

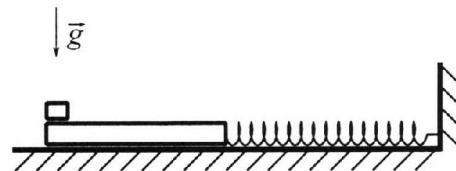
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 жесткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коеффициент 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.

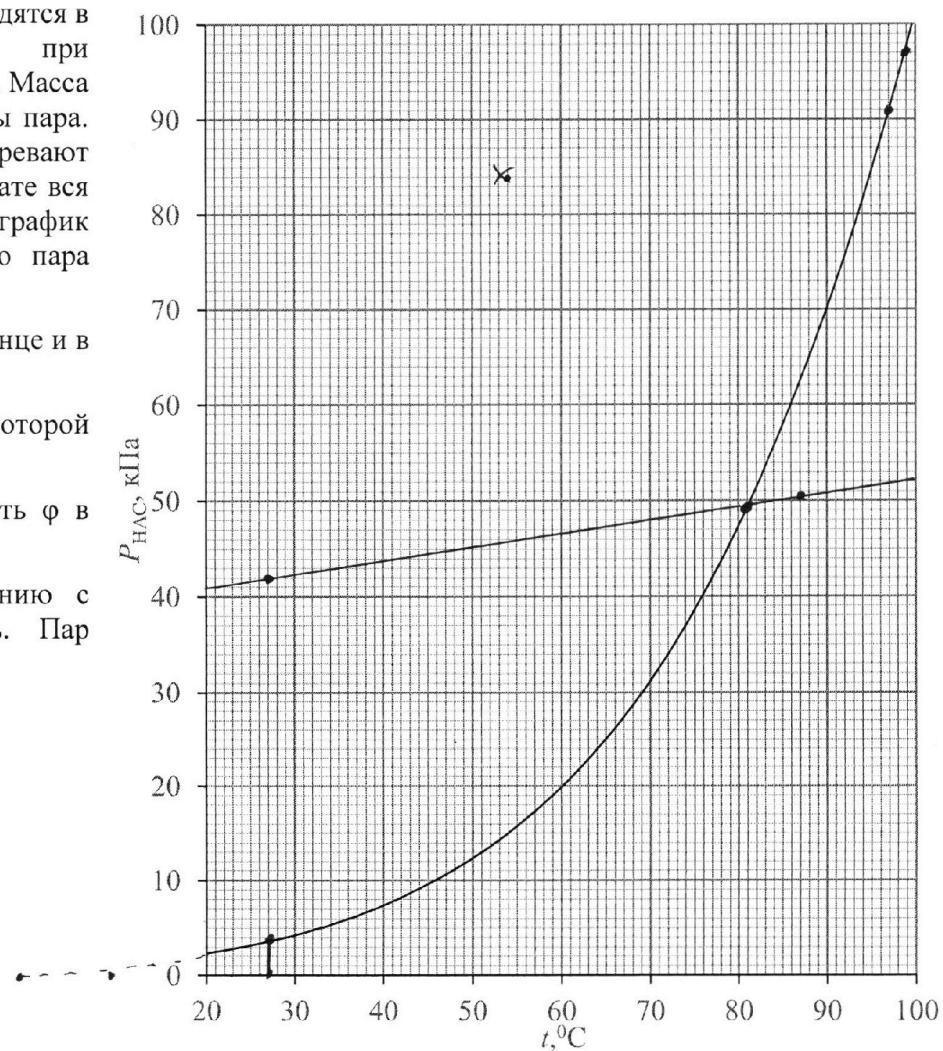


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкую воду. 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.





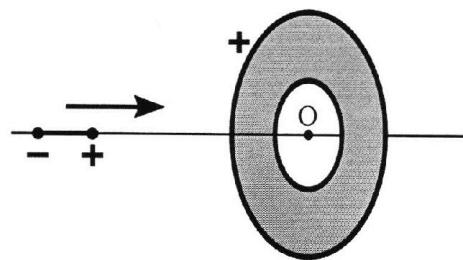
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

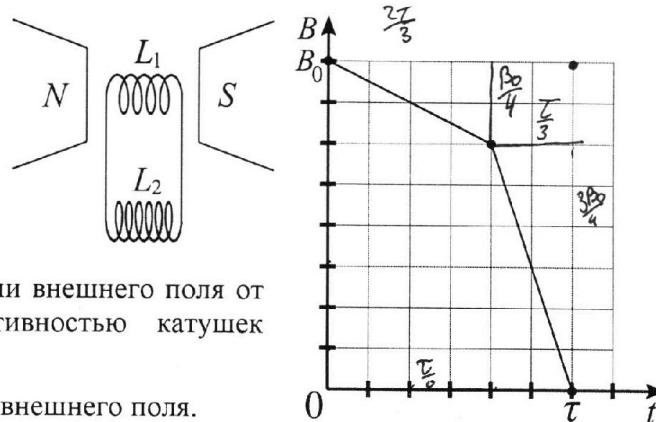
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 .



