



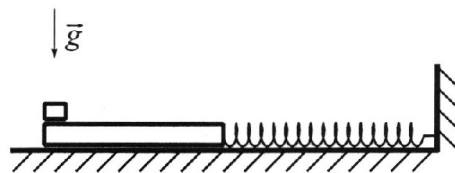
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

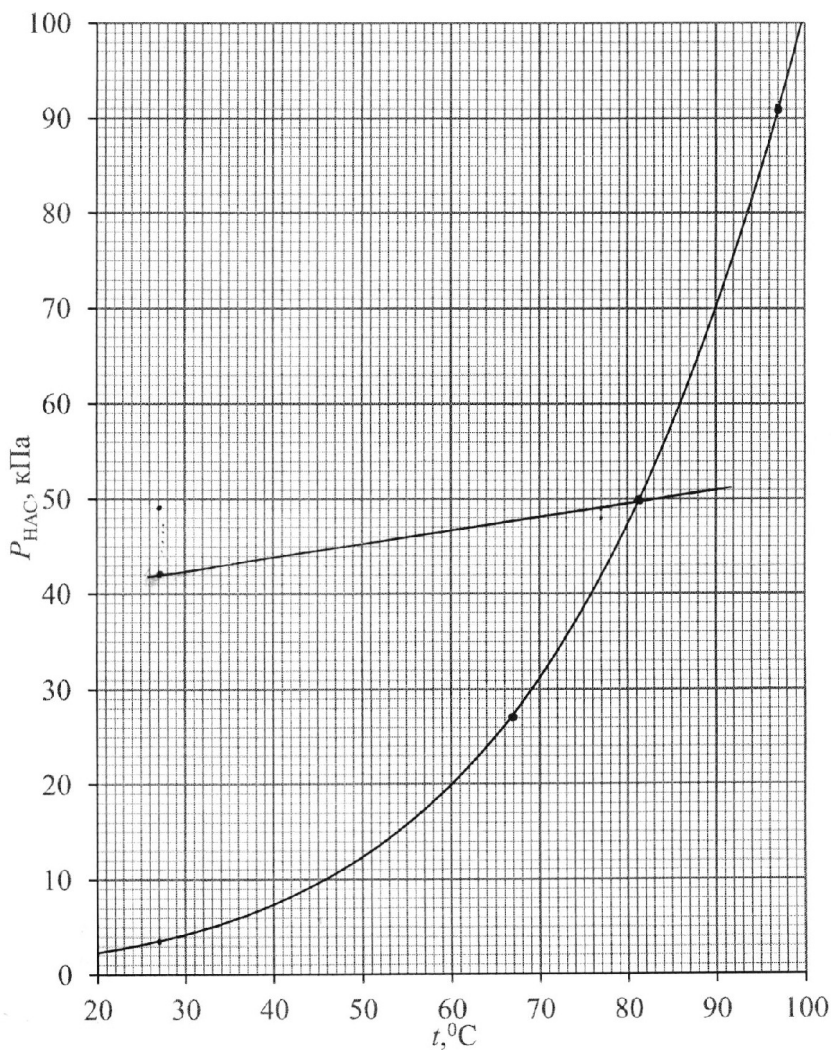
2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления 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 га за можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





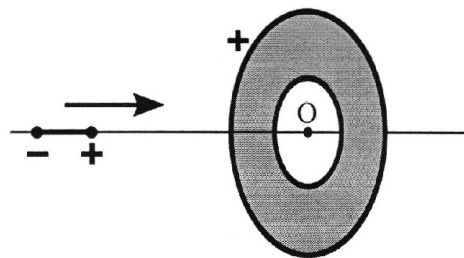
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

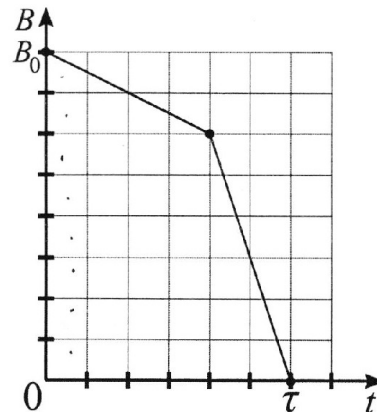
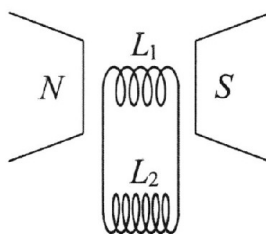


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



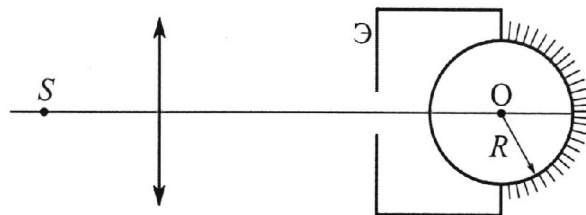
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.



