



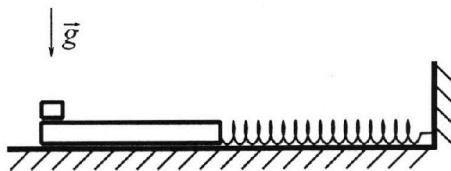
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок 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.

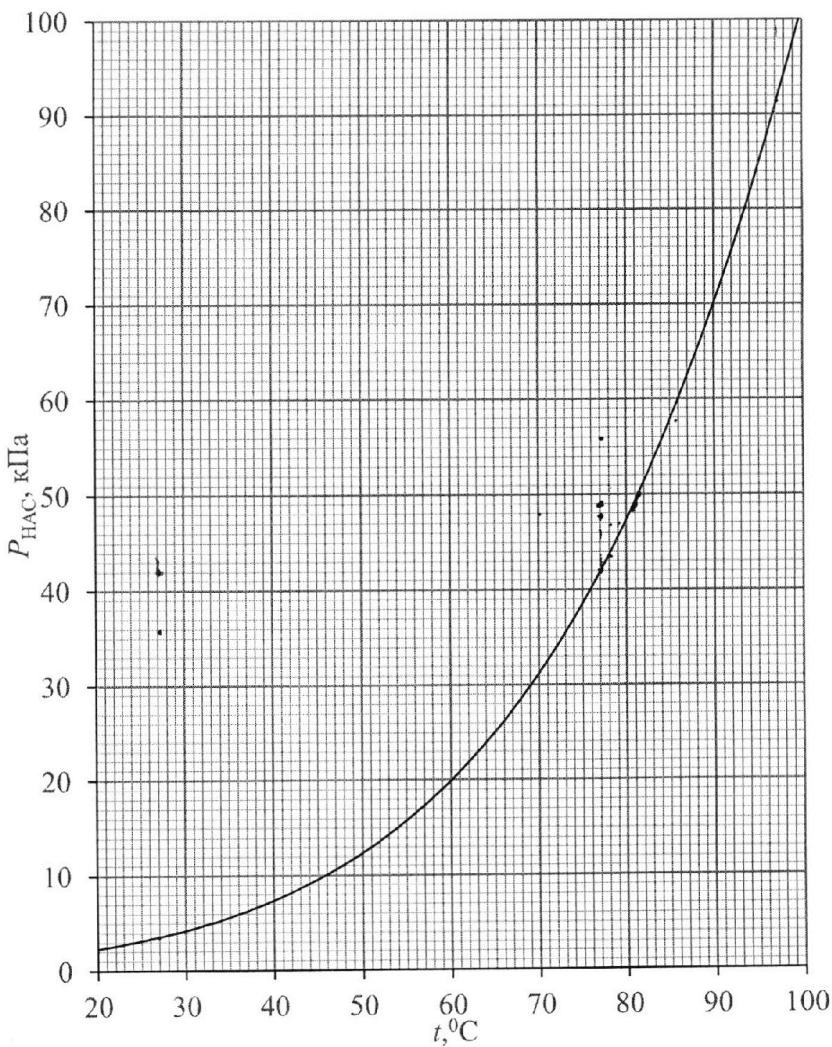


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

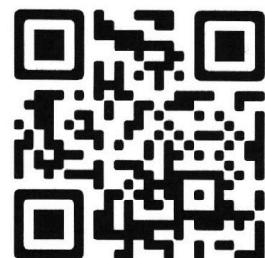
- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





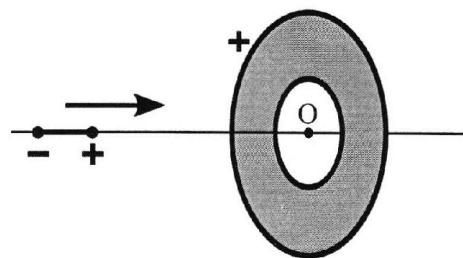
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