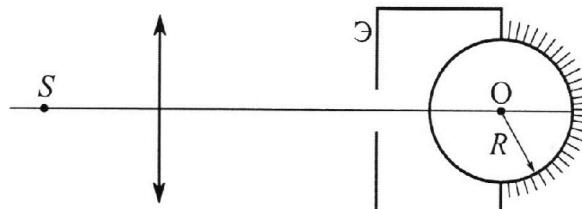
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 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 от и архитектурной 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 |
| <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!

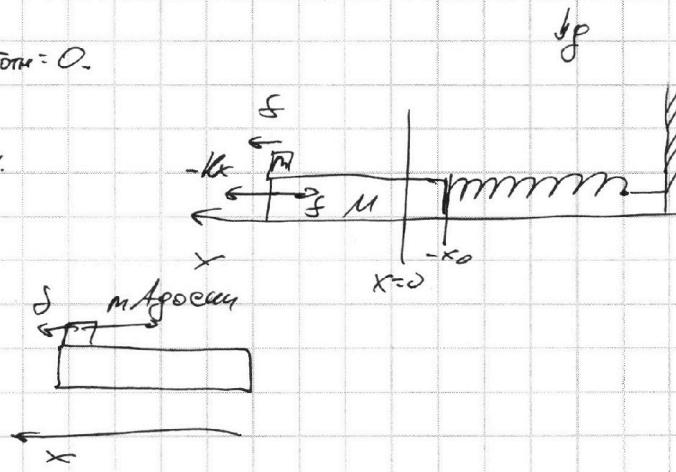
1) Весёлые Абоски $\rightarrow 0$, $\omega_{\text{отн}} = 0$.

Решение висит Абоски.

$$\text{Абоски} = -\frac{kx - s}{m}$$

На брусе:

$$\text{дот}_M = \frac{f - m\text{Абоски}}{m}$$



~~т - Абоски. Если сила инерции на брусе не действует, а общ. движение есть, то сила трения тоже не действует!~~

$$\text{дот}_M = 0 \rightarrow f - m\text{Абоски} = 0$$

~~На брусе действует только тяжесть грузика. $A \neq 0; x = 0$, следовательно $kx = 0$.~~

$$1) \text{дот}_M = 0 \rightarrow f = m\text{Абоски}. \text{Абоски} = -\frac{kx}{m} - \frac{\text{Абоски}m}{m} \rightarrow \text{Абоски}(m+1) = -kx$$

$$\text{Абоски} = 0 \Rightarrow kx \approx -f, x \approx -\frac{f}{k}. \text{Поэтому } f = mg,$$

$$\text{Абоски} = x = -\frac{k}{m}x - \frac{mg}{m}. x = \tilde{x} = \frac{mg}{k}$$

$$\tilde{x} = -\frac{k}{m}\tilde{x} - \frac{mg}{m}. \text{Гармон. колебание, } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x(0) = -x_0 = \tilde{x}_0 - \frac{mg}{k}$$

$$x(t) = (\tilde{x}_0 - x_0) \cos \omega t + \frac{mg}{k}$$

$$\omega_{\text{отн}} = \omega g, \text{Абоски}, v = \omega x + \omega \text{Абоски} = \text{Абоски}$$

$$v(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{mg}{k} - x_0 \right) (-\omega \sin \omega t) = \frac{-mg}{k} \omega \sin \omega t$$

$$\cos \omega t = 0 \quad (A = 0), \sin \omega t = 1, \omega \left(\frac{mg}{k} - x_0 \right) = \frac{-mg}{k} \omega$$

Общ. движение гармонического \rightarrow Ген. движение под действием единой массой $(M+m)$, Абоски = Абоски = 0.

Значит, $x = 0$

$$\text{дот}_M = 0: A = mg$$

движение есть одна ген.

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"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

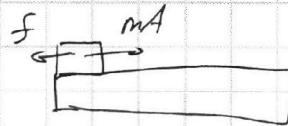
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

x либо 0, либо $-\frac{\mu mg}{k}$. $-\frac{\mu mg}{k}$ ~~замедл~~ \rightarrow ~~замедл~~ \rightarrow $x_0 = -\frac{\mu mg}{k}$.

$$1) \boxed{x = -\frac{\mu mg}{k}} : \text{Угол} = 0$$

$$A_0 = +\frac{kx_0}{m} = \mu g$$



$$\text{Далее движение } \dot{x}_0 = 0 = \int \ddot{x} dt = \text{Уброс} \rightarrow \ddot{x}_{\text{брос}} = \mu g t. \quad \ddot{x} = v(t)$$

$$2) \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k}\right) \sin \omega t = \mu g t$$

$$A = 0 - \cos \omega t = 0 - \sin \omega t = \pm 1$$

Важнее следующее \Rightarrow 0!

