s = \frac{F_{Tx}(t)}{m}$$

1) Определим относительное ускорение

$$a_s - a_g = \frac{F_{Tx}(t)}{m} + \frac{kx_g + F_{Tx}(t)}{M} = \frac{MF_{Tx}(t) + kx_g \cdot m + mF_{Tx}(t)}{mM}$$

0, когда $(M+m)F_{Tx}(t) = -kx_g \cdot m$

статие *удлинение пружины*

$$x_g = \frac{(M+m)}{m} \frac{F_{Tx}(t)}{k} = \left(\frac{M}{m} + 1\right) \frac{F_{Tx}(t)}{k} =$$

$F_{Tx}(t)$

статие пружины

$$= (M+m) \frac{\mu g}{k} =$$

$$= 5 \text{ кг} \cdot \frac{0,4 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \frac{20}{100} \text{ м} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$$

статие

$$[\text{статие}] = 20 \text{ см}$$

$+ F_{Tx}(t)$

• то условие - скольжение
• то направление - вдоль x

$F_{Tx} = \mu mg$ (но вертикали набросок $F_{T.c.} = \mu N$)

$$= \frac{(M+m)}{m} \frac{\mu mg}{k} = (M+m) \frac{\mu g}{k}$$

2) По моменту остановки груза груза F_T — берега сила трения скольжения, давайте учтем это в 2.3.8. для доски;

$$Ma_g = -kx_g - \mu mg$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M} x_g + \frac{\mu m}{M} g = 0 \quad \text{или}$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M} (x_g + \mu \frac{m}{k} g) = 0$$

$$a_g = \ddot{x}_g \quad a_s = \ddot{x}_s$$

Земитатиме ранее.



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 4

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!

~~$$M\ddot{x}_g = -kx_g - \mu mg$$

$$M\ddot{x}_g = \mu mg$$

$$\ddot{x}_g = \frac{kx_g - \mu mg}{M}$$~~

Давайте запишем
т. об изменении
кин. энергии

$$\Delta E_{кин} = A_{всех сил} = -\Delta U + A_{неконсервативных сил}$$

начало
движения

система
пружина-маятник-
доска

момент
 $\alpha = 0$

$x_0 = ?$

$$U = \frac{kx_0^2}{2}$$

скорости доски
и груза

$$v_g = v_d = 0$$

С другой стороны

$$M\ddot{x}_g = -kx_g - \mu mg$$

$$\ddot{x}_g + \frac{k}{M}(x_g + \frac{\mu mg}{k}) = 0 \rightarrow \text{уравн}$$

$$\frac{d^2}{dt^2}(x_g + \frac{\mu mg}{k}) + \frac{k}{M}(x_g + \frac{\mu mg}{k}) = 0$$

$$a_g = \frac{k}{M}A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t)$$

$$v_g = A\sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}}t)$$

С другой стороны грузик движется
ср. з. его скорость
после времени t :

$$v_d = \mu gt$$

$$a_g = kx - kx - \mu mg$$

$$(1) \left(\frac{k}{M}A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t) = -kx - \mu mg \right)$$

$$v_g = v_d \Rightarrow$$

$$A\sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}}t) = \mu gt \quad (2)$$

$$\left(\frac{k}{M}A \cos(\sqrt{\frac{k}{M}}t) = -kx - \mu mg \right) \quad (1)$$

в тот же
момент
времени

$$\left(A\sqrt{\frac{k}{M}} \sin(\sqrt{\frac{k}{M}}t) = \mu gt \right) \quad (2)$$

$$(2):(1) \quad \sqrt{\frac{m}{k}} \tan(\sqrt{\frac{k}{m}}t) = \frac{\mu mg}{kx + \mu mg} t$$



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 4

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!

~~Решение задачи~~

Используем формулу ускорения для относительного ускорения из пункта 1

$$a_s - a_g = \frac{M+m}{mM} \mu mg + kx_0 - \frac{k}{M} x_g$$

$$x_g = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = \mu g t$$

$$\frac{k}{M} A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = \frac{kx_0 + \mu mg}{M}$$

$$x_{g0} = -A - \frac{\mu mg}{k}$$

~~Поэтому в начальные моменты времени~~

~~букетик движется~~

$$x_{g0} = -A - \frac{\mu mg}{k}$$

и x связаны друг с другом

$$x_g = -A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$v_g = A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

