



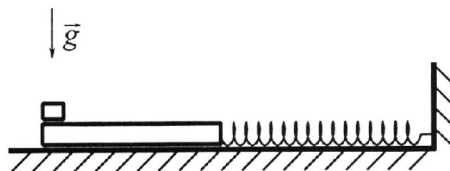
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

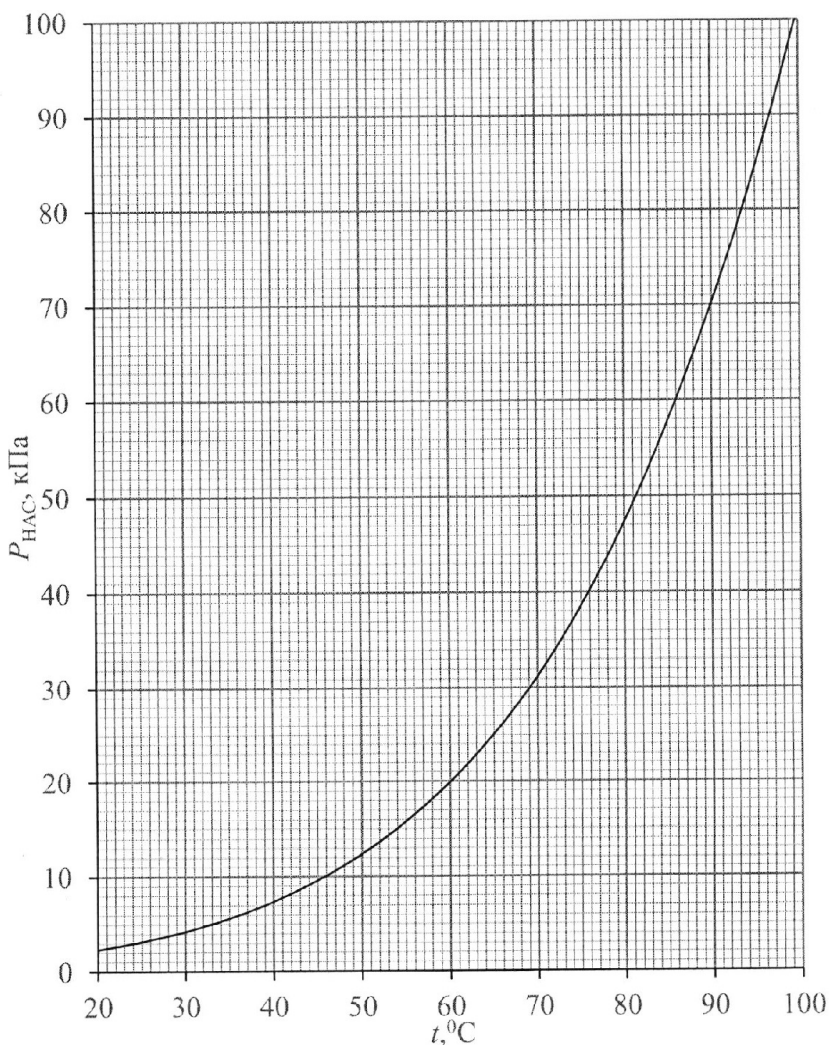


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °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.





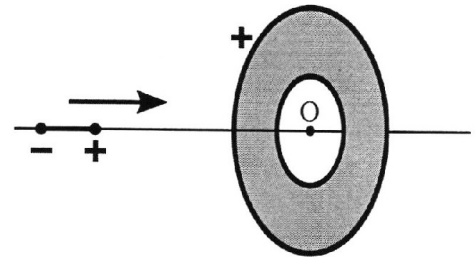
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

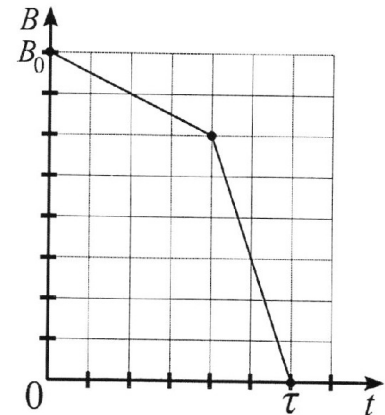
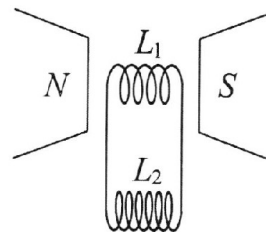