$$x_0 = \mu g \left(\frac{t}{\omega} + \frac{\pi}{2} \right) / \sqrt{\frac{m}{k}} \approx 0,32 \text{ c}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{2} \rightarrow t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \approx$$

$$\frac{3}{2} \sqrt{\frac{2}{50}} = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ c}$$

$$\omega x_0 + \omega \frac{\mu mg}{k} = \mu g t.$$

$$\frac{\pi}{2} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ c}$$

$$x_0 = \mu g \left(\frac{t}{\omega} + \frac{\pi}{2} \right) = \mu g \left(\frac{\pi}{2\omega} + \frac{\pi}{2} \right) = \mu g \left(\frac{\pi m}{2k} + \frac{\pi m}{2} \right) = \frac{\mu g}{2k} (\pi M + 2m) \approx 0,24 \text{ m} \text{ по модулю.}$$

$$2) A_0 = + (2x_0 + 3) = + 6 \text{ m/c}^2$$

$$3) \ddot{x}(t) = \omega \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) \sin \omega t. \quad x(t) = f \left(\frac{\mu mg}{k} - x_0 \right) \cos \omega t - \frac{\mu mg}{k} = -\frac{\mu mg}{k}$$

$$v = \omega \left(x_0 - \frac{\mu mg}{k} \right) =$$

$$\cos \omega t = 0 \rightarrow \sin \omega t = 1$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$= \sqrt{\frac{k}{m}} \left(\frac{\mu \pi M}{2k} + \frac{\mu \pi m}{k} - \frac{\mu mg}{k} \right) = \frac{\mu \pi g}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \approx 4,5 \cdot \frac{1}{5} = 0,9 \text{ m/c}$$

$$\text{Отсюда: 1) } 0,06 \text{ m} = \frac{\mu mg}{k}$$

$$2) 0,9 \text{ m/c}^2 = \frac{\mu g}{2k} (\pi M + 2m)$$

$$3) 0,9 \text{ m/c} = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

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
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!

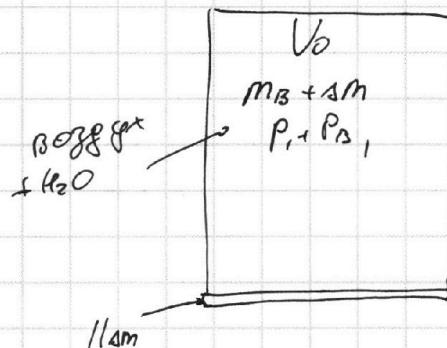
sm - масса пары до нагрева

mb - масса воздуха

V0 - объём сосуда.

Нагрев: $V \approx \text{const}$ при **воздухе**

$$\frac{P_B}{T_0} = \frac{P_B}{T}$$



После испарения масса пара 12 sm, то: sm.

$$1) \frac{12 \Delta m}{\Delta m} = 12.$$

2) Выполнено испарение \rightarrow в этот момент пар всё еще насыщенный. $P_1 V_0 = n_1 R T_0$

$$P_2 V_0 = 12 n_1 R T^*$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_0}{12 T^*}, P_1 \text{ и } P_2 \text{ - давление насыщенного пара в состояниях}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{12 T^*}{T_0} = P(T^*). \text{ Найдём } T^* \text{ при этом.}$$

$$P(T^*) = 12 \frac{P_1(T_0)}{T_0} \cdot T^* - давление парообразования сухого пара.$$

$$K = \frac{12 P_1}{T_0}, P_1 \approx 3,5 \text{ кПа. } \frac{12 P_1}{T_0} \approx \frac{12 \cdot 7}{2 \cdot 27} \frac{\text{кПа}}{\text{°C}} = \frac{42}{54} \frac{\text{кПа}}{\text{°C}} = 0,77 \frac{\text{кПа}}{\text{К}}.$$

Найдем температуру на границе парообразования: $1.424 \text{ К} - 27 \text{ °C}$
 $2.84 \text{ кПа} - 56 \text{ °C}$

$$P = 0,77 T(K). \text{ Найдем температуру на границе парообразования: } 1.27 \text{ °C} = 300 \text{ K} : 42 \text{ кПа}$$

$$2.87 \text{ °C} = 360 \text{ K} :$$

$$42 \text{ кПа} \cdot 1,2 = 50,4 \text{ кПа. Переходим к } T^* \approx 81 \text{ °C, } P_2 \approx 49,5 \text{ кПа.}$$

3) $Q = \frac{P_{\text{пара}}}{P_{\text{нас}}} \cdot P_{\text{нас}}$. Пар считаем идеальным газом; испарение заменим:

$$\frac{P_2}{T^*} = \frac{P_3}{T}, P_3 = P_2 \frac{T}{T^*}, P_{\text{нас}}(T) \approx 31 \text{ кПа из графика. } P_3 \approx \frac{370}{354} \cdot 49,5 \text{ кПа} \approx \frac{185 \cdot 50 \text{ кПа}}{177 \cdot 31} \approx 1,045 \cdot \frac{1}{1,82} \approx 0,57. \text{ Ответ: 2) } 81 \text{ °C}$$

$$3) 0,57$$

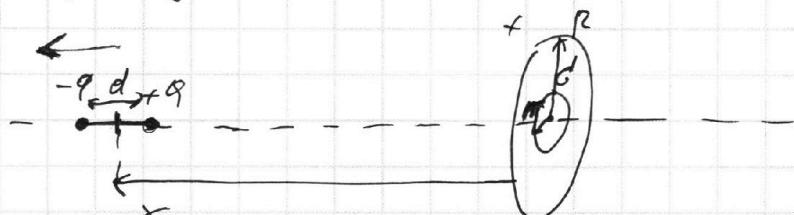
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