✓ 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.

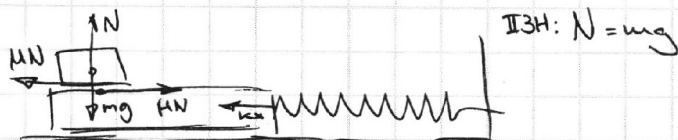


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$\text{ИЗН: } N = mg$$

1) Отн.-ое ускорение 0 $\Rightarrow$ ускорения равны

$$\mu N = \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$$

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

2) После прекращения ^{отн.-го} движения бруска система будет колебаться с $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$

В этой точке $a = 0 \Rightarrow v_{\max}$

3) После прекращения отн.-го движения бруска тут система начнёт колебаться с $\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$

В этой точке $a = 0 \Rightarrow x = 0$, т.к. колебания

$$\text{ЗСЭ: } \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{(M+m)v_{\max}^2}{2} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot \Delta x \Rightarrow \Delta x - \text{амплитуда} = \text{max. скорость}$$

$$\text{Ускорение после начала движения} = \text{ускорение в амплитуде} = \Delta x \cdot \omega_0^2 = \Delta x \cdot \frac{k}{M+m}$$

Найдём Δx :

$$\frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2} \quad \text{ЗСЭ}$$

$$\Delta x = \frac{kx^2}{k\Delta x^2} = \frac{(M+m)v^2}{k\Delta x^2}$$

$$\text{ЗСЭ для бруска: } \mu N \cdot \frac{T_0}{4} = \mu mg \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$v_{\max} = \mu g \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

от амплитуды до центра



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

9 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!

1) Т.к. в конце вся вода превратилась в пар, то из закона сохранения масс:

$$m_{\text{пара}}^{\text{к}} = m_{\text{пара}}^{\text{н}} + m_{\text{в}} = m_{\text{пара}}^{\text{н}} + 11 m_{\text{пара}}^{\text{н}} = 12 m_{\text{пара}}^{\text{н}}$$

Отсюда $\boxed{\frac{m_{\text{пара}}^{\text{к}}}{m_{\text{пара}}^{\text{н}}} = 12}$

2) 3-й Менделеева-Клапейрона для t_0 и t' :

$$\left. \begin{aligned} p(t_0) V &= \nu_{\text{пара}} R t_0 \\ p(t') V &= 12 \nu_{\text{пара}} R t' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p(t')}{p(t_0)} = \frac{12 t'}{t_0}$$

~~$$\frac{12 p(t_0)}{t_0} \cdot \frac{p(t')}{t'} = \frac{12 p(t_0)}{t_0} = \frac{12 \cdot 3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{7}{50} \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$$~~

Таким образом т. $(\text{~~p(t_0)~~, } t'; p(t'))$ принадлежит графику $p(t)$ и прямой через точку $(t_0; 12 p(t_0))$ с коэф. наклона $\frac{7}{50} \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$. Т. их пересечения находится на тем-ре $\boxed{t' = 81^\circ \text{C}}$

3) 3-й Менделеева-Клапейрона для t_0 и $t = 97^\circ \text{C}$:

$$\left. \begin{aligned} p(t_0) V &= \nu_{\text{пара}} R t_0 \\ \varphi \cdot p(t) V &= 12 \nu_{\text{пара}} R t \end{aligned} \right\} \Rightarrow \varphi \cdot \frac{p(t)}{p(t_0)} = \frac{12 t}{t_0}$$

т.к. пар не нас-й ($t > t'$)

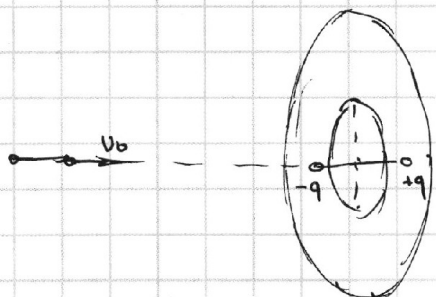
$$\boxed{\varphi = 12 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{p(t_0)}{p(t)} = 12 \cdot \frac{370 \text{ К}}{300 \text{ К}} \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{91 \text{ кПа}} = \frac{37}{65}}$$



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!