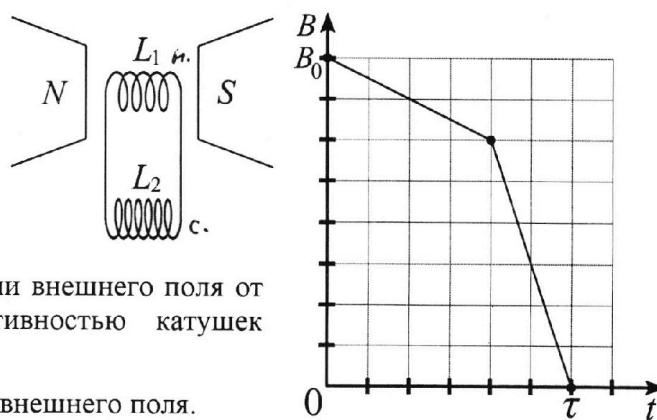
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



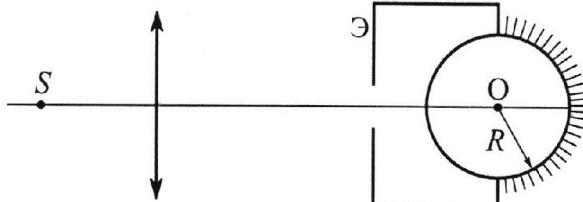
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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 (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, 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 $\Delta = 4R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

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.

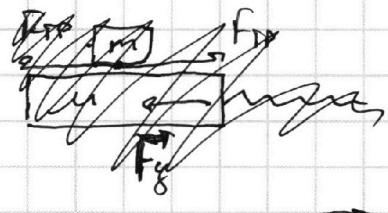


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

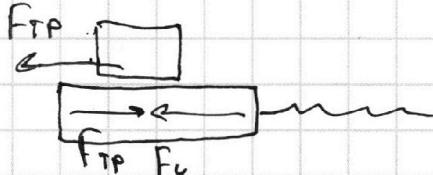
1) Если относительное ускорение равно 0, то ускорения в лабораторной СБ равны. Учитывая, что пружина в этот момент сжата, имеем:



Уз 2 з. Использован:

$$\begin{cases} a_{\text{бл}} = \mu g \\ a_{\text{бл}} = kx_1 - \mu g \end{cases}$$

$$ad = ag$$



$$\mu g = \frac{kx_1}{m} - \frac{\mu g}{2}$$

* $x=0$ (пружина не растянута)

$$x_1 = \frac{3}{2} \frac{\mu g m}{k} = \frac{3}{50} m = 0,18 m$$

2) Уз гр-я (2) имеем:

$$2 \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{kx}{m} - \mu g \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{2m} x = -\frac{\mu g}{2}$$

$$x = x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t + -\frac{\mu g}{2}$$

$$\dot{x} = -\sqrt{\frac{k}{2m}} x_0 \sin \sqrt{\frac{k}{2m}} t$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{2m} x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t$$

Ускорение должно быть 0 при:

$$\cos \sqrt{\frac{k}{2m}} t = 0 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2m}{k}} \frac{\pi}{2}$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Тогда скорость: $\dot{x} = -\sqrt{\frac{k}{2m}} x_0 \dots (3)$

Т.к. масса и длина движущего блоков

$$\dot{x} = \mu g \cdot t = \sqrt{\frac{2m}{k}} \cdot \frac{\pi}{2} \mu g = -\sqrt{\frac{k}{2m}} x_0$$

$\xrightarrow{\text{Установление}} \quad -\frac{2m}{k} \cdot \frac{\pi}{2} \mu g = x_0$

$$x_0 = -\frac{\pi}{2} \frac{\mu g}{k}$$

Тогда начальное ускорение доски:

$$\dot{x}(0) = -\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{2m}} \cdot x_0 = \frac{\pi}{2} \mu g = \left(\frac{3}{2} \pi / C^2 = 4,5 \pi / C^2 \right)$$

3) Эту скорость мы уже находили

из (3):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -\sqrt{\frac{k}{2m}} x_0 = \frac{\pi \mu g}{k} \sqrt{\frac{k}{2m}} = \pi \mu g \sqrt{\frac{m}{2k}} \\ &= \frac{3}{10} \pi / C = 0,3 \pi / C \end{aligned}$$



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!

