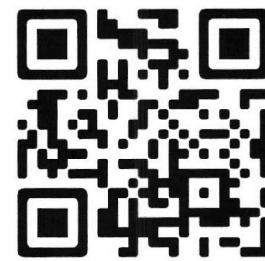




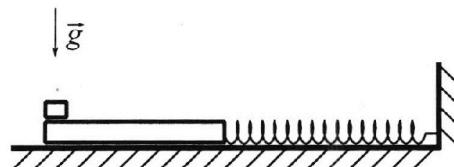
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 первого 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.

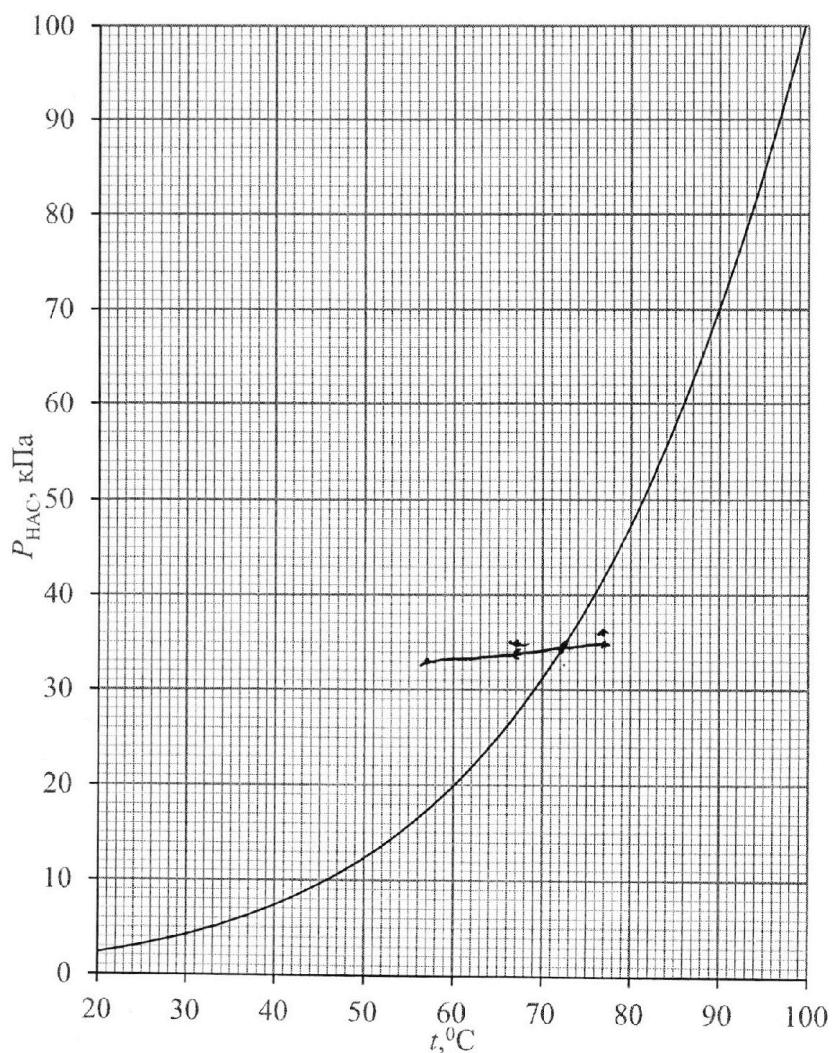


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая 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 и по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





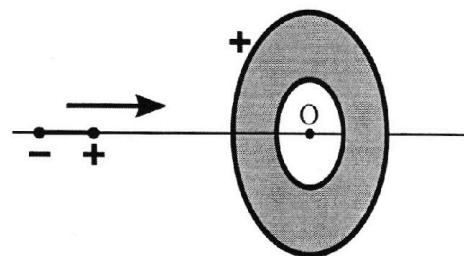
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