1) Распределение потенциалов и поля от-но кольца симметрично

Поэтому в центре $W_{\text{пот}} = -q\varphi + q\varphi = 0$

Найдём работу эл. поля:



Отсюда:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_y^2}{2} \Rightarrow U_y = U_0$$

Когда диполь влетает в кольцо она равна работе сил действ. на + заряд, ~~и на - заряд~~ на небольшом участке ℓ (т.к. до этого работы на + и - заряд в одной точке комп-са). Когда диполь долетит до центра то работа сил на отр. заряд компенсирует дальнюю половину участка, а на пол. ближнюю $\Rightarrow A_{\text{эл}} = 0$ в центре

2) Мин скорость достигается при влёте диполя в кольцо
Мак при вылете

Изначально диполю необходимо было иметь 0 скорость при влёте в кольцо, а дальше его втягивало, тогда если обозначить

работу за $A_{\text{эл}}$ работу до влёта диполя в кольцо:

$$2A_{\text{эл}} = -2q\varphi - \frac{m v_0^2}{2}$$

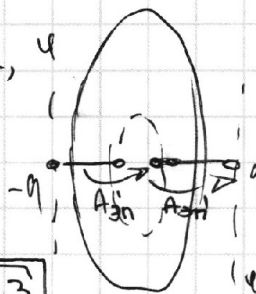
$$A_{\text{эл}} = \frac{m v_{\text{min}}^2}{2} - q\varphi - \frac{m v_0^2}{2} \cdot 2 \Rightarrow 2A_{\text{эл}} = m v_{\text{min}}^2 - 2q\varphi - m v_0^2$$

$$m v_{\text{min}}^2 - m v_0^2 = - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow v_{\text{min}} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

Пусть $A'_{\text{эл}}$ работа от влёта в кольцо до центра, φ тогда она также равна работе от центра до вылета в силу симметрии

$$\frac{m v_0^2}{2} - \left(\frac{m v_0^2}{4} - q\varphi \right) = q\varphi + \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{3 m v_0^2}{4} \Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{3}{2}} v_0 \Rightarrow \frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = \sqrt{3}$$





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!



$$1) \oint: \mathcal{E}_{\text{em}_1} + \mathcal{E}_{\text{em}_2} = 0$$

$$-\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_{\text{em}_1} = -\mathcal{E}_{\text{em}_2} = -6L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$6L \cdot \frac{di_2}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot nS_1$$

$$\text{В течение } \frac{2}{3}\tau: \frac{di_2}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{nS_1}{6L} = \frac{1/8 B_0}{\frac{2}{3}\tau} \cdot \frac{nS_1}{6L} = \frac{B_0 n S_1}{16\tau L}$$

$$\text{Поток в течение } \frac{\tau}{3}: \frac{di_2}{dt} = \frac{3/8 B_0}{\frac{\tau}{3}} \cdot \frac{nS_1}{6L} = \frac{3}{8} \frac{B_0 n S_1}{\tau L}$$

$$I_0 = \frac{2}{3}\tau \cdot \frac{B_0 n S_1}{16\tau L} + \frac{\tau}{3} \cdot \frac{3}{8} \frac{B_0 n S_1}{\tau L} = \frac{B_0 n S_1}{\tau L} \left(\frac{1}{24} + \frac{1}{8} \right) = \frac{B_0 n S_1}{6\tau L}$$

$$2) i(t) = kt \Rightarrow q(t) = \frac{k}{2} t^2 + C$$

$$\text{Or } 0 \text{ go } \frac{2}{3}\tau: q(0) = 0 \Rightarrow C = 0 \Rightarrow q(t) = \frac{B_0 n S_1}{32\tau L} \cdot t^2$$