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



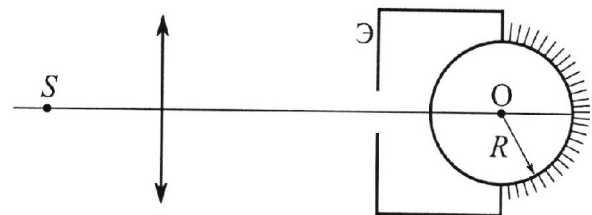
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

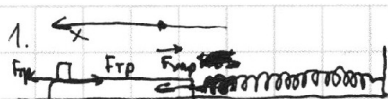


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) В момент, когда относительное ускорение бруска и доски равно 0, их ускорения равны по модулю и направлению. Пусть они равны a

По второму закону Ньютона: $F_{тр} - F_{тр} = Ma$ для доски

$F_{тр} = \mu mg$, т.к. ~~брусок~~ ~~двигается~~ ~~относительно~~ ~~доски~~ ~~от~~
 $\mu mg = ma$ $a = \mu g$

$$kx - \mu mg = \mu Mg \quad x = \frac{\mu(m+M)g}{k} = 0,18 \text{ м} = 18 \text{ см}$$

2) Введем ось x , направленную по направлению движения доски и началом, расположенным на $\Delta l_0 = \frac{\mu mg}{k}$ ^{левее} ~~правее~~ начального положения ~~края~~ ~~края~~ ~~доски~~, ~~соединенного с пружиной~~
Если в некоторый момент времени до остановки бруска относительно доски (тогда $F_{тр} = \mu mg$) правый конец доски находится в x , то растяжение пружины $\Delta l = \frac{\mu mg}{k} - x$

$M\ddot{x} = k\Delta l - \mu mg$ - второй закон Ньютона

$$M\ddot{x} = \mu mg - kx - \mu mg \quad \ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0 \text{ - уравнение гармонических колебаний}$$

До ~~остановки~~ остановки бруска относительно доски доска движется по гармоническому закону $x = x_0 \cos(\omega_0 t)$,
где $x_0 = \frac{\mu mg}{k} - \Delta l_0$ - начальное положение правого края доски,

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$ - циклическая частота

$$\dot{x}(t) = -\omega_0 x_0 \sin(\omega_0 t) = \sqrt{\frac{k}{M}} \left(\Delta l_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \sin(\omega_0 t)$$

$$\ddot{x}(t) = -\omega_0^2 x_0 \cos(\omega_0 t) = \frac{k}{M} \left(\Delta l_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \cos(\omega_0 t)$$

$$\ddot{x}(t) = 0 \text{ при } \cos(\omega_0 t) = 0, \text{ т.е. при } t = \frac{\pi}{2\omega_0}$$

По условию в этот момент скорости доски и бруска равны:

$$\dot{x}(t) = \mu g t = \sqrt{\frac{k}{M}} \left(\Delta l_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\mu g \pi}{2\omega_0}$$

$$\Delta l_0 = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu g \pi}{\omega_0^2} = \frac{\mu g}{k} (m + \pi M) \quad x_0 = -\frac{\pi \mu M g}{k}$$

$$\ddot{x}(0) = -\omega_0^2 x_0 \cos(0) = \frac{k}{M} \cdot \frac{\pi \mu M g}{k} = \pi \mu g \approx 9 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

3) В момент времени t_0 ускорения бруска и доски сравниваются:

$$\ddot{x}(t_0) = \mu g \quad \frac{k}{M} \cdot \frac{\pi \mu M g}{k} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \mu g \quad \pi \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = 1$$



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!

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \frac{1}{5}, \quad \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \frac{\sqrt{24}}{5}$$
$$\dot{x}(t_0) = \sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \frac{\pi \mu M g}{k} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \mu g \sqrt{\frac{M(\pi^2 - 1)}{k}} \approx \frac{6}{5} \sqrt{2} \frac{M}{C} \approx 1,69 \frac{M}{C}$$

Ответ: 1) 18 см; 2) $9 \frac{M}{C^2}$; 3) $1,69 \frac{M}{C}$



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!