Ответ: $\frac{P_{n2}}{P_{n1}} = \frac{12 \bar{T}_2}{\bar{T}_1} \Rightarrow P_{n2} = \frac{12 \bar{T}_2}{\bar{T}_1} P_{n1} =$
 $= 12 \cdot \frac{3700 \text{ к}}{300 \text{ к}} \cdot 3,5 \text{ кта} \approx 52 \text{ кта} \pm 6 \text{ кта}$

$\varphi = \frac{52}{81} \approx 57\% \pm 6\%$

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!

$$1) t_0 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 37^\circ\text{C}$$

$$m_{n1} = m$$

$$m_{n2} = 11m$$

Поскольку в начальном состоянии вся влага пребывала в паре, его масса равна $m_{n2} = m_{n1} + m_{v1} = 12m$

$$\frac{m_{n2}}{m_{n1}} = 12$$

2) Когда измерение прекращается, пар всё ещё насыщеный; его масса $m_n^* = 12m$.

Из ур-я Менделеева - Капеллареса

$$P_n^* V = \frac{12m}{\mu} RT^*$$

$$\text{Чтобы } \frac{P_n^*}{P_{n1}} = \frac{12T^*}{T_1} \Rightarrow P_n^* = \frac{12P_{n1}}{T_1} (T^* + 273^\circ\text{C})$$

Быстро решим уравнение $P_n^*(T^*)$ и по пересечению с уравнением $P_{\text{нас}}(T)$ найдём T^* .
(т.к. пар удовлетворяет условию насыщенности в этой точке).

Из таблицы можно видеть что P_{n1} выше 3,5 кПа
Тогда T^* получаем равным $82^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$

3) Относ. влажность есть отношенние заблуждения пара P_{n2} к давлению насыщенного пара при той же температуре ($t_2 = 37^\circ\text{C}$) $P_{\text{нас2}}$

$$\varphi = \frac{P_{n2}}{P_{\text{нас2}}} \quad P_{\text{нас2}} \approx 81 \text{ кПа (из таблицы)}$$

Из ур-я Менделеева - Капеллареса:

$$P_{n2} V = \frac{12m}{\mu} RT_2 \quad \text{и} \quad P_{n1} V = \frac{m}{\mu} RT_1$$

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
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!

Тогда: $\frac{m v_0^2}{2} + m v_{x1}^2 = m v_0^2$

$$v_{x1}^2 = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_{x1} = \frac{v_0}{\sqrt{2}} = 70 \text{ м/с}$$

максимальная скорость

Также видим. скорость

$$-49/2 + m v_{x2}^2 = m v_0^2$$

$$v_{x2}^2 = \frac{3}{2} v_0^2 \Rightarrow v_{x2} = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0$$

Тогда разность: $\Delta = v_{x2} - v_{x1} = \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{2}} v_0$

Иными словами. Время, в течение которого объект передает импульс, является тем же самым.

P.S. Изменение энергии совершается симметрической торке относ. диска.

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

1

2

3

4

5

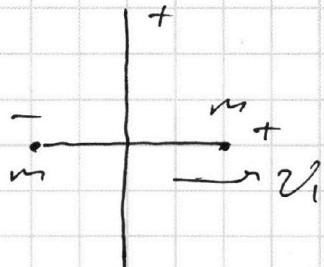
6

7

СТРАНИЦА
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) При пролёте через центр диска, энергия взаимодействия диполя с диском равна 0 (заряды расположены симметрически по отношению к диску, то именем разного знака)



Но "диполемагнетик" диполь такое не взаимодействует с диском \Rightarrow из ЗС2;

$$0 + \frac{2mV_0^2}{2} = \frac{2mV_1^2}{2} + 0 \Rightarrow V_1 = V_0$$

2) Считаем, что максимум электростатической энергии где-то между "диполемагнетиком" и горкой 0. ~~Найдём его.~~

~~Максимум, пока что будем~~ ~~$\frac{1}{4}k\frac{q^2}{r^2}$~~ ~~$\sqrt{k^2 + R^2}$~~
~~расстояние от центра диска~~ ~~окр.~~

~~Рисуем~~ ~~окружность~~ ~~максимума~~ ~~защищён~~
~~концом~~ ~~электростатики~~ ~~и зарядом~~

~~В~~ ~~этой~~ ~~форме~~ ~~создаётся~~ ~~внешний~~
~~пограничный~~ ~~и~~ ~~(запасаясь)~~

Энергия поля $W = qq$.

Дал 1 дистанция:

$$qq = \pi r^2 V_0^2$$

Дал 2 дистанция в этой форме

$$\frac{\pi q^2}{2} + mV_X^2 = mV_0^2$$

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.