~~q(t)~~

$$\text{Or } \frac{2}{3}\tau \text{ go } \tau: q\left(\frac{2}{3}\tau\right) = \frac{B_0 n S_1}{32\tau L} \cdot \frac{4\tau^2}{9} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{72L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q(t) = \frac{3B_0 n S_1}{16\tau L} \cdot \left(t - \frac{2}{3}\tau\right)^2 + \frac{B_0 n S_1 \tau}{72L}$$

$$q(\tau) = \frac{3B_0 n S_1}{16\tau L} \cdot \frac{\tau^2}{9} + \frac{B_0 n S_1 \tau}{72L} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{L} \left(\frac{1}{48} + \frac{1}{72} \right) = \frac{5}{144} \frac{B_0 n S_1 \tau}{L}$$



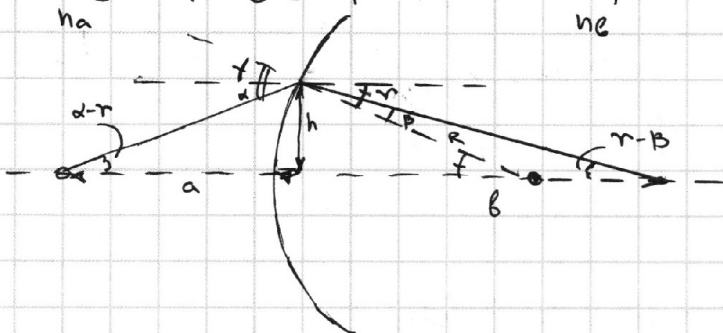
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Выведем формулу преломления на сф. пов-ти глз малых углов:



3-й счетился:

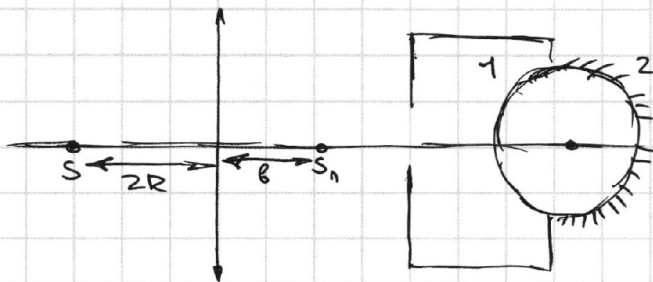
$$d = \frac{n_b}{n_a} \cdot \beta$$

$$d - r = \frac{h}{a}$$

$$r = \frac{h}{R}$$

$$\beta r - \beta = \frac{h}{R} \Rightarrow \beta = \frac{h}{R} - \frac{h}{b}$$

$$\frac{n_b}{n_a} \cdot \left(\frac{h}{R} - \frac{h}{b} \right) - \frac{h}{R} = \frac{h}{a} \Rightarrow \left[\frac{n_a}{a} + \frac{n_b}{b} = \frac{n_b - n_a}{\pm R} \right] - \text{преломление на сф. пов. (1)}$$



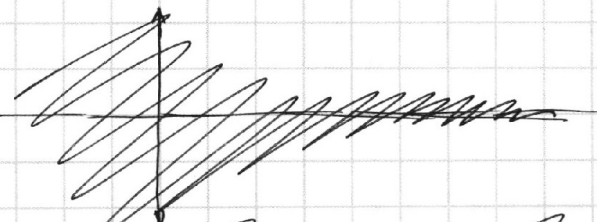
- 1) Чтобы изображение источника совпадало с источником, то это изображение в системе линза + 1-я пов-ть должно попасть в центр шара, т.к. тогда ~~то~~ после ~~от~~ изображения в зеркале оно вернется в ту же точку.

Отсюда из формулы 1: $\frac{1}{7R - b} + \frac{n}{R} = \frac{n - 1}{R} \Rightarrow b = 8R$

ФТЛ: $\frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{8R \cdot 2R}{10R} = 1.6R$

случай мнимого из-за не подойдет. т.к. там $b \infty$

~~2) Значения не добавляю~~



~~Еще раз эта ситуация возможна если в конце источник мнимый:~~

~~$\frac{1}{x} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{1.6R} \Rightarrow x = \frac{8R}{9}$~~

Это возможно если 2-е отр-е в линзе мнимое.