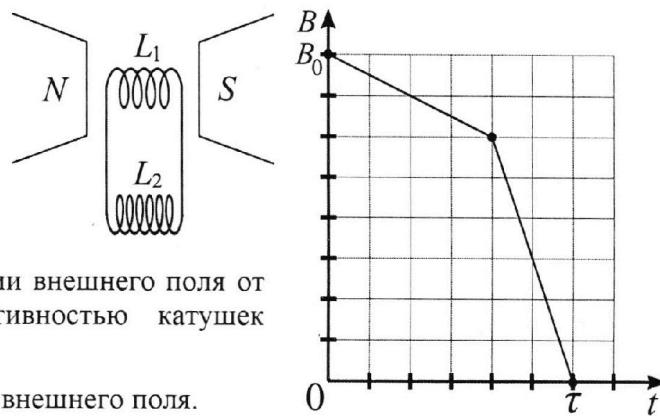
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 .



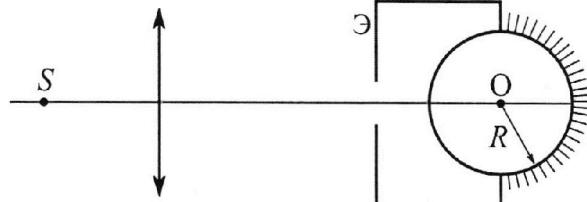
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



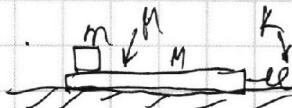
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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

№



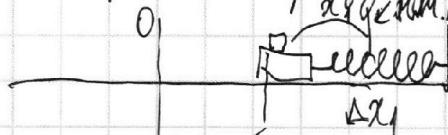
1) Установка, если бы не было трения, то доска совершила бы полусинусоиду из-за ^{изменения константы}

II з. Н. в первые мгновения: $M\ddot{x}_1 = -kx_1 - \mu mg$ ^{ее положение} $\ddot{x} + \frac{k}{M}x_1 = -\mu \frac{mg}{M}$ ^{половина будет} ^{изменено}

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad \leftarrow \quad \frac{M \cdot \omega_0^2}{k} = \frac{m}{M}$$

Мы знаем, что ускорение доски ^{на эту величину} придет ^{изменение} когда блок перестанет по ней движаться, значит:

II з. Н. $M\ddot{x}_1 = 0 \Rightarrow M\ddot{x}_1 = kx_1 - \mu mg \Rightarrow kx_1 = \mu mg$ ^{наступление}
 $x_1 = \frac{\mu mg}{k}$. Но сразу после этого ^{затемн.} добавка x_1 перестанет ^{затемн.} действовать, т.к. скорость равнотормозит



III з. Н. Он приходит в равнение ^{изменение} подвески в этот момент, то

пройдет ^{чтобы перейти к концу ускорения блока} $x_2 = a \cdot t = a \cdot \frac{1}{2} \omega_0^2 t^2 = \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{t^2}{M} = \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M}{k}$, и доска будет ^{затемн.} движением ^{изменение} блока, значит момент

половину движущий ^{изменение} движущий ^{изменение} ^{изменение} ^{изменение}

$$A_1 = \omega_0 x_2 = \omega_0 \cdot \frac{M}{k} = \frac{M}{k} \cdot \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M}{k} = \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M^2}{k^2}$$

Значит получим ^{изменение} пружины: $A_2 = \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M^2}{k^2} + \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M^2}{k^2} = \frac{1}{2} \mu g \cdot \frac{M^2}{k^2} = 0,68 \text{ M} \text{ (т.к. } 24 \text{ см})$

$$2) \text{ II з. Н.: } M\ddot{x}_0 = kx_0 - \mu mg \Rightarrow \ddot{x}_0 = \frac{kx_0 - \mu mg}{M} \leq 4,5 \frac{m}{s^2}$$

3) II з. Н.: $\mu mg = \mu mg$

$$M\ddot{x}_3 = kx_3 - \mu mg \Rightarrow \ddot{x}_3 = \frac{M\ddot{x}_3 - \mu mg}{M} = \frac{kx_3 - \mu mg}{M}$$

$$M(kx_3 - \mu mg) = \mu mg \Rightarrow kx_3 = \mu g(1 + \frac{1}{M})$$

^{изменение}
^{затемн.} $x_3 = \frac{\mu g(1 + \frac{1}{M})}{k}$ ^{затемн.} \Rightarrow ^{затемн.}