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

а) Покажем, что через сферу проходящий контур поток сохраняется.

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} \text{ - из 3. электромагнит. индукции}$$

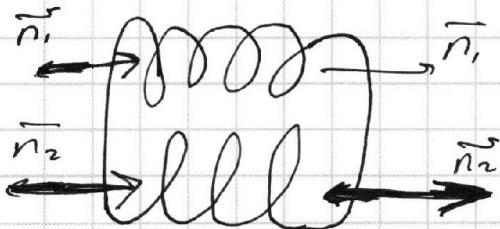
$$\ell = IR \text{ - из 3. Ома} \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} \propto R$$

Если $R \rightarrow 0$, то $d\Phi \rightarrow 0 \Rightarrow \Phi = \text{const}$

б) В конусе вихревые потоки внешнего поля через контур равен 0; существует только поток, вызванный током в конусах.

$$\Phi_0 = B_0 S, n = \Phi(t)$$

$$\Phi(t) = +I_o L_1 + I_o L_2 = \cancel{+} I_o L$$



\vec{n}_1, \vec{n}_2 - вектора нормали в конусе; в направлении по этим векторам поток складывается нейтрален.

$$5I_o L = B_0 S, n \Rightarrow \boxed{I_o = \frac{B_0 S, n}{5L}}$$

в) $E = I_o R$ т.е. $\Phi = \Phi_0 = \text{const} \Rightarrow d\Phi = 0$

Изменение внешнего потока компенсируется потоком, вызванным током в конусах.

$$-\delta\Phi = 7L dI \Rightarrow \Phi_0 - \Phi_{\text{внеш}} = 7LI \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin(\beta_0 - \beta) = 7LI / \cdot dt$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

За малейшее время от:

$n S_1 (B_0 \sigma t - B \sigma t) = 7 L \varphi$, следовательно
должны получены:

$$n S_1 (B_0 \tau - \int_0^2 B \sigma t) = 7 L \varphi$$

$\int_0^2 B \sigma t$ найдено как площадь под графиком. Она равна $34 \cdot \frac{1}{8} B_0 \cdot \frac{1}{6} \tau =$
 $= \frac{17}{24} B_0 \tau$. Тогда получим:

$$n S_1 (B_0 \tau - \frac{17}{24} B_0 \tau) = 7 L \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{\frac{7}{24} B_0 \tau n S_1}{7 L}$$

$$\varphi = \left(\frac{B_0 \tau n S_1}{24 L} \right)$$

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

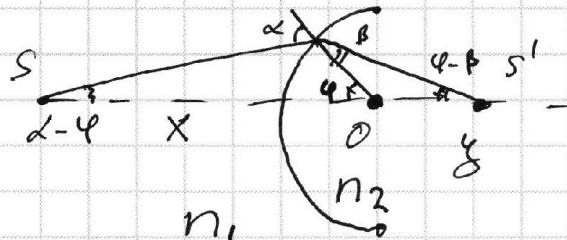


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

o) Найдите где будет изображение источника, расположенного перед зеркалом на расстоянии x . (последний зеркало).



$$n_1 d = n_2 \beta - \alpha$$

3. Сделка

Введем угла
 α, β, φ как на
рис. и выражаем
все остальные углы через них.

С учетом малости углов можно записать

$$(x - R)x = \varphi \varphi = (\varphi - \beta)\beta$$

Решим систему этих ур-ий:

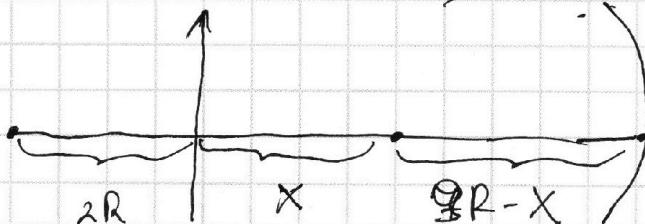
$$\alpha = \frac{\varphi x}{R+x} \quad \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

$$\text{d. } \frac{Rx}{R+x} = \frac{x(n_2 - n_1) - Rn_1}{(R+x)n_2} \cdot \cancel{\alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Rxn_2 = (x(n_2 - n_1) - Rn_1)\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{n_2 Rx}{x(n_2 - n_1) - Rn_1}$$

..... (1)

1) Если условие выполнимо для
модуля R , то и для $R=1$ оно
справедливо. Тогда весь мир становится
одним сферическим зеркалом.