$\frac{1}{x} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{1.6R} \Rightarrow x = \frac{8R}{9}$ влево от линзы



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
☒

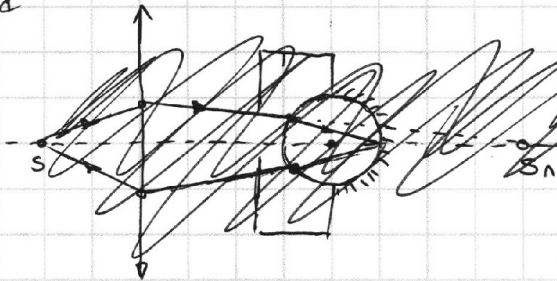
6
☐

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!

28



По принципу обратности св. лучей
лучи преломляются в системе
симметрично относительно GO , чтобы
изображение появилось в той же
точке

~~1) Источник света должен находиться в~~

2) Источник в -8R



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
☐

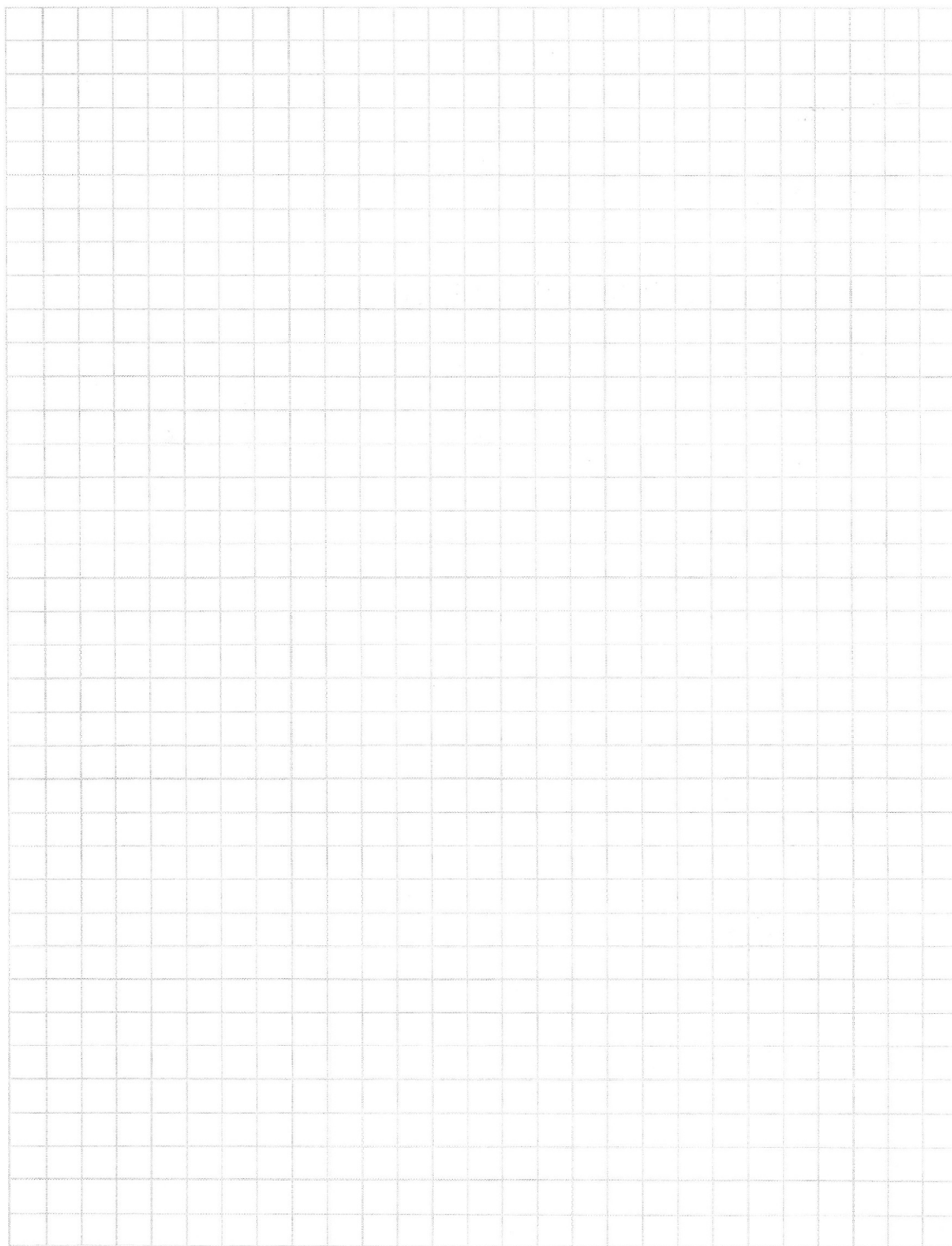
5
☐

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!