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

N2

1) По условию $m_0 = M_0$, т.е. начальные массы паров и баллонов одинаковы. Баллон полностью перешел в пар, значит

$m = m_0 + M_0 - \text{масса паров улетевших}$.

$$\Rightarrow \frac{m_0}{m} = \frac{m_0 + M_0 - m_0}{m_0 + M_0} = \frac{M_0}{m_0 + M_0} = \frac{1}{2}$$

2) Введен базисный закон Гей-Люсака-Клапейрона:

$$P_0 V_0 = \sqrt{R T_0} \quad P_0 V_0 = \rho_0 R T_0 \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{P_0 V_0} = \frac{\sqrt{R T}}{T_0 R T_0} \Rightarrow \rho = P_0 \frac{m}{m_0} \frac{T}{T_0} = 12 \frac{P_0}{T_0} T$$

важно помнить что при этом зависимость:

$$P(T) = 12 \frac{P_0}{T_0} T; \quad P_0, T_0 - \text{известны (заданы)}$$

$$\Rightarrow T_0 = (27 + 273) K = 300 K$$

$P_0 \approx 1,5 \text{ кПа}$ - из условия

Мы знаем, что в момент полета $\rho_0 = 1$, значит
продукт начального паров и конца пребывания
пересекся. $P(t) = 12 \cdot \frac{273 K}{300 K} \cdot (273 K + t) \Rightarrow P(t) = \frac{1}{10} K (273 K + t)$

Подставив несколько точек и проводя линию, получим,
что по полученному выражению уравнение в точке $\approx 72,5^\circ C$

$$3) \text{ Из } M-K: P_k V_0 = \sqrt{R T_k}$$

$$\Rightarrow \frac{P_k V_0}{P_0 V_0} = \frac{m}{m_0} \frac{\sqrt{R T_k}}{\sqrt{R T_0}} \Rightarrow P_k = P_0 \frac{m}{m_0} \frac{T_k}{T_0} = 2,5 \text{ кПа} \cdot 12 \cdot \frac{370 K}{300 K} = 37 \text{ кПа}$$

и из у. Рутт $P_H - \text{давление паровоздушной смеси } 97^\circ C \text{ равно } 91 \text{ кПа}$

$$\Rightarrow \frac{P_k}{P_H} = \frac{37 \text{ кПа}}{91 \text{ кПа}} = \frac{37}{91}$$

Ответ: 1) 12; 2) $72,5^\circ C$, $\frac{37}{91}$.



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 checked="" 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!

\vec{F}



№3

1) Задачами, что на протяжении всего пути заряду будут уменьшать скорость земля, поэтому скорость v неизбежно уменьшится из-за действия уединенной волны винта приведен через конвекцию и удалился снять на бесконечность.

и на на протяжении и на удалении, и в силу симметрии она будет одинакова. $\Rightarrow A = \frac{1}{2} M v^2$

Значит $A = \frac{1}{2} M v^2$ масса, момент

если уменьшить заряд, то и работа уменьшится в 2 раза,

т.к. $dA = F dx$, а $F \sim d$.

При этом же времени до средины $\frac{1}{2} M v^2$ действует

$$\Rightarrow 30\%: \frac{1}{2} A = \frac{1}{2} M v_0^2 - \frac{1}{2} M v^2 \Rightarrow A = M(v_0^2 - v^2) \Rightarrow \frac{1}{2} = v_0^2 - v^2 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} v_0^2 = v_0^2 - v^2 \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2}$$

2) Минимум будет при остановки земли

на бесконечность, но уже в другую сторону.

$$\text{или аналогично п.1: } \frac{1}{2} A = \frac{1}{2} M v^2 - \frac{1}{2} M v_k^2 \Rightarrow v_k = 0$$

значение

в силу симметрии

$$\Rightarrow M = v_0 - v_k = v_0$$

Ответ: 1) $\sqrt{v_0^2}$; 2) v_0 .

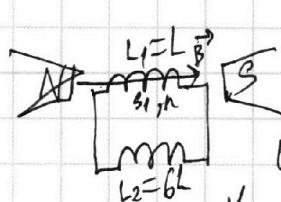


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 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!