Известно, что
должное расстояние
сферического зеркала

R_h



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} \text{ и } \frac{1}{3R-x} + \frac{1}{3R-x} = \frac{2}{R}$$

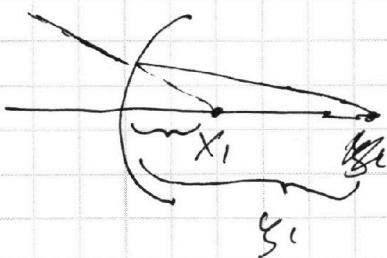
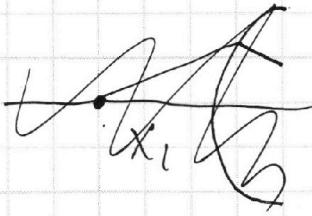
P.S. изображение в зеркале должно быть таким же, как и изображение в линзе.

$$3R-x = R \Rightarrow x = 8R$$

$$F = \left(\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} \right)^{-1} = \frac{8}{5}R = 1,6R$$

2) Мы знаем, что изображение в линзе лежит на расстоянии $x = 8R$.
Тогда расстояние от него до предмета
записано шаром $X_1 = -5R$

$$\text{U3 (1): } y_1 = \frac{nR X_1}{X_1(n-1)-R} = \frac{5nR^2}{5Rn-4R} = \frac{5nR}{5n-4}$$



Расстояние от этого изображения до сферического зеркала $x_2 = 2R - y_1$

$$\frac{1}{2R-y_1} + \frac{1}{y_2} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{5n-4}{5n-8} + \frac{R}{y_2} = 2$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

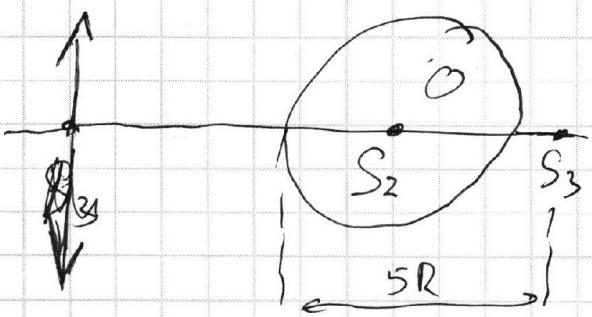
СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$\text{Получаем: } \frac{1}{S_2} = \frac{5n-8}{5n-12} R$$

П.р. если отражение в зеркале, то оно проходит через член n .

Слова воспроизведены (1).



Чтобы изображение сдвинуло с предмета, изображение S_3 было должно оказаться на расстоянии $8R$

от линзы и на расстоянии $3R$ от передней стороны линзы.

Из формулы (1):

$$-5R = \frac{R S_2}{S_2(n-1) + R n}$$

$$-5 = \frac{\frac{5n-8}{5n-12}}{\frac{5n-8}{5n-12}(n-1) + n} = \frac{5n-8}{(5n-8)(n-1) + n(5n-12)}$$

$$-\frac{5n-8}{50n^2 - 120n + 32} = \frac{50n^2 - 125n + 40}{25n^2 - 60n + 16} \Rightarrow 50n^2 - 125n + 40 = 875n$$

$$50n^2 - 125n + 40 = 875n$$

$$50n^2 - 125n + 40 = 875n$$



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!

Чистое листо для решения задачи.

$$w_{\text{вн}} g = m v^2$$

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**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

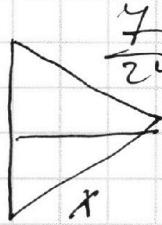
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$24 + 4 + 6 = 34 \rightarrow E$$

$\frac{7}{24}$

$\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{6}$ бог



$$\varphi = \frac{\alpha}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\varphi = \frac{\alpha}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$W = \alpha \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + 2\ell x + R^2}} \right) = \max$$

$$E = \varphi \cdot \frac{2x}{\sqrt{x^2 + R^2})^{3/2}}$$

$$\left(\frac{x}{x^2 + R^2} \right)^{3/2} - \left(\frac{x + \ell}{x^2 + 2\ell x + R^2} \right)^{3/2} = 0$$