2. 1) Пусть m_n и m_b массы пара и воды в начале, $m_b = 11 m_n$
В конце вся вода испарилась, масса пара стала равна $m_n + m_b$

$$\frac{m_n + m_b}{m_n} = 12$$

- 2) В начале пар и вода находятся в равновесии $\Rightarrow$ пар насыщен, его ~~давление~~ P_{n0} при температуре T_0

$P_{n0} V = \nu_n R T_0$ - уравнение Менделеева-Клапейрона для пара

$$\nu_n = \frac{m_n}{\mu_n} \quad V = \frac{m_n R T_0}{P_{n0} \mu_n} - \text{объем сосуда}$$

Когда испарение воды прекратится, пар будет насыщен и иметь давление P_n^* при температуре T^*

$P_n^* V = \frac{m_n + m_b}{\mu_n} R T^*$ - уравнение Менделеева-Клапейрона

$$P_n^* \cdot \frac{m_n R T_0}{P_{n0} \mu_n} = \frac{m_n + m_b}{\mu_n} R T^* \quad P_n^* = \frac{12 P_{n0} T^*}{T_0}$$

График зависимости давления насыщенного пара от температуры пересекается с графиком $P_n^*(T^*) = \frac{12 P_{n0} T^*}{T_0}$

при $T^* \approx 81^\circ \text{C}$

- 3) В конце нагревания пар имеет ~~температуру~~ давление P
 $P V = \frac{m_n + m_b}{\mu_n} R T_1$ - уравнение Менделеева-Клапейрона

$$\frac{P_{n0} R T_0}{P_{n0} \mu_n} = \frac{m_n + m_b}{\mu_n} R T_1 \quad P = \frac{12 P_{n0} T_1}{T_0}$$

$$\varphi = \frac{P}{P_{n1}} = \frac{12 P_{n0} T_1}{P_{n1} T_0}, \text{ где } P_{n1} - \text{давление нас. пара при } T_1$$

$$\varphi = \frac{12 P_{n0} T_1}{P_{n1} T_0} \approx \frac{37}{65} \approx 0,57$$

Ответ: 1) 12; 2) 81°C ; 3) 0,57



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!

3. 1) Когда центр диполя совпадает с центром диска, потенциалы φ поля диска в концах диполя равны по соображениям симметрии
 ЭЗ: $\frac{mV_0^2}{2} = \varphi \cdot q + \varphi \cdot (-q) + \frac{mV^2}{2}$, где q — ^{изначальный} заряд положительного конца диполя
 $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$ $V = V_0$ — скорость в этот момент

2) Пусть в некоторый момент времени до пролета диполя потенциалы поля в концах диполя равны φ_1 и φ_2 , а скорость диполя u
 По закону сохранения энергии $\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_1 \cdot (-\frac{q}{2}) + \varphi_2 \cdot \frac{q}{2} + \frac{mu^2}{2}$
 $u = \sqrt{V_0^2 - \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)q}{m}}$

Аналогично, для полета диполя с зарядами q и $-q$:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi_1 \cdot (-q) + \varphi_2 q + \frac{mu^2}{2} \quad u = \sqrt{V_0^2 - \frac{2(\varphi_2 - \varphi_1)q}{m}}$$

полет возможен при

$$V_0 \geq \sqrt{\frac{2(\varphi_2 - \varphi_1)q}{m}}$$

V_0 — минимальная скорость,

при которой пролет через диск возможен $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2(\varphi_2 - \varphi_1)q}{m}} = \sqrt{2\Delta\varphi_{\max} \frac{q}{m}}$, где $\Delta\varphi_{\max}$ — максимальная разность $\varphi_2 - \varphi_1$ на всем полете $\Delta\varphi_{\max} = \frac{mV_0^2}{2q}$

$$u = \sqrt{V_0^2 - \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)q}{m}}$$

$u_{\max} = \sqrt{V_0^2 - \frac{0 \cdot q}{m}} = V_0$ при $\varphi_2 = \varphi_1$,
 достигается u ^{достигается u} при совпадении центров диполя и диска

$$u_{\min} = \sqrt{V_0^2 - \frac{\Delta\varphi_{\max} q}{m}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

Ответ: 1) V_0 ; 2) V_0 и $\frac{V_0}{\sqrt{2}}$



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.