1) При начальном положении катушки явление индукции, в катушке L_1 , возникает ЭДС. Из-за изменения начального поля, а следовательно заменяется земной магнитная силы индукции.

$$E = L_1 I_1 + L_2 I_2 \Rightarrow I_1 = I_0 - m. \text{ Так один во всей цепи}$$

$E = \Phi = n B S_1$ - из формулы индукции и током производящей катушкой L_1

$$\Rightarrow -n \frac{dBS_1}{dt} = (L + 6L) \frac{dI}{dt} \Rightarrow -n \frac{dBS_1}{dt} = 7L \frac{dI}{dt} - \text{все исчезают}$$

$$7L I_0 = n B_0 S_1 \Leftrightarrow -n B S_1 = 7L I_0 \Leftrightarrow \text{изменение } d\Phi \text{ и } dI \text{ постоянны}$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{n B_0 S_1}{7L}$$

2) Ищем из п.1 $7L I = n B S_1$, но $I = \frac{dq}{dt}$, поэтому $7L \frac{dq}{dt} = n B S_1$, просто просуммировать не получится т.к. в зависит от t , но из графика мы можем легко заметить, разрыв зависимости на два участка, и просто посчитать раздельно над участками.

$$\sum B dt = B_0 \left(1 + \frac{3}{4} \right) \cdot \frac{2}{3} \tau + \frac{1}{2} B_0 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} \tau = B_0 \tau \left(\frac{4}{4} \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} \right) =$$

$$= B_0 \tau \left(\frac{8}{12} + \frac{3}{12} \right) = B_0 \tau \frac{31}{12}$$

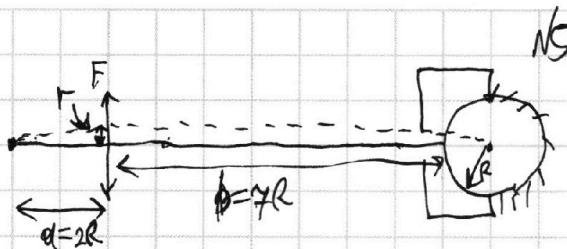
$$\Rightarrow 7L \frac{dq}{dt} = n S_1 \cdot \frac{31}{12} B_0 \tau \Rightarrow q = \frac{31}{166} \frac{n B_0 \tau S_1}{L}$$

Ответ: $\frac{31}{166} \frac{n B_0 \tau S_1}{L}$

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
1 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!



N5

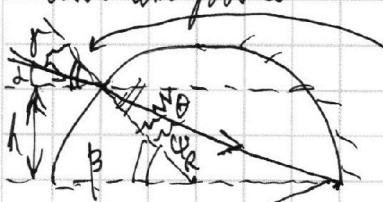
1) **Вывод** Если изображение совпадет с источником при любом расположении источника, то из этого можно сделать вывод, что луч должен проходить сквозь центр, а источник он просто отклоняется куда и сколько не будет дополнено. В результате, если лучи через центр он отражается обратно и создает изображение в точке предмета при любой обратимости лучей.

Понята восходящая призрачность тонкой линзы!
Но вот если луч проходит сквозь центр, тогда:

$$F = \frac{1}{d} + \frac{1}{b+R} \Rightarrow F = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{5}{8R} \Rightarrow F = \frac{5}{8R}$$

2) Теперь при таком же прохождении через центр, но чтобы он оказался в точке источника нужно отнять восходящую призрачную обратимость лучей. Рассматриваем все варианты, заметили, что луч, который отразится от задней стеклянной шаровой линзы на ось будет направлен сам себе, а значит он нам подходит.

Рассмотрим этот случай детальнее:



Из геометрии Т.к. мы знаем, что для луча сразу после линзы направлена по линии $b+R$ считая от оси линзы, то $\tan \alpha = \frac{r}{b+R}$. Значит что он учен краем только $3\pi/4$ по горизонтали $\Rightarrow h = r - 3R \cdot \tan \alpha = \frac{r}{b+R}$.