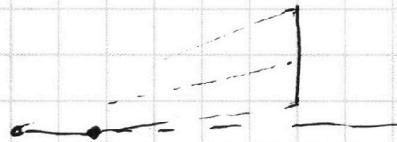
$$x(x^2 + 2(x + R^2))^{3/2} = (x^2 + R^2)^{3/2}(x + \ell)$$

$$x(x^2 + R^2)^{3/2} \left(1 + \frac{3\ell x}{x^2 + R^2} \right) = x(x^2 + R^2)^{3/2} + \ell(x^2 + R^2)^{3/2}$$

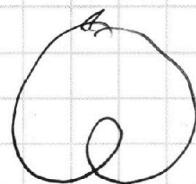
$$3\ell x^2 = \ell(x^2 + R^2)$$

$$2x^2 = R^2$$

$$x = \frac{R}{\sqrt{2}}$$



$$\begin{aligned} 90 - \varphi + \beta \\ 90 - (90 - \varphi) \\ = \varphi - \beta \end{aligned}$$



$$\delta = \pi R = \frac{\alpha \pi R}{180}$$

$$\Delta Q_F - \Delta Q = 7Ld$$

$$\begin{aligned} Q_F - Q_0 &= \\ Q_F &= 7L\zeta \end{aligned}$$

$$Q_0 - Q = \frac{x(n-1)R}{n(R+x)}$$

$$\alpha = n\beta \quad QF = RX = y$$

$$\alpha - \varphi = \frac{R}{R+x} \alpha$$

$$\frac{x}{R+x} - \frac{1}{n} = \frac{xn - x - R \alpha}{n(R+x)} =$$

$$\begin{cases} \alpha = n\beta \\ QF = (n - \beta)x = (n - \beta)y \end{cases}$$

$$\alpha + 90 - \gamma + 90 - \varphi = 180$$

$$QF = \alpha x - \varphi x$$

$$\alpha = \gamma + \varphi$$

$$\varphi = \frac{\alpha x}{R+x}$$

$$\frac{Rx}{R+x} \alpha = \frac{x(n-1)-R}{n(R+x)} y$$

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

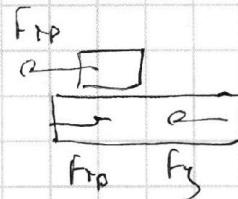
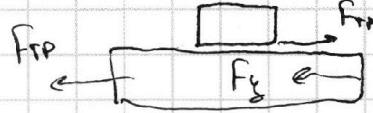
6

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!



$$\mu m g = ma$$

$$\mu \alpha x - \mu m g = ma$$

$$\frac{3}{2} m g = \frac{\mu \alpha x}{m} \quad \frac{528}{50} = \frac{528}{455} \cdot 10,57$$

$$\alpha_2 M = \mu \alpha x + \mu m g$$

$$\frac{3}{2} \mu g M$$

$$\frac{3 \cdot 0,3}{50} = \frac{9}{50} = \frac{13}{77}$$

$$\alpha_2 M = \mu \alpha x \div \mu m g$$

$$\alpha_1 m = \mu m g$$

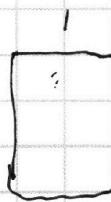
$$\varphi = \frac{P_2}{P_{\text{нас2}}}$$



273

50

62



$$P_{\text{н}}(27) \approx 3,5 \text{ кН}$$

$$\alpha_2 = \frac{\mu \alpha k}{2m} - \frac{\mu g}{2} = \frac{0,22}{2} = \frac{32}{30} \cdot 12 \cdot 3,5$$