СТРАНИЦА
1 из 2

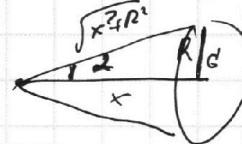
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Найдём выражение для потенциала dipole в виде диска. (меню dipole-d)

Радиус диска: R_{dR} ,
 $R_d = r$.



$$E(x) = k_d \cdot R(x), \text{ где } R - \text{расстояние от центра диска до оси}$$



под которым находится с координатой x виден диск.

$\Delta R = 2\pi(1 - \cos\theta)$, где θ - угол полуугла между радиусами.

$$\cos\theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$\Delta R = 2\pi \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right). \quad E(x) = k_d \cdot 2\pi \left(x - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} + 1 + \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right) =$$

$$\frac{Gx}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right) = -\frac{d\phi}{dx}.$$

~~$$\frac{Gx}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}}\right)$$~~

Учитывая что $\frac{d\phi}{dx}$ не является константой, чтобы избавиться от интегрирования этой строки, примем $d\phi \ll d\phi$ и получим

($d \ll R, r$). Тогда $W_{\text{диполе}} = q \left(\varphi(x - \frac{d}{2}) - \varphi(x + \frac{d}{2}) \right) \approx q \cdot \frac{d\varphi}{dx} \cdot d$.

$$W \approx qd \cdot \left(-\frac{Gx}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) \right) = \frac{Gxqd}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right).$$

1) Введём отвёрстие $x=0$ - ожидаему физическую соображения получим формулу: $W=0 \rightarrow \varphi = V_0$.

2) Из соображений симметрии получим формулы если, что $W_{\max} - W_{\min} = 2W_{\max}$. Найдем W_{\max} где dipole с зарядом q : ($W_x = 0$).

$$\frac{\sqrt{x^2 + R^2}}{2\epsilon_0} - \frac{\sqrt{x^2 + R^2}}{2\epsilon_0}$$

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

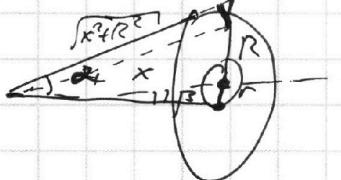
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

$$\frac{6gd}{2E_0} \cdot \left(x \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot (x^2 + r^2)^{-\frac{3}{2}} \right) \right)_0^R = \frac{6gd}{2E_0} \cdot \left(x \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot (x^2 + R^2)^{-\frac{3}{2}} \right) \right)_0^R = \frac{6gd}{2E_0} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot (R^2 + R^2)^{-\frac{3}{2}} \right) \cdot 2R = -\frac{6gd}{2E_0} \cdot \frac{1}{2} \cdot (2R^2)^{-\frac{3}{2}} = -\frac{6gd}{2E_0} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{R} = -\frac{3gd}{2E_0} \cdot \frac{1}{R}$$

$$W = \frac{6gd}{2E_0} \cdot (\cos \beta - \cos 2).$$

$$w_x = 0, \quad -\sin \beta \frac{d\beta}{dx} + \sin \alpha \frac{d\alpha}{dx} = 0.$$



$$ctg \alpha = \frac{x}{R}, \quad (ctg \alpha)_x = \frac{1}{R} = -\frac{1}{\sin^2 \alpha} \frac{d\alpha}{dx} \Rightarrow \frac{d\alpha}{dx} = -\frac{\sin^2 \alpha}{R}$$

$$\text{Аналог.: } \frac{d\beta}{dx} = -\frac{\sin^2 \beta}{R}.$$

$$\frac{\sin^2 \beta}{R} = \frac{\sin^2 \alpha}{R}$$

$$\sin \beta = \sin \alpha \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\cos^2 \beta = 1 - \sin^2 \beta = 1 - \sin^2 \alpha \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{R^2}{(x^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\frac{1}{(x^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}} = \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{(x^2 + r^2)^{\frac{1}{2}}}.$$

$$W_{\max} = \cos^2 \beta = 1 - \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{2}{3}} \cos^2 \alpha.$$

$$\sin \beta = \left(\frac{R}{r}\right)^{\frac{1}{3}} \sin \alpha - \text{это описывает падение машины}$$

$$\text{затраты. Для q: } W_{\max} = \frac{m V_0^2}{2}.$$

$$\text{Для } \frac{q}{2}: W_{\max} = \frac{W_{\max}}{2} = \frac{m V_0^2}{4} \quad \text{значит:}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_0^2}{4} + \frac{m V_i^2}{2} = -\frac{m V_0^2}{4} + \frac{m V_i^2}{2}, \quad \text{отсюда: } \frac{V_i^2}{2} = \frac{V_0^2}{4}$$

$$V_i = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{V_i^2}{2} = \frac{3 V_0^2}{8} \rightarrow V_2 = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\text{Равнодействующая: } \Delta V = \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1).$$