Рассмотрим ось x

$$\frac{k}{2} \left(\frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} \right) + \frac{Mv^2}{2} = -\mu mg(x - x_0)$$

$$\frac{k}{2} (x - x_0)(x + x_0) + \frac{Mv^2}{2} = -\mu mg(x - x_0)$$

$$v = \sqrt{\frac{k(x^2 - x_0^2) - 2\mu mg(x - x_0)}{M}} = \sqrt{\frac{k(x_0^2 - x^2) + 2\mu mg(x_0 - x)}{M}}$$

$$\text{Ускорение } a_g = 0 \rightarrow v_g - v_s = 0$$

Когда $a_g = 0$, она имеет

скорость

$$x_g = -A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) - \frac{\mu mg}{k}$$

$$v_g = A \sqrt{\frac{k}{M}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$A \sqrt{\frac{k}{M}}, \text{ так как не}$$

имеет

$$a_g = \frac{k}{M} A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$A \sqrt{\frac{k}{M}} = \mu mg \cdot t$$

функция был отпущен с макс. который двигался

ускорением

равноускоренно

потому что не такое изменение скорости произошло через четверть периода

$$A \sqrt{\frac{k}{M}} = \mu mg \cdot \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

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

$$A = 1,8 \cdot \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} \cdot 60 \text{ см}$$

$$x_{g0} = -60 \text{ см} - \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{40 \text{ см}} = -100 \text{ см}$$

$$a_{g0} = \frac{0,4 \cdot 100}{4} \cdot 1 = 0,1 \text{ с}^2$$

- 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!



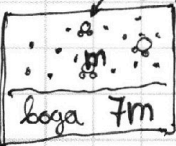
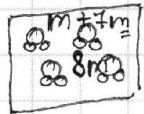
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

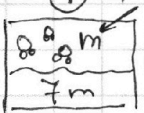
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

испарившаяся начальная вода
m - масса пара

1)  $\xrightarrow{\text{вся вода превращается в пар}}$ 

исходное состояние $\frac{m+7m}{m} = 8$

Ответ: 8

2)  $\xrightarrow{\text{пар частично конденсируется}}$  $\xrightarrow{\text{пар полностью конденсируется}}$ 

сопоставим состояния

① (начальное) и ② (вода только-только испарилась полностью),
в них наблюдается равенство давлений паров воды и
 $p = 100\%$:

① - равновесие фаз
② - бывшее равновесие фаз, давление от которого не удерживается

$p_{\text{пар}}$ - идеальный газ $\Rightarrow$ у-е Менделеева-Клапейрона $V = \text{const}$ m и μ постоянны
 $pV = \nu RT$ $pV = \frac{m}{\mu} RT$ $(V; \mu; R - \text{константы})$
 $p \sim mT$

$\frac{p_{\text{нас}}(T_2)}{p_{\text{нас}}(T_1)} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2}{m_1} \frac{T_2}{T_1} \rightarrow \frac{t^* [K]}{t [K]}$

из графика $p = 100\%$

$\frac{p_{\text{нас}}(t^*)}{t^* [K]} = \frac{p_{\text{нас}}(t_0) \cdot 8}{t [K]} = \frac{3.7 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$

$\frac{p_{\text{нас}}(t^*)}{10^3 t^* [K] + 273 \text{ К}} = \frac{3.7 \text{ кПа} \cdot 8}{300 \text{ К}}$

$8 \cdot 3.7 = 24 + 5.6 = 29.6 \approx 30$

$p_{\text{нас}}(t^*) = \frac{3.7 \text{ кПа} \cdot 8}{300 \text{ К}} \cdot t^* (\text{°C}) + \frac{3.7 \text{ кПа} \cdot 8}{300 \text{ К}} \cdot 273 \text{ К}$

линейная зависимость можно построить

$p_{\text{нас}}(t^*) \approx \frac{1}{10} \frac{\text{кПа}}{\text{°C}} t^* + 27.3 \text{ кПа}$



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!

Пересечение с $p_{\text{нас}}(t^*)$ найдём по графику, ~~отметить~~ отмечая точки

$$t^* = 70^\circ\text{C} \quad p_2 \approx 31 \text{ кПа}$$

3) ур-не Менделеева-Клапейрона для пара
Переход из ② $\rightarrow$ ③, процесс изотермический $\Rightarrow$
 $p \sim T$, значит

$$p_3 = p_2 \frac{T_3}{T_2} \approx \quad T_3 \approx 90^\circ\text{C} = 363\text{K} = 343\text{K} + 20\text{K}$$
$$T_2 = 70^\circ\text{C} = 343\text{K}$$
$$= p_2 \cdot 1,06 \quad p_2 = 31 \text{ кПа}$$
$$\approx 32,86 \text{ кПа}$$

$$\varphi_3 = \frac{p_3}{p_{\text{нас}}(T_3)}$$

$$p_{\text{нас}}(T_3) = p_{\text{нас}}(90^\circ\text{C}) \approx 70 \text{ кПа}$$

$$\approx \frac{70}{32,86} \approx \frac{32,86}{70} \approx \frac{3,286}{7} \approx \frac{3,29}{7} = 0,47$$

$$\varphi_{\text{конденс}} [\text{в конце нагревания}] \approx 47\%$$

Ответ: 1) 8
2) 70°C
3) 47%



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!