$$\Phi_1 = B_1 S_1 \cdot n$$

$$\Phi_2 = \frac{\Phi_1}{L} = \frac{\Phi_1}{L}$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{cu} =$$

$$\mathcal{E}_{cu} = - \frac{L di_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{cu} = - \frac{6L di_2}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{cu} = - \frac{L di_1}{dt}$$

$$L \frac{di_1}{dt} + 6L \frac{di_2}{dt} = 0$$

$$L \frac{di_1}{dt} + 6L \frac{di_2}{dt} = 0$$

$$L \cdot \Delta i_1 + 6L \Delta i_2 = 0$$

$$\mathcal{E}_{cu} = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \cdot \frac{di_1}{dt} \quad \Delta \Phi = L \cdot \Delta i_1$$

$$\mathcal{E}_{cu} + \mathcal{E}_{cu}^2 = 0$$

$$L \cdot \frac{di_1}{dt} + 6L \cdot \frac{di_2}{dt} =$$

$$\mathcal{E}_{cu} = + \frac{d\Phi}{dt} = - \mathcal{E}_{cu}^2 = 6L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$= 0$$

$$\frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1 = 6L \cdot \frac{di_2}{dt}$$

$$\frac{2}{3} \pi \cdot$$

$$\frac{1}{\frac{48}{24 \cdot 2}} + \frac{1}{\frac{72}{24 \cdot 3}} = \frac{5}{24 \cdot 6} = \frac{5}{144}$$

$$- \frac{1}{5R} + \frac{n}{6} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{8R}$$

$$- 1$$

$$5R$$

$$- \frac{1}{5R} + \frac{n}{6} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x} = \frac{2}{R}$$

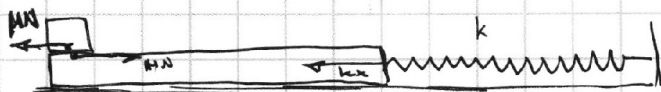


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

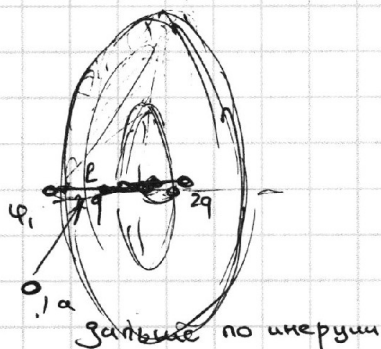
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$1) (kx = \mu Mg) = Ma = \mu Mg \Rightarrow x = \frac{\mu(M+m)g}{k} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} \text{ м} = 0,18 \text{ м}$$
$$\mu Mg = ma \Rightarrow a = \mu g$$

3.



$$-2q\varphi_1 + 2q\varphi_1 + \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V = V_0$$

$$\cancel{2q\varphi_1} = \cancel{mV_0^2}$$



$$2A_{\text{эл}} = \frac{mV_0^2}{2} + 2q\varphi_1$$

$$A_{\text{эл}} = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_1 + \frac{mV^2}{2}$$

$$\left(\frac{k}{M+m} \right) \Rightarrow \text{Пружина не сжата}$$

Пружина не сжата

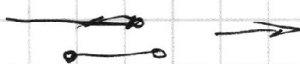
$$\left(\frac{k}{M+m} \right)$$

$$(-2q\varphi_1) = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$2A_{\text{эл}} = \frac{mV_0^2}{2} + 2q\varphi_1$$

$$A_{\text{эл}} = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_1 + \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2}$$



$$\cancel{mV_0^2} \quad \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{\text{эл}}$$

$$\frac{mV_0^2}{2}$$

$$\left(\frac{mV^2}{2} - q\varphi_1 \right)$$

$$\cancel{2A_{\text{эл}}} = \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} + \cancel{2q\varphi_1}$$