Ответ: 1) V_0

$$2) \frac{V_0}{\sqrt{2}} (\sqrt{3} - 1).$$

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

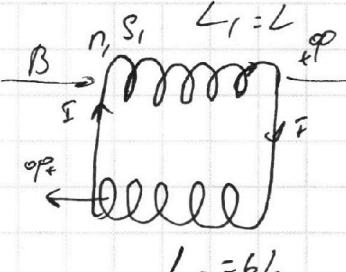
5

6

7

СТРАНИЦА
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!



Находя ток двух катушек

$$I_1 = I \quad \text{и} \quad I_2 = I$$

Из $I_1 + I_2 = I$ и $B = \mu_0 (I_1 + I_2) / 2L$ получаем

$$B = \mu_0 I / 2L$$

или

$$I = B \cdot 2L / \mu_0$$

Уменьшается $B \rightarrow$ то спираль её поддерживает.

$$7LI + BS, n = \text{const}$$

1) $B=0 \rightarrow 7LI_0 = B_0 S, n$

$$I_0 = \frac{B_0 S, n}{7}$$

2) $7LI = S, n (B_0 - B)$

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{S, n}{7L} (B_0 - B) \rightarrow dq = \frac{S, n}{2L} (B_0 dt - B dt)$$

$$q = \frac{S, n}{2L} \underbrace{\left(B_0 t - \int B(t) dt \right)}_{\int B dt}$$

Найдём по граевику.

$$\int B dt = \frac{B_0}{6} \cdot \frac{2t}{3} \cdot \frac{1}{8} + \frac{B_0 t}{12} + \frac{8B_0 t}{9} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{B_0 t^2}{6} + \frac{B_0 t}{9} =$$

$$= \frac{4B_0 t}{24} + \frac{3B_0 t}{24} = \frac{7B_0 t}{24}$$

$q_1 = q_2$, это ведь одна катушка.

Ответ:

- 1) $I_0 = \frac{B_0 S, n}{7}$
- 2) $q = \frac{7B_0 t}{24}$

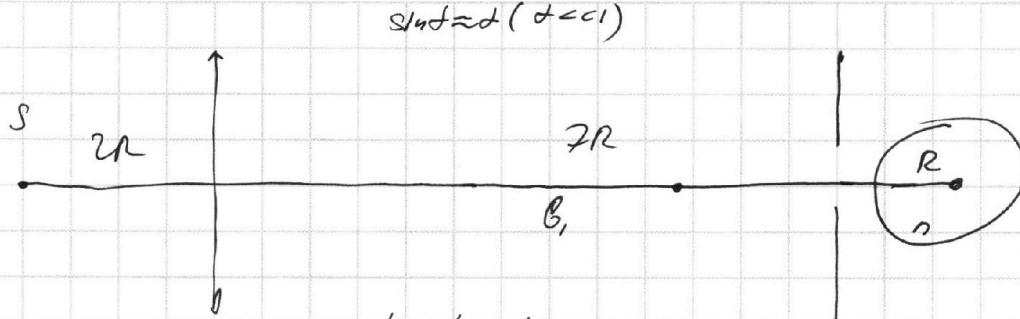


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

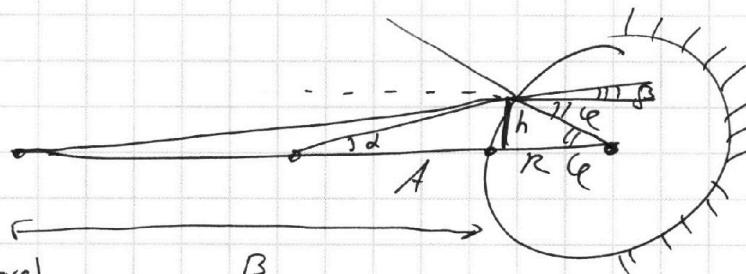
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



Уравнение вида: $\frac{1}{2R} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F}$.

Второе:



$$1(\alpha + \epsilon) = n(\beta + \gamma)$$

$$\beta \approx \frac{h}{B}, \alpha \approx \frac{h}{A}, \gamma \approx \frac{h}{R}$$

$\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = n\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{B}\right), \quad \frac{1}{A} - \frac{n}{B} = \frac{1}{R}(n-1)$. Уравнение собр. с исключениями $\rightarrow B = 3R, A = 2R - B$, B не зависит от n .

$$B = \frac{2RF}{2R-F} \rightarrow A = 2R - B = R\left(\frac{14R - 8F}{2R - F}\right)$$

$$\frac{2R - F}{14R - 8F} - \frac{n}{3} = n-1 \rightarrow \frac{2R - F}{14R - 8F} = \frac{16n-1}{3} \text{ решебник } A! \text{ Найдём } F.$$

$$2R - F = 14RC - 8FC, \text{ т.к. } F(8C-1) = R(14C-2)$$

$$F = R \frac{14C-2}{8C-1} \approx \frac{14C-2}{8C-1} \cdot \frac{14-2}{8-1} = \frac{12}{7}$$

При $C > 0, F < 2R$ получим c

Получаем $F(c)$. Видим, что c все время уменьшается. Может получиться, что $n=1$. Тогда $c = \frac{14}{8}, F = \frac{14-2}{8-1} = 2$.