П.к. заряд "+" расположен к катушке
диску ближе,
пот. электрич. поля до
прохождения

Потенциал $U(\vec{r}) = \int \varphi_k(\vec{r} + \vec{r}_k) = -q \varphi_{\text{эл}}(\vec{r} + \vec{r}_k)$
радиус-вектор
до центра
диска
аналогично
заряд $-q$

Также можно заметить, что потенциал будет сферически симметричен.
* Это не совсем так. Более разность двух потенциалов, но по симметрии разность потенциалов должна быть максимальной. Это одно и то же.

где-то на пути диска будет максимальный U/q , в этой точке при скорости V_0 скорость будет нулевой

Очевидно, что тогда $(U/q)_{\text{max}} = \frac{mV_0^2}{2}$

Потенциал при уменьшении заряда диска

Второе $U = \frac{1}{3} \frac{mV_0^2}{2}$

m - масса диска из симметрии потенциала. На противоположной стороне есть точка, которая является минимумом и имеет

тогда скорость в этой точке:

$$\frac{mV_{\text{max}}^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \Delta U = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{1}{3} mV_0^2$$

(в этой точке $\Delta U = -\frac{1}{3} mV_0^2$)

$$V_{\text{max}}^2 = (1 + \frac{1}{3}) V_0^2 = \frac{4}{3} V_0^2 \Rightarrow V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{4}{3}} V_0$$

Затем рассмотрим диск в катюле, но окажется, что по $U =$ как на бесконечности, потенциал и скорость 0, будут минимальными.

$-q \varphi(x) + q \varphi(x) = 0$

Ответ: 1) V_0
2) $\sqrt{\frac{4}{3}} V_0$



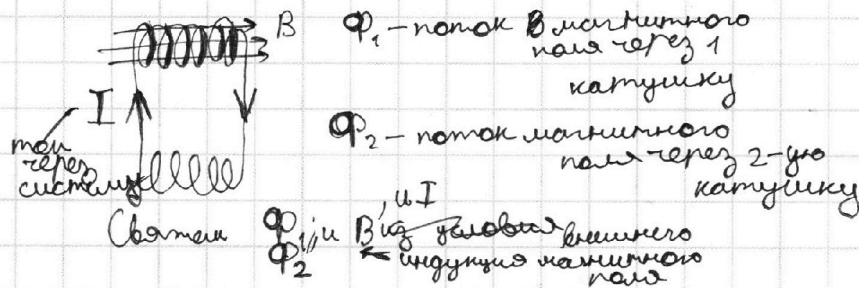
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

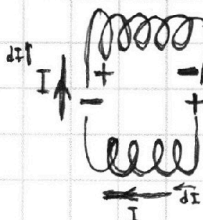
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = -\mathcal{E}_{L_1}$$



$$\Phi_1 = L_1 I \pm nSB$$

$$\Phi_2 = L_2 I$$



2-ое правило
Фурье-Соржа:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$$

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$$

$$\frac{d(\Phi_1 + \Phi_2)}{dt} = 0$$

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \text{const}$$

каждый const:

$$\Phi_{1\text{max}} + \Phi_{2\text{max}} =$$

$$= L_1 I_{\text{max}} \pm nSB_0$$

$$+ L_2 I_{\text{max}} =$$

$$I_{\text{max}} = I =$$

$$= \pm nSB_0$$

$$L_1 I + L_2 I \pm nSB = \pm nSB_0$$

$$(L_1 + L_2) I = \pm nS(B_0 - B)$$

$$I = \frac{nS(B_0 - B)}{L_1 + L_2}$$

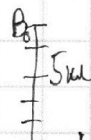
Будем, что ток
будем рассматривать
как функцию
времени с "+"

$$1) I_0 = \frac{nS(B_0 - B(T))}{L_1 + L_2} = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2}$$