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!

4.1) Пусть I - ток в катушках, направлен, так, ~~как~~ что магнитное поле, создаваемое им в L_1 сонаправлено с внешним

Магнитные потоки в катушках равны:

$\Phi_1 = L_1 I + B n S_1$, где B - внешнее магнитное поле в данный момент времени

$$\Phi_2 = L_2 I$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд},1} = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{L_1 dI}{dt} - \frac{dB}{dt} n S_1$$

$$\mathcal{E}_{\text{инд},2} = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -\frac{L_2 dI}{dt}$$

Сопротивления в контуре нет $\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{инд},1} + \mathcal{E}_{\text{инд},2} = 0$

$$-(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} - \frac{dB}{dt} n S_1 = 0 \quad dB \cdot n S_1 = (L_1 + L_2) dI$$

$$\int_{B_0}^B n S_1 dB = -\int_{I_0}^I (L_1 + L_2) dI$$

$$-B_0 n S_1 = -(L_1 + L_2) I_0 \quad I_0 = \frac{B_0 n S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 n S_1}{7L}$$

2) $\int_{B_0}^B n S_1 dB = -\int_{I_0}^I (L_1 + L_2) dI$ в момент времени, когда ~~индукция~~ внешнего поля равна B , а ток в катушках I

$$n S_1 (B - B_0) = -(L_1 + L_2) I \quad B_0 - B = (L_1 + L_2) I$$

$$n S_1 (B_0 dt - B dt) = (L_1 + L_2) Idt$$

$$n S_1 (B_0 dt - B dt) = (L_1 + L_2) dq \quad dq - \text{заряд, прошедший за малое время } dt$$

$$n S_1 \left(\int_{B_0}^B B_0 dt - \int_{B_0}^B B dt \right) = (L_1 + L_2) dq \quad n S_1 (B_0 \tau - \int_{B_0}^B B dt) = q (L_1 + L_2)$$

$\int B dt$ равен площади под графиком $B(t)$ и равен $\frac{17}{24} B_0 \tau$

$$q (L_1 + L_2) = \frac{7}{24} B_0 \tau n S_1 \quad q = \frac{7 B_0 \tau n S_1}{24 (L_1 + L_2)} = \frac{B_0 \tau n S_1}{24 L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{B_0 n S_1}{7L}; 2) \frac{B_0 n S_1 \tau}{24 L}$$



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!

5.1) Изображение источника в линзе находится на расстоянии a от линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{d} \quad - \text{формула тонкой линзы}$$

$$d = \frac{aF}{a-F}$$

Это изображение является источником для шара, который дает изображение на расстоянии d' от линзы. Изображение этого изображения в линзе совпадает с источником только при $d' = d$ т.е. все ~~лучи~~ ^{отражения} из первого изображения после ~~выхода~~ ^{отражения} из шара возвращаются в ту же точку.

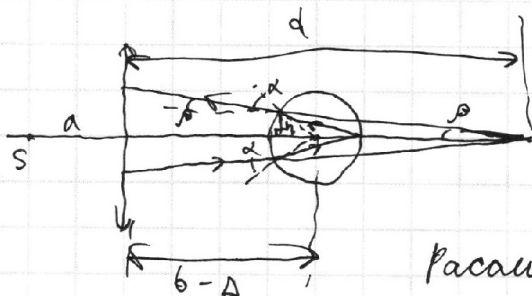
При любом показателе преломления такое возможно, только если $d = d' = b + R$, т.е. первое изображение находится в центре шара

~~$$b + R = \frac{aF}{a-F}$$~~

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b+R}$$

$$F = \frac{a(b+R)}{b+R-a} = \frac{8}{3} R$$

2)



Первое изображение так же находится на $d = 8R$ от линзы, ~~продолжения~~ ^{лучи} ~~а~~ ^{лучи} после шара проходят в него

Рассмотрим 1 такой луч

Пусть он падает под углом α к радиусу шара, преломляется под углом $\frac{\alpha}{n}$ к ~~радиусу~~ ^{радиусу}