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**.

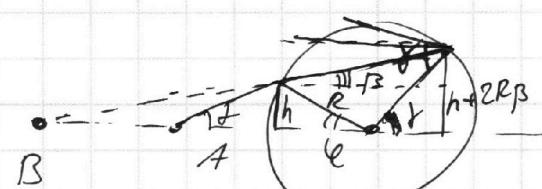
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
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!

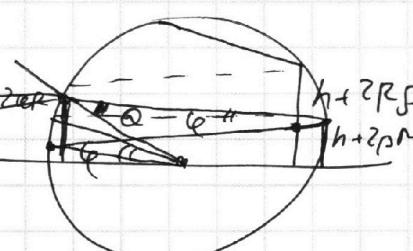
Задача ограничивающее покрытие!

$$\text{Ограничение под углом } (\vartheta - \beta) = \\ = \frac{h}{R} + \beta.$$



$$\vartheta \approx \frac{h}{R} + 2\beta$$

Когда отогнули луч имеем угол $\vartheta - 2\beta$ после ограничения, это $\frac{h}{R} = \alpha$.



$$(\alpha^*) = \frac{h - 2R(\beta + \alpha)}{R} =$$

$$\alpha + 2\beta + 2\alpha.$$

$$\alpha^* = \alpha + \beta.$$

$$\alpha = \frac{h + 2\beta R + 2\alpha R}{6}.$$

$$\beta = \frac{h + 2\alpha(R + \beta)}{2(\beta + \alpha)(n-1) - \alpha}$$

$$\alpha = \frac{h}{R}.$$

$$\vartheta + \alpha = 1/\beta + n\alpha.$$

$$(\alpha^*) = \alpha - 2(\beta + \alpha) = \alpha.$$

$$\alpha = 2n(\beta + \alpha) - \alpha - (2\beta + 2\alpha) = \\ 2(\beta + \alpha)(n-1) - \alpha.$$

$$(\beta + \alpha) = \frac{2\alpha}{n}$$

$$\beta = \frac{\alpha(n-1)}{n}, \quad \alpha = \frac{h}{A}$$

$$\frac{h}{4} - \frac{h}{R}(n-1)$$

$$\beta = 3h + \frac{h}{n} \left(\frac{2R}{A} + 2 \right) - 2(n-1)h$$

$$\beta = \frac{h + \frac{h}{n} \left(\frac{2R}{A} + 2 \right)}{\frac{2(n-1)h}{n} \left(\frac{1}{A} + \frac{1}{R} \right) + \frac{h}{R}} = \frac{1 + \frac{2R}{An} + \frac{2}{n}}{2(1 - \frac{1}{n}) \left(\frac{1}{A} + \frac{1}{R} \right) + \frac{h}{R}} = 8R, \text{ не зависит от } n.$$

Причем $n=1$.

$$\begin{aligned} & R = 3R + \frac{2R^2}{A}, \quad A = 7R - 6, \quad A = -\frac{R}{6}, \quad \alpha = \frac{4\beta R}{6}. \\ & 2R + \beta = R, \quad \beta = R, \quad A = \frac{2R}{6} = \frac{R}{3}, \quad 2R - \beta = \frac{2R}{3}. \\ & \frac{11}{22}R + \frac{3}{22}R = \frac{14}{22}R, \quad F = \frac{14}{22}R, \quad F = \frac{14}{22}R, \quad R = \frac{36R}{55}. \end{aligned}$$

2) Теперь длина $b - 1 = 3R$, сила сопротивления $\rightarrow b \geq 5R$.
Воспользовавшись выражением для β .

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!

$$B = \frac{n + \frac{2R}{A} + 2}{2(n-1)\left(\frac{1}{A} + \frac{1}{R}\right) - \frac{n}{R}} = 5R. \quad A = 7R - B_1.$$

$$\frac{4R}{86R} + \frac{1}{B_1} = \frac{55}{86R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{B_1} = \frac{12}{86R} = \frac{6}{43R}$$

$$B_1 = \frac{43R}{6}, \text{ снова (логично)}$$
~~$$A = -\frac{R}{6}, \quad \frac{1}{A} = -\frac{6}{R}$$~~
~~$$-\frac{10(n-1)}{R} - \frac{n}{R}$$~~

$$B = 5R = \frac{n+2 - \frac{2R}{A} \cdot 6}{\left(\frac{10(n-1)}{R} + \frac{n}{R}\right)} = \frac{(10-n)}{11n-1} R$$

$$5 = \frac{10-n}{11n-1} \rightarrow 55n - 5 = 10 - n$$
~~$$5 = 56n - \text{неверно...}$$~~