$$\cancel{mV_0^2}$$

$$2A_{\text{эл}} = -q\varphi - \frac{mV_0^2}{2}$$

$$A_{\text{эл}} = \frac{mV^2}{2} - q\varphi - \frac{mV_0^2}{2}$$

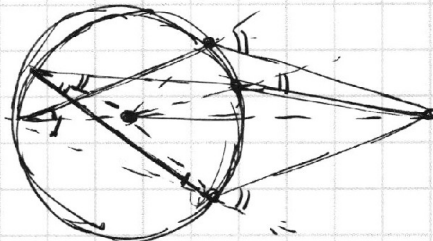
$$mV^2 - mV_0^2 + \frac{mV_0^2}{2} =$$

$$mV^2 = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$A_{\text{эл}} \quad V_0$$



$$\frac{mV_0^2}{2} - q\varphi - \frac{mV_0^2}{2} = A_{\text{эл}}$$



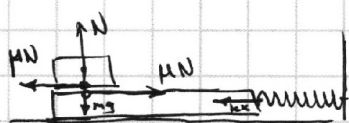


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

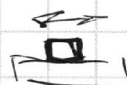
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



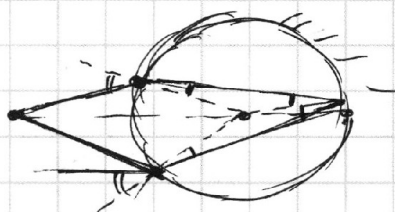
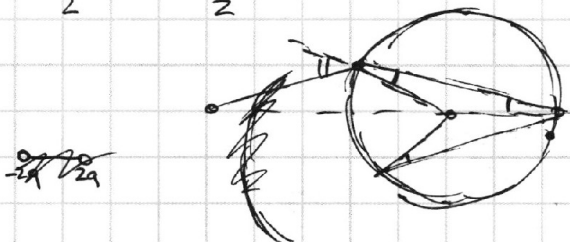
$$kx - \mu mg = Ma$$



$$1) (kx - \mu mg) = Ma = \mu Mg \Rightarrow kx = Mg(M+m) \Rightarrow \Delta x = \frac{Mg(M+m)}{k}$$

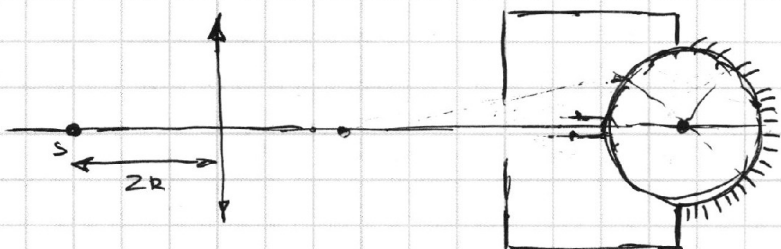
$$\mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$$

$$2) \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{(M+m) v^2}{2}$$



$$\frac{n_a}{a} = \frac{n_b}{b}$$

5.



~~1) $F = 2R$ по условию~~

4 Т.е. после абраом:

$$1) \frac{1}{2R} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{7R-b} + \frac{1}{x} = \frac{n-1}{R}$$

$$x = 2R$$

$$\frac{1}{7R-b} + \frac{1}{x} = \frac{n-1}{R}$$

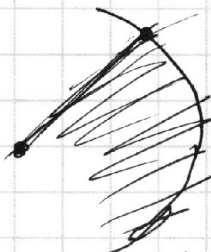
$$\frac{1}{7R-b} + \frac{n}{x} = \frac{1-n}{-R} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{7R-b} + \frac{n}{R} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{1}{8R} + \frac{n}{R} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{R}$$

$$x = R$$



$$\frac{1}{7R-b} + \frac{n}{R} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{7R-b} = -\frac{1}{R}$$

$$7R-b = -R$$

$$b = 8R$$



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!

2. Вн. воздух - $t = 27^\circ$ и вода
Нас. пар $\rightarrow$ т.к. в равновесии с насыщенностью
~~ка~~
 $m_{\text{воды}} = 11 m_{\text{пара}}$

1) Вса вода $\rightarrow$ пар $\Rightarrow m_{\text{пара}} = m_{\text{воды}} + m_{\text{пара}} = 12 m_{\text{пара}}$

$$\frac{m_{\text{пара}}}{m_{\text{пара}}} = 12$$

2) $pV = \nu_{\text{пара}} R t_0$
 $p_2 V = 12 \nu_{\text{пара}} R t^*$

~~$p_2 V = 12 \nu_{\text{пара}} R t^*$~~
 ~~$p_2 = \frac{12 \nu_{\text{пара}} R t^*}{V}$~~
 ~~$\frac{p_2}{p} = \frac{12 t^*}{t_0} \Rightarrow \frac{12 p}{t_0} = \frac{p_2}{t^*}$~~