Поскольку a после выхода луч приходит в ту же точку на главной оптической оси, что и до, его ход симметричен относительно этой оси

На обратную сторону он падает на ~~отражающей~~ ^{отражающей} оси

$$h = \beta \cdot (d - b + R)$$

$$h = \frac{2\alpha}{n} R$$

$$2\alpha R = \left(\frac{2}{n} - 1\right) \cdot 5R$$

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

$$\beta = \frac{h}{R} - \alpha = \frac{2\alpha}{n} - \alpha$$

$$\alpha = \frac{2\alpha}{n} - \alpha$$

$$\frac{2}{n} = \frac{10}{n} - 5$$

$$\frac{8}{n} = 5 \quad h = \frac{8}{5}$$

Ответ: 1) $\frac{8}{3} R$; 2) $\frac{8}{5}$

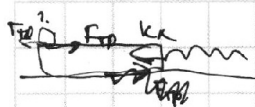


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$Ma_1 = kx - \mu mg$$

$$ma_2 = \mu mg$$

$$x = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) \quad x = \frac{\mu mg}{k} + \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k}\right) \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$\ddot{x} = -\left(\frac{kx_0}{M} - \frac{\mu g}{1}\right) \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$\dot{x} = -\sqrt{\frac{k}{M}} x_0 \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right) = 0$$

$$\sqrt{\frac{k}{M}} x_0 = \mu mg t$$

$$\frac{kx_0}{M} = \mu g \cdot \frac{\pi}{2}$$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$x_0 = \frac{\mu mg M \pi}{2k}$$

$$\left(\frac{kx_0}{M} - \frac{\mu g}{1}\right) \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \mu g$$

$$\cos\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \frac{\mu Mg}{\frac{2}{\pi} \mu Mg - \mu mg} = \frac{2M}{\pi M - 2m}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu g}{k} \left(\frac{M\pi}{2} - m\right) \cdot \frac{2M}{\pi M - 2m} = \frac{\mu(m+M)g}{k}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} = \frac{\mu g}{k}$$

$$a_0 = \frac{kx_0 - \mu mg}{M} = \mu g \left(\frac{\pi}{2} - \frac{m}{M}\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t_0\right) = \sqrt{1 - \left(\frac{2M}{\pi M - 2m}\right)^2} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{1 - \frac{4M^2}{(\pi M - 2m)^2}}$$

$$2. P_0 V = \nu_B R T_0$$

$$P_B' V = \nu_B R T_1$$

$$P_n V = \nu_n R T_0$$

$$P_n' V = (\nu_n + \nu_B) R T_1$$

$$\nu_n = \frac{m_n}{\mu}$$

$$\nu_B = \frac{11m_n}{\mu}$$

$$\nu_n (\nu_n + \nu_B) = 12$$

$$P_n V = 12 \nu_n R T^*$$

$$P_n R T_0 \frac{P_n}{P_n} = 12 T^* \nu_n$$

$$T^* = \frac{T_0 P_n}{12 P_0}$$

$$P_n^* = \frac{12 P_n}{T_0} T^* = \frac{P_n}{25} T^*$$

$$5.1 \quad 3.5 \quad \frac{355}{25}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{31}{5}$$

$$\frac{43}{10}$$

$$49.7$$

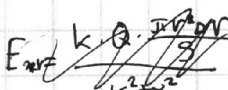
$$77 \quad 82$$

$$49 \quad 49.7$$

$$P_n' V = 12 P_n V \frac{T_1}{T}$$

$$P_n' = 12 P_n \frac{T_1}{T}$$

$$\varphi = \frac{P_n V}{12 P_n V} \frac{12 P_n T_1}{P_n' T} = \frac{74}{120} = \frac{37}{60}$$



$$3. \dot{v} = V_0$$

$$\varphi_0 q - \varphi_1 q = (\varphi_2 - \varphi_1) q$$

$$\frac{m V_0}{2} = (\varphi_2 - \varphi_1) q$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2(\varphi_2 - \varphi_1) q}{m}}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_{min}^2}{2} = (\varphi_2 - \varphi_1) \frac{q}{2}$$