Из геометрии $\sin \beta = \frac{r}{h}$. Восходящая призрачность

$\Rightarrow \sin \beta = h \sin \psi - h \sin \alpha = \frac{r}{b+R} \approx \frac{r}{b} = \frac{r}{h} \psi$. Теперь все прошагнуто:

$$\beta - 2 = h (\beta - \alpha)$$



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
2 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!

$$\frac{h}{R} - \frac{r}{8R} = n\left(\frac{h}{R} - \frac{h}{2R}\right) \Rightarrow \frac{1}{R}\left(\frac{9}{8} - \frac{1}{2}\right) = n\left(\frac{5}{8}\right)\left(1 - \frac{1}{2}\right)$$
$$\frac{1}{2} = n \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow n = 1,6$$

Ответ: 1,6 R ; R) 1,6.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

~~РД~~ ~~$\frac{P}{P_0} = \frac{\rho R T}{\rho_0 R_0 T_0} \Rightarrow \frac{P}{P_0} = 12 \frac{T}{T_0}$~~

$P \approx 2,5 \text{ kPa}$

$P = 2 \cdot \frac{30 \text{ кг/м}^3}{273 \text{ К}} T$

~~$12 - \frac{2,5}{3000} (273 + t)$~~

~~$\frac{2,5}{273} = 12 \cdot \frac{300}{300}$~~

~~$12 (273 + t) \cdot 330$~~

~~$12 (273 + 64) \cdot 330$~~

~~$12 (273 + 42) \cdot 330$~~

$Ldg = B_0 Bolt$

~~$B = B_0 - \frac{1}{3} B_0 t$~~

$B_1 = B_0 - \frac{1}{3} B_0 t = B_0 - \frac{2}{3} B_0 t$

$B = B_0 - \frac{1}{3} B_0 t$

$B = \frac{2}{3} B_0 t$

$B = \frac{1}{2} B_0 t$

$B = \frac{1}{2} t$

$F = x_0 k \cos(\omega t)$

$A = M \omega^2$

$A = \frac{1}{2} M \omega^2$

$A = \frac{1}{2} M \omega^2 - \frac{1}{2} M \omega^2$

$\frac{1}{2} M \omega^2 = U_2 - U_1$

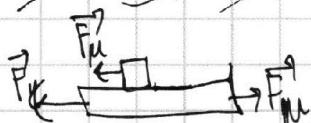
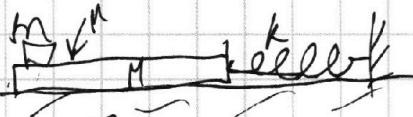


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$\frac{F_k}{m} = \frac{V_0}{R T} \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{P} = \frac{m_0 T_0}{m + m_0}$$

$$k x_0^2 = (M+m) \omega^2$$

Mass $F_k = m \omega^2 x_0$

$$x = x_0 \cos(\omega t)$$

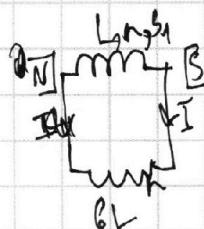
$$F = k x_0 \cos(\omega t)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$F_{dt} = M \ddot{x}_0 + m \ddot{x}_0$$

$$k x_0 \sin(\omega t) = (M+m) \ddot{x}_0$$

$$\frac{1}{\omega} \left[k x_0 \sqrt{\frac{M}{M+m}} \right] = (M+m) \ddot{x}_0 \Rightarrow \ddot{x}_0 = F = k \frac{\omega^2}{M+m} \cos(\omega t)$$

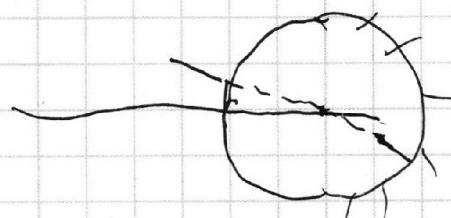
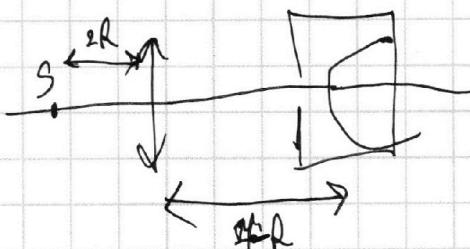