$$1) \text{ Для } n=1: 8R = \frac{3 + \frac{2R}{A}}{R} R \rightarrow \frac{2R^2}{A} = 6R \rightarrow A = \frac{R}{3} = 7R - B_1.$$

$$B_1 = \frac{20}{3}R. \quad \frac{1}{2R} + \frac{1}{B_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{10}{20R} + \frac{3}{20R} = \frac{1}{F} = \frac{13}{20R} \rightarrow F = \frac{20R}{13}$$

$$2) \text{ Воспользуемся выражением для } B. \quad \frac{n + \frac{2R}{A} + 2}{2(n-1)\left(\frac{1}{A} + \frac{1}{R}\right) + \frac{n}{R}} = 5R. \quad A \text{ снова } \frac{R}{3},$$

$$B_1 \text{ снова } \frac{20R}{3}.$$

$$n + \frac{8R}{R} + 2 = n + 8.$$

$$2(n-1)\left(\frac{3}{R} + \frac{1}{R}\right) + \frac{n}{R} = \frac{8(n-1)+n}{R} = \frac{8n-8}{R}.$$

$$\frac{n+8}{8n-8} = 5. \rightarrow n+8 = 45n-40. \rightarrow 44n = 48$$

$$n = \frac{48}{44} = \frac{12}{11}$$

$$\text{Ответ: 1) } F = \frac{20R}{3}$$

$$2) n = \frac{12}{11}.$$

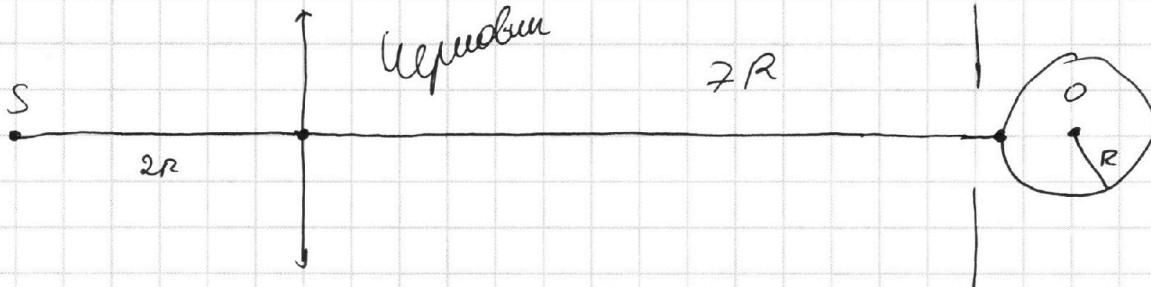
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении** каждой задачи отдельно.



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



$$1) \text{ Чудообразование вине: } \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{2R} + \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{F}.$$

Чудообразование в аще:

Чудообразование в $\frac{R}{2}$.

$$\sin(\alpha+2) = n \sin \beta. \quad \sin(\alpha+2, \beta) \approx \alpha, \beta.$$

$$\beta = \frac{\alpha+2}{n}.$$

A - расстояние от S, до шара
B - до чудообразование S₁.

$$\beta \approx \frac{h}{B}, \quad \alpha \approx \frac{h}{A}$$

$$h \approx \frac{h}{R}, \quad \frac{1}{B} \approx \frac{1}{n} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{A} \right).$$

$$\text{Фактическая поверхность: } \frac{1}{P} = (n-1) \left(\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)$$

Чудообразование минимум и совпадает с S. $\rightarrow B = 8R; A = 7R - 6$.

$$\frac{n}{8R} = \frac{1}{B} + \frac{1}{2R-6}, \quad \frac{1}{B_1} = \frac{2FR}{2R-F}.$$

$$B_1 = R \left(7 - \frac{2F}{2R-F} \right) = R \cdot \frac{14R-8F}{2R-F}.$$

$$\frac{n}{8} = 1 + \frac{2R-F}{14R-8F}.$$

$$\Rightarrow n = 8 + \frac{8(2R-F)}{14R-8F} = \text{const}(F).$$

$$\frac{n}{8} - 1 = \frac{R}{2R-6} \rightarrow \frac{2R-6}{R} = \frac{8}{n-8} = 7 - \frac{6}{R} \rightarrow \frac{6}{R} = 7 - \frac{8}{n-8} = \frac{7n-72}{n-8}$$

$$6 = \text{const}(n), \text{ т.е. зависит только от энту.} \quad \frac{7n-72}{n-8} = \text{const}(n) \rightarrow \frac{7n-72}{n-8} = 6 \rightarrow 7n-72 = 6(n-8) \rightarrow 7n-72 = 6n-48 \rightarrow n = 24.$$



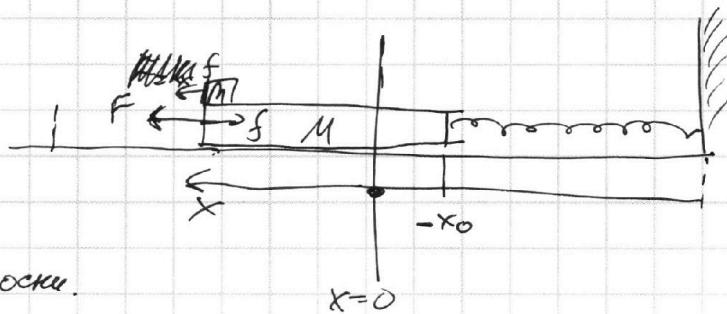
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из __

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!

$$F = -kx.$$



1) Перейдёт в НИСО пока.