$$P_{\text{н}}^* V = \frac{12m}{m} RT^*$$

$$36+6=42$$

$$P_{\text{н}} V = \frac{m}{m} RT \quad \frac{37 \cdot 42}{30}$$

$$P_{\text{н}}(27) V = \frac{m}{m} RT_1$$

$$\frac{P_{\text{н}}^*}{P_{\text{н}}} = \frac{12T^*}{T_1}$$

$$\frac{37 \cdot 21}{15} = \frac{37 \cdot 4}{5}$$

$$P_{\text{н}}^* = \frac{12 T^*}{300} \cdot 373 = \frac{3}{25} T^*$$

$$\frac{P_{\text{н}}^*}{P_{\text{н}}} = \frac{12}{27}$$

$$27: P_1 \cdot 72$$

$$27: P_1 \cdot 14$$

$$P_{\text{н}}^* = \frac{12}{25} T^* - \frac{4}{25} T^*$$

$$P_{\text{н}}^* = \frac{12 (T^* + 273)}{300}$$

$$36 \quad 48$$

$$P_{\text{н}}^* = \frac{3}{25} (T^* + 273)$$

$$P_{\text{н}} V = \frac{12m}{m} RT_2$$

$$48 \quad 56$$

$$P_{\text{н}}^* = \frac{4}{25} (T^* + 273)$$

$$27: P_{\text{н}}^* = \frac{210}{5} = 42$$

$$42 \quad 48 + 20 =$$

$$\frac{875}{50} (T^* + 273)$$

$$77: P_{\text{н}}^* = 43$$

$$\frac{37}{5} = \frac{258}{5} \approx$$

$$\approx \frac{260}{5} \approx$$

$$= 52$$

$$\frac{87 \cdot 6}{30} = 7$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
_ из _

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

$$\begin{aligned} \lambda - \varphi &= \frac{\ell}{R+x} \alpha & \ell - \beta &= \frac{\alpha X}{R+x} - \frac{n_1}{n_2} \lambda = \cancel{\alpha X} \\ \Rightarrow & \frac{Xn_2 - Rn_1 - \lambda n_1}{(R+x)n_2} = \frac{X(n_2 - n_1) - Rn_1}{(R+x)n_2} \cancel{\alpha} \\ \cancel{-5-8} & \quad \cancel{-12} \\ RXn_2 &= 3 \cdot 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{100}} \frac{nR\lambda}{x(n-R)} \frac{-Rx}{x-xn} \frac{nR}{n-1} \\ \frac{nR\lambda}{x(n-1)-R} & \quad \frac{-Rx}{x(1-n)-Rn} \quad \frac{R\lambda}{x(n-1)+Rn} \frac{5}{8} \frac{3}{2} \cdot 3 \\ 1 & \quad 5Rn - 5R + R \\ \frac{5n-8}{5n-4} & \quad 2 - \frac{5n}{5n-4} \quad 2 \quad 10n \\ \frac{1}{R} & \quad \frac{1}{R} \quad \frac{1}{F} \quad 0 \\ 2(5n-4) - 5n &= 5n-8 \\ 5 - \frac{1}{1-2n} &= \frac{5n-8}{5n-4} \\ 5 - 10n - 1 & \quad \text{Diagram of a circle with radius } r \\ \text{so on} & \quad \text{Diagram of a circle with radius } r \\ 3600 - 1600 = 2000 & \quad 2R = 5nR^2 \\ n = \frac{60 + 20\sqrt{5}}{25} & \quad \frac{10n - 16 - 5n + 8}{5n-8} \\ & \quad \frac{5n-8}{5n-8} = 1 \\ & \quad 2 - \frac{5n-4}{5n-8} = 10n - 16 - 5n + 4 \\ & \quad \frac{5n-12}{5n-8} \end{aligned}$$





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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$Ad = \mu g$$

$$Ag = -\frac{\kappa}{2} X - \frac{\mu g}{2}$$

$$2dVg = -\kappa Xdt - dVg \quad dVg = -\frac{\kappa}{2} Xdt - \frac{\mu g}{2} dt$$

$$\ddot{X} = -\frac{\kappa}{2m} X - \frac{\mu g}{2}$$

$$X = A \cos \sqrt{\frac{\kappa}{2}} t + -\frac{\mu g}{\kappa}$$

$$dVg = \mu g dt$$

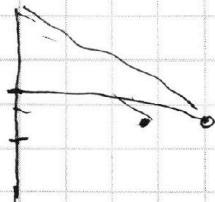
$$dVg = -\frac{\kappa}{2} Xdt - \frac{\mu g}{2} dt$$

$$\ddot{X} + \frac{\kappa}{2} X = -\frac{\mu g}{2}$$

$$X = -\frac{\mu g}{\kappa}$$

$$x = A \sin \sqrt{\frac{\kappa}{2}} t + -\frac{\mu g}{\kappa}$$

$$\ddot{x} = -\sqrt{\frac{\kappa}{2}} A \sin \sqrt{\frac{\kappa}{2}} t = \mu$$



$$\ddot{x}$$

$$\ddot{x} = \frac{\kappa}{m} x$$

$$+\pi \frac{T}{2}$$