Beam β

$$\epsilon_i = \phi = h \beta S_1$$

$$\epsilon_i = \epsilon_{si} \Rightarrow N \beta S_1 = N \alpha L I + \delta L I$$

$$N \beta S_1 = \gamma L I$$



$$2\pi R = \pi R + d \Rightarrow d = \pi R$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\varphi = \frac{3}{4} \frac{\pi}{R}$$

$$\sin \varphi = \frac{\pi}{4} \frac{R}{R}$$

$$\varphi = \beta R$$

$$\varphi = \beta R$$

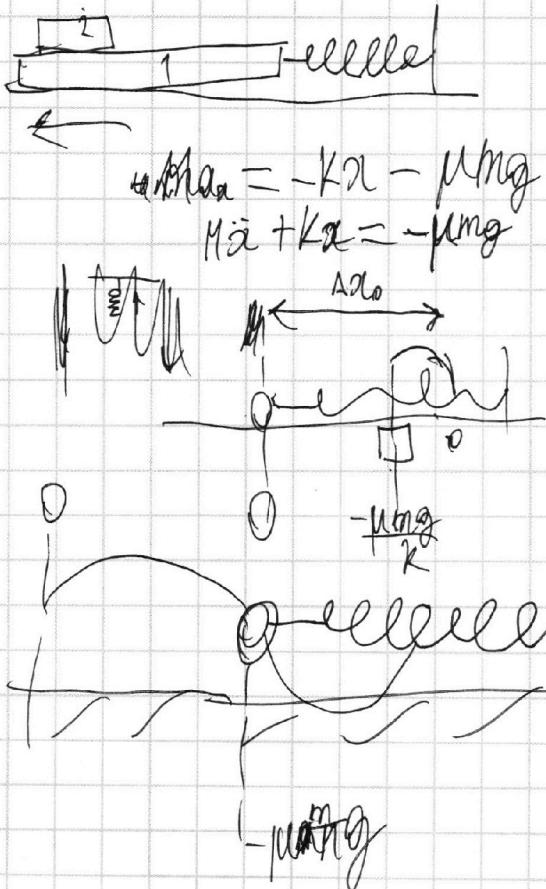
1)



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 7СТРАНИЦА
_ 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!



$$\begin{aligned} 1) \quad & M\ddot{x} = -kx - \mu mg, \quad \nu = \omega \\ 2) \quad & M\ddot{x} = ? \quad \omega_1 = \omega_2 \\ & m\ddot{x}_2 = \mu mg \\ & M\ddot{x}_1 = F - \mu mg \\ & \frac{\mu mg}{m} = \frac{F - \mu mg}{M} \\ & + \frac{\mu mg}{m} + \mu mg = \frac{kx_1}{M} + \frac{\mu mg}{M} \\ & kx_1 = \mu g(M + m) \\ & M\ddot{x}_1 = \mu mg \quad \text{that's it!} \end{aligned}$$

$$a = \mu g \cdot \nu$$

$$M\ddot{x} = \mu mg \cos(\nu t)$$

$$\begin{aligned} & \cancel{1.} \quad \cancel{2.} \quad \cancel{3.} \quad \cancel{4.} \quad \cancel{5.} \\ & \cancel{2.} \cdot \cancel{3.} \cdot \cancel{4.} \cdot \cancel{5.} \quad + \cancel{2.} \cancel{3.} \cancel{4.} \cancel{5.} \cdot \cancel{2.} \cdot \cancel{10.} \end{aligned}$$

$$\cancel{\mu mg}, \quad \cancel{0.16} + \cancel{0.16}$$

$$\cancel{\frac{2}{5}} \cdot \cancel{\frac{2}{5}}$$

$$\begin{aligned} & \cancel{5.} \cdot \cancel{0.24} - \cancel{0.3} \\ & \cancel{5.0} \cdot \cancel{0.24} - \cancel{0.3} \\ & \cancel{5.0} \cdot \cancel{0.24} - \cancel{0.3} = \cancel{-0.3} \end{aligned}$$

$$\cancel{0.16}$$



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!