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

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

$$4. \Phi_1 = L_1 I + B n S_1$$

$$\Phi_2 = L_2 I$$

$$-L_1 \frac{dI}{dt} - \frac{dB}{dt} n S_1 - L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-dB = \frac{(L_2 + L_1)}{n S_1} dI$$

$$B_0 = \frac{L_2 + L_1}{n S_1} I_0$$

$$\frac{dB}{dt} = \frac{B_0}{L_1 + L_2} \frac{dI}{dt}$$

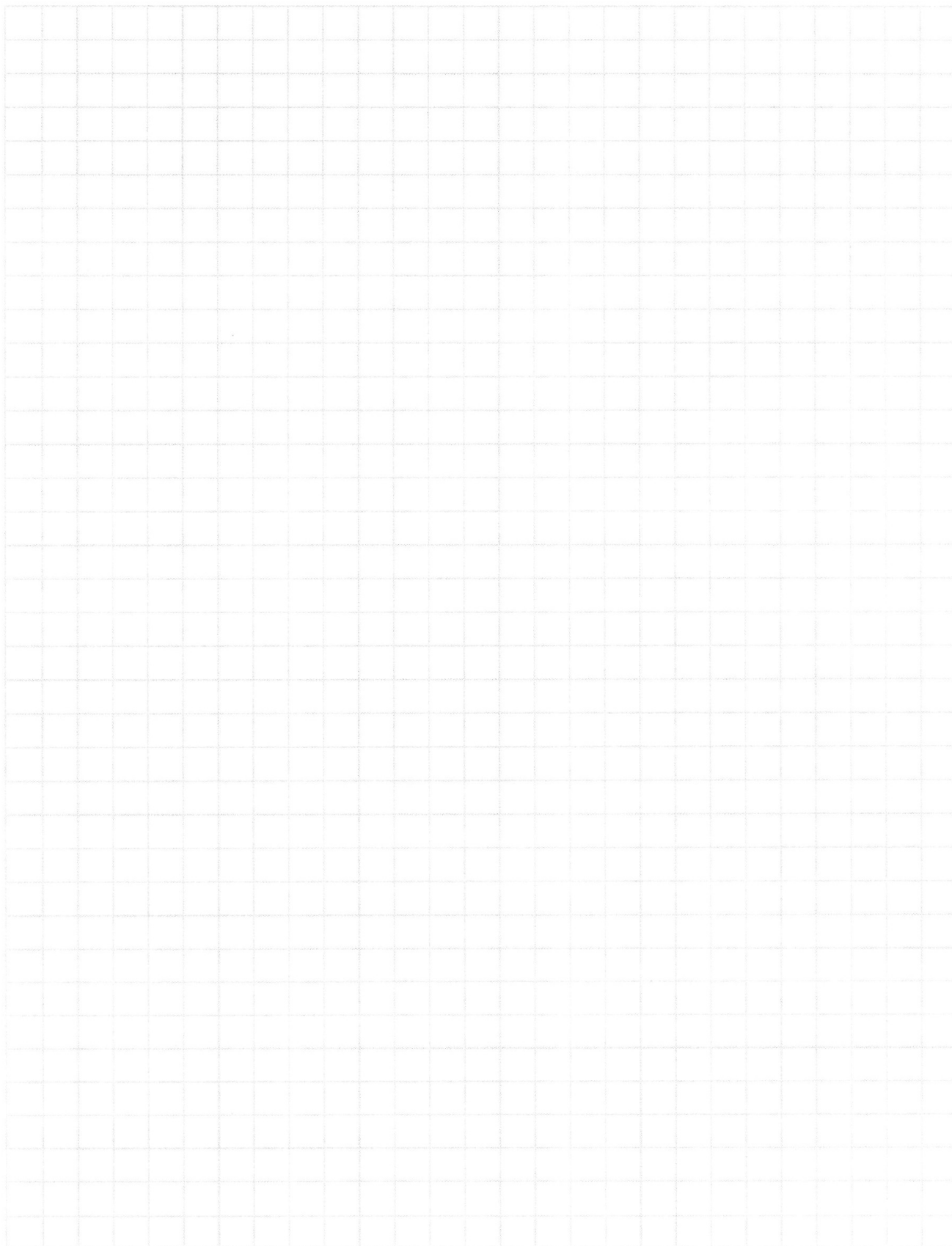


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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**.

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!