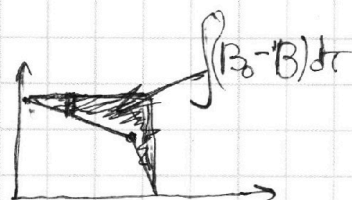
$$2) dq = I(t) dt = \frac{nS}{L_1 + L_2} \{B_0 - B\}(t) dt$$

$$q = \int dq$$

$$q = 18 \frac{13 nS}{40 L_1 + L_2} B_0 T$$



$$\int B_0 - B) T = \frac{B_0}{5} \cdot \frac{T}{8} \cdot 13 = \frac{13}{40} B_0 T$$



Рассчитаем

$$S = \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ км} \cdot 2 \text{ км} + 2 \text{ км} \cdot \frac{2 \text{ км} + 5 \text{ км}}{2} = 6 \text{ км} \cdot \text{км} + 7 \text{ км} \cdot \text{км} = 13 \text{ км} \cdot \text{км}$$

Итого:

$$I_0 = \frac{nSB_0}{L_1 + L_2}$$

$$q = \frac{13 nS}{40 L_1 + L_2} B_0 T$$

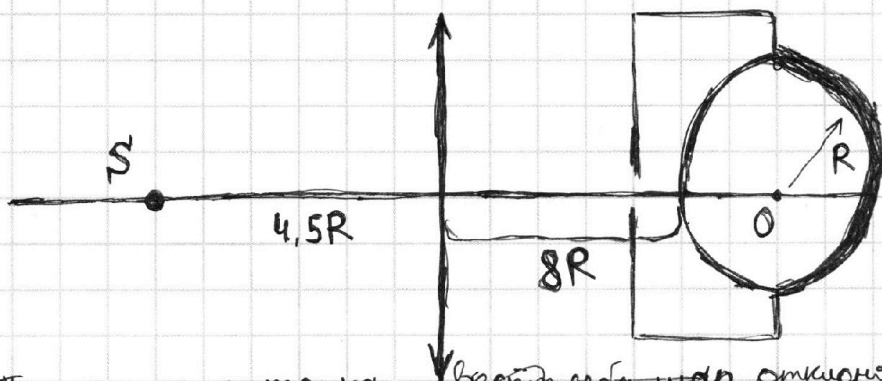


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

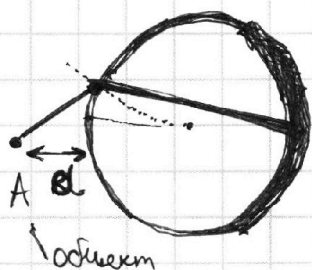
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



Посмотрим на то, как ~~ведет себя шар~~ отклоняется свет испр:

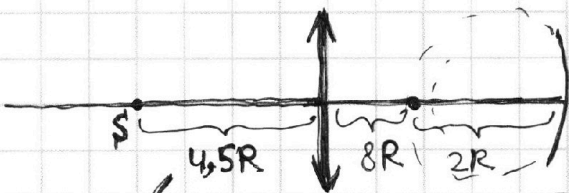


Фактически шар является двумя ^{приближенными} поверхностями и сферическим зеркалом:

Каждой поверхности свойственна ^{своя} оптическая сила D поверхности, ^{свой} коэффициент преломления n и радиус кривизны R .

$D =$

т.к. n можно брать любой, возьмем $n = 1$



Сферическое зеркало:

Сферический слой: $n-1 \frac{2}{R} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
 $D = \frac{1}{R} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$

$D_{\text{шара}} = \frac{1}{4.5R} + \frac{1}{a}$ — расстояние до центра изогнутой

$\frac{2}{R} = \frac{1}{10R-a} + \frac{1}{b}$

$\frac{2}{R} = \frac{1}{4.5R} + \frac{1}{b}$

$\frac{2}{R} = \frac{1}{10R-a} + \frac{1}{a}$

$\frac{2}{R} (10R-a)a = a^2 + 10R = a^2$
 $(20 - \frac{2a}{R})a = 10R$
 $20a - 2\frac{a^2}{R} = 10R$

$\frac{a^2}{R} - 10a + 5R = 0$





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
2 из 22

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!