3) $\varphi \cdot \frac{91}{3,5} = \frac{97}{27} \Rightarrow \varphi = \frac{97 \cdot 4}{27 \cdot 3,5} = \frac{370}{2457}$

3) $\varphi \cdot p_3(t) V = 12 \nu_{\text{пара}} R t_3$
 $p_2(t^*) \cdot V = 12 \nu_{\text{пара}} R t^*$



2) $p(t) V = \nu_{\text{пара}} R t$
 $p(t^*) = 12 \nu_{\text{пара}} R t^*$
 $\frac{p(t^*)}{p(t_0)} = \frac{12 t^*}{t_0}$
 $\frac{p(t^*)}{t^*} = \frac{12 p(t_0)}{t_0}$

$$12 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} = \frac{3,5 \cdot 12}{3000} = \frac{7}{50}$$

$$(t^* \approx 81^\circ \text{C})$$

3) $\varphi \cdot p(t_3) 12 \nu_{\text{пара}} R t_3$

$$\varphi \cdot \frac{p(t_3)}{p(t_0)} = \frac{12 t_3}{t_0} \Rightarrow \varphi = \frac{12 t_3}{t_0} \cdot \frac{p(t_0)}{p(t_3)} = \frac{370}{300} \cdot \frac{3,5}{91} \cdot 12 = \frac{370 \cdot 7}{5 \cdot 913} = \frac{37}{65}$$

$$m = \mu \cdot \nu$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 97 \\ \hline 370 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 127 \\ \hline 637 \\ 182 \\ \hline 1157 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 122 \\ \times 35 \\ \hline 70 \\ 35 \\ \hline 4270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 97 \\ \hline 245 \\ 315 \\ \hline 3395 \end{array}$$

3) $\varphi p_3 V = 12 \nu_{\text{пара}} R t_3$
 $\frac{\varphi p_3(t_3)}{p(t_0)} = \frac{12 t_3}{t_0}$

~~$2457 \cdot 3395$~~

$$\begin{array}{r} 3395 \\ \times 132 \\ \hline 6790 \\ 101940 \\ 339500 \\ \hline 447580 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 91 \\ \times 9 \\ \hline 819 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 12,5 \\ \hline 60 \cdot 50 \end{array}$$



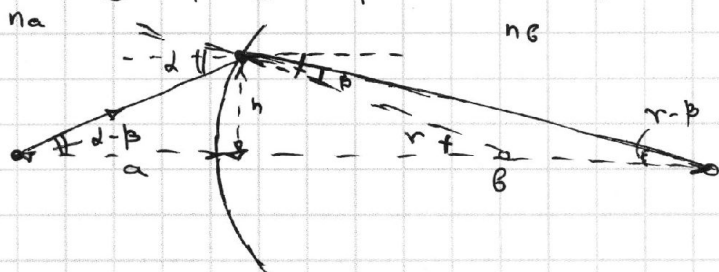
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

Выведем формулу преломления на сф. пов-ти



Малые углы:

$$r = \frac{h}{R} \Rightarrow \beta = \frac{h}{R} - \frac{h}{b}$$

$$r - \beta = \frac{h}{b}$$

$$d - \beta = \frac{h}{b}$$

$$d = \frac{h}{b} = \frac{n}{n_a} \cdot \beta$$

$$\frac{h}{a} + \frac{h}{b} =$$

Получим: $\left(\frac{n}{n_a} - 1\right) \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{b}\right) = \frac{1}{a}$

$$\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{7R+b} \quad \beta = (-8R)$$

$$-\frac{1}{x} + \frac{1}{2R} = \frac{10}{16R}$$

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{1}{5R} = -\frac{1}{R}$$

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

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

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{c} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{1}{x} + \frac{1}{2R} = \frac{10}{16R}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{2R} = \frac{1}{8R}$$

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{2R} = \frac{10}{16R} = \frac{5}{8R}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{9}{8R} \Rightarrow x = \frac{8R}{9}$$

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

$$-\frac{1}{5R} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R}$$

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

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