Магнит = F_f , где f - сила тяжести, Аксес = A - генератор аксес.

$$MA = -K_{x-f} \rightarrow A = -\frac{K_{x-f}}{M}$$

$$\text{Торг: } \alpha_{\text{пруса}} = \frac{f - MA}{m} = \underline{\underline{\alpha_{\text{ори}}}}$$

Когда $\alpha_{\text{отн}} = 0$: $f = mA$. Тогда для $A = -\frac{kx + f}{m}$:

$$A = -\frac{k_x}{m} - A \frac{m}{k_x} \rightarrow A \left(\frac{m+k_x}{k_x} \right) = -\frac{k_x}{m} \rightarrow A = -\frac{k_x}{m+m}.$$

so $x=0$: $f = \mu mg$. Blauwert für $x=0$, $V_0 = 0$, $P_{0H} = \frac{f}{m}$.

$$g_0 x=0, A = -\frac{kx + \mu mg}{\mu} = \infty.$$

$$x = \tilde{x} - \frac{um_0}{k}, \quad \ddot{\tilde{x}} = -\frac{k\tilde{x}}{M} \rightarrow \text{уп-е гар. колебания: } \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$\tilde{x} = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \quad x = \tilde{x} - \frac{m \omega^2}{k}, \quad x(0) = -x_0 = \tilde{x}_0 - \frac{m \omega^2}{k}$$

$$\tilde{x}(0) = \frac{\mu m_0}{K} - x_0 = 1, \quad \dot{x}(0) = \ddot{x}(0) = 0 = \frac{\beta}{\omega}, \quad \Rightarrow B = 0.$$

$$x = \left(\frac{m\omega}{K} - x_0 \right) \cos \omega t - \frac{m\omega}{K} = 0. \text{ В этот момент } A = -\frac{kx + f}{m} = 0.$$

$$1. \quad \cancel{d} = 0 \rightarrow x = 0 -$$

$$\frac{100}{182}$$

104,50 ¹⁸²⁰

$$\begin{array}{r}
 1045 \\
 - 860 \\
 \hline
 185
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 185,0 & 177 \\ \hline -177 & 1,045,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ - 708 \\ \hline 92 \end{array}$$

158

500
385

4 : 600
280
?

600
480

дома $\delta p_{\text{установка}} = 0$.

$$600 - 308 = 7$$

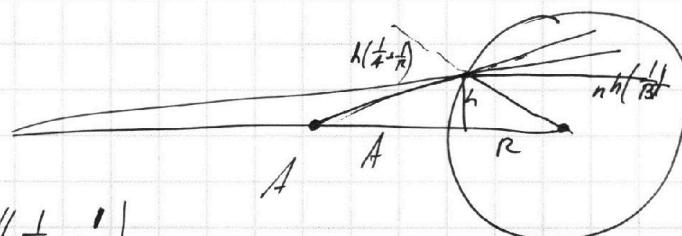
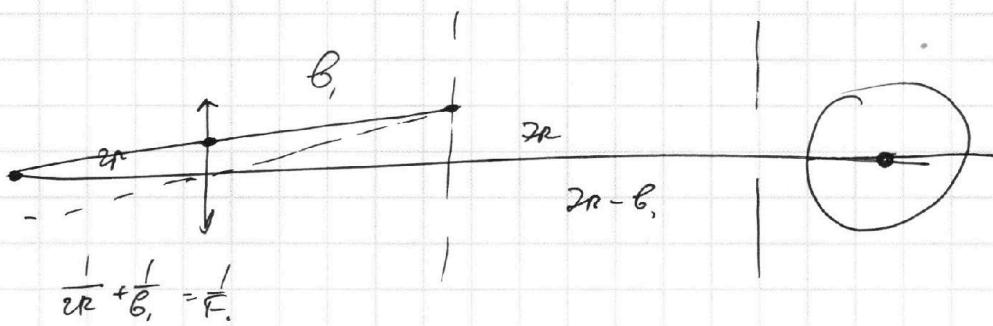
$$00 + 1192 = 1082$$



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!



$$\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{A} - \frac{1}{B} = \frac{1}{F}(n-1)$$

$$-3R - \frac{3R^2}{4} = 8R$$

$$\frac{3R^2}{4} = -12R$$

$$A = -\frac{R}{6} = 2R - B$$

$$B = \frac{42R + R}{6} = \frac{43}{6}R \Rightarrow 108R + 18R = F =$$

$$\frac{55}{86R} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{86R}{55}$$