$$R_1 a = (20 \pm \sqrt{80})R$$

$$R_{\text{линзы}} = \frac{1}{45R} + \frac{1}{(20 \pm \sqrt{80})R}$$

Эквивалентная схема



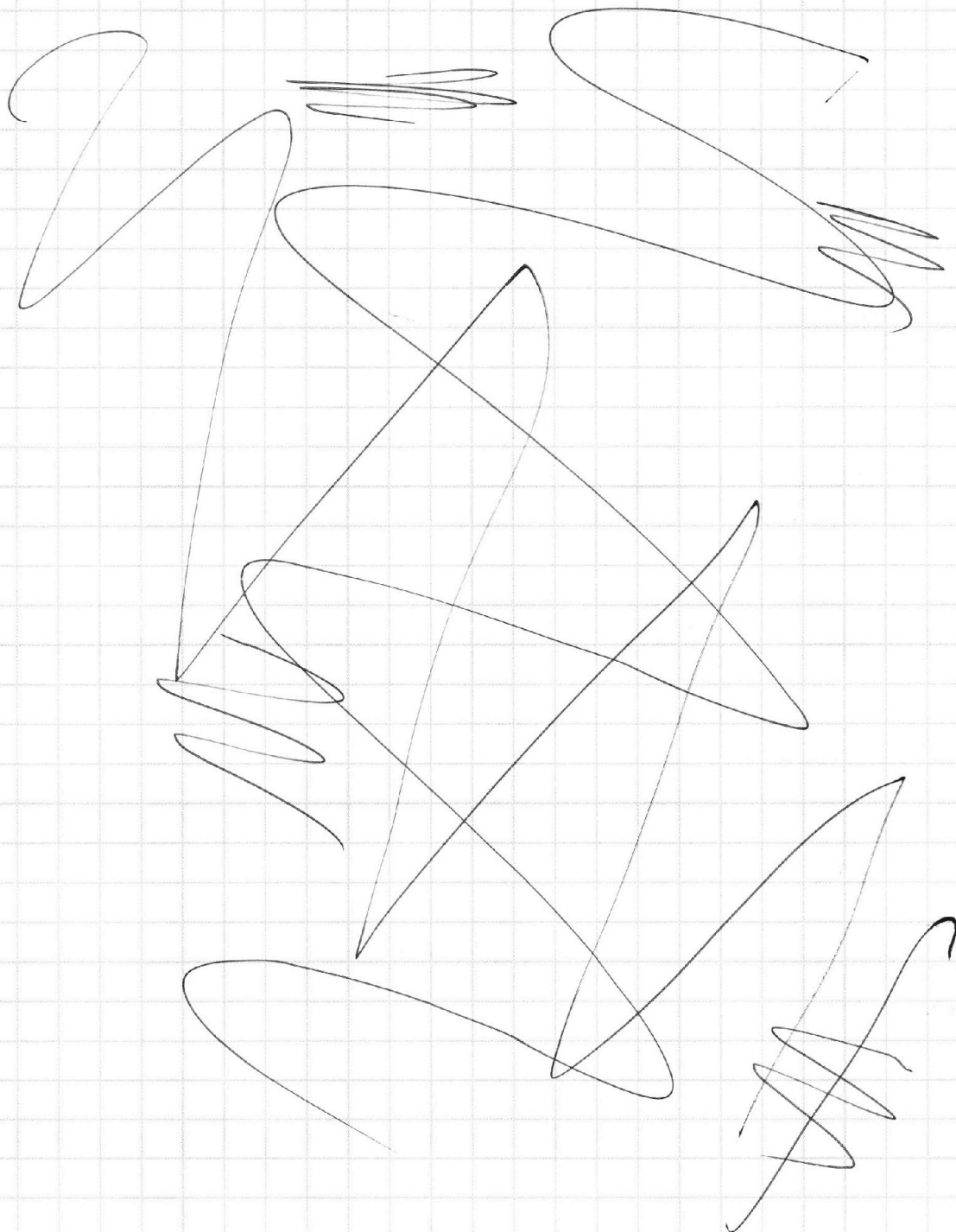


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



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!





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!





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!

$$\frac{a^2}{R} - 10a + 5R = 0 \quad a = \frac{10 \pm \sqrt{100 - 20}}{2/R} = \frac{20 \pm \sqrt{80}}{2} (20 \pm \sqrt{80}) R$$

~~Длины~~
Длины =

$$D_{\text{длины}} = \frac{1}{4,5R} + \frac{1}{(20 \pm \sqrt{80})R}$$

Вспомогательная тем, что система не имеет своих параме
изображение не изменилось и при $n=2$.

$$D_{\text{длины}} = \frac{1}{4,5R} + \frac{1}{a}$$

$$2 \cdot \frac{1}{R} = \frac{1}{8R-a} + \frac{1}{b}$$

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

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

$$D_{\text{длины}} = \frac{1}{4,5R} + \frac{1}{8R-d}$$

Копировать



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!

