



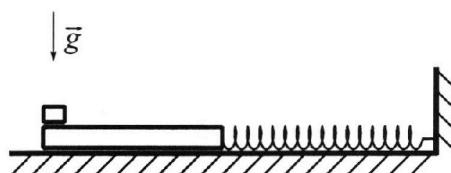
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

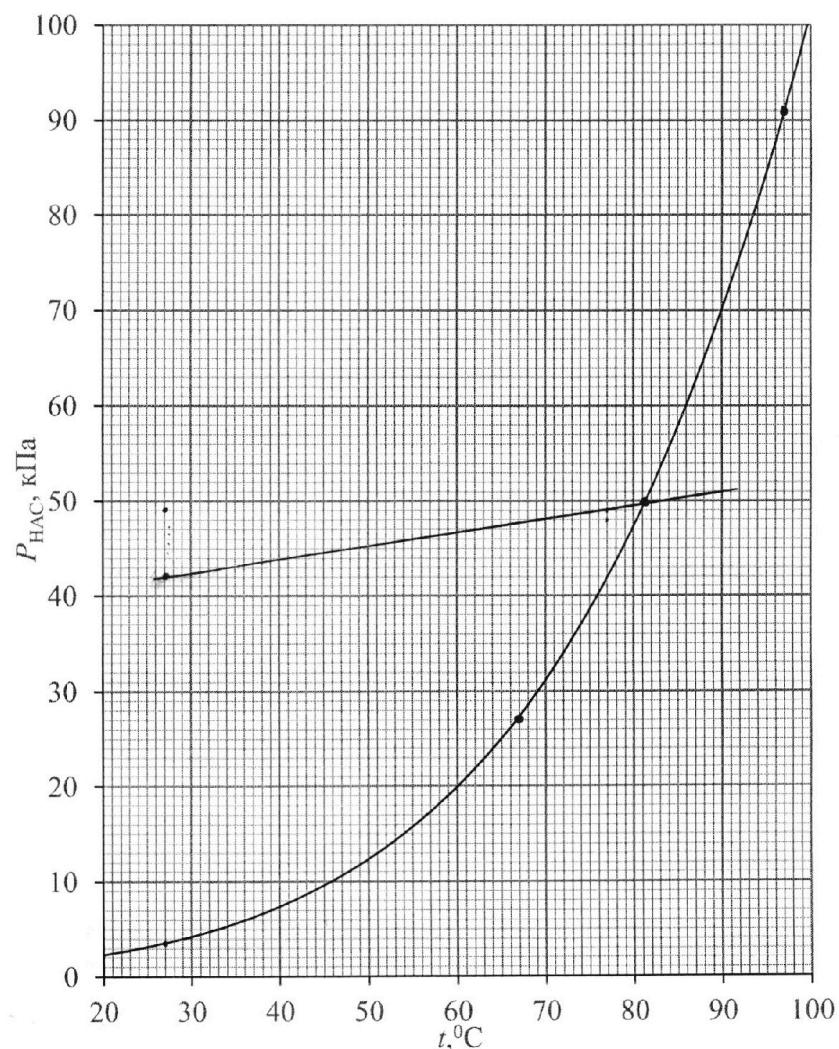
2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °С. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления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





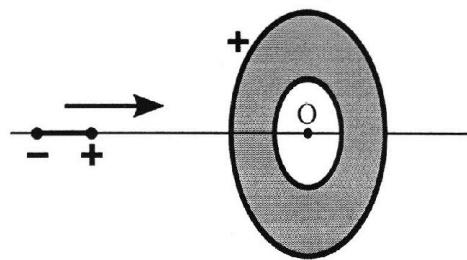
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

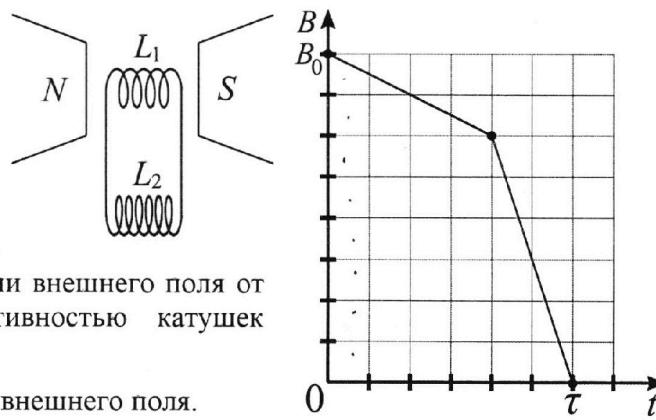
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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 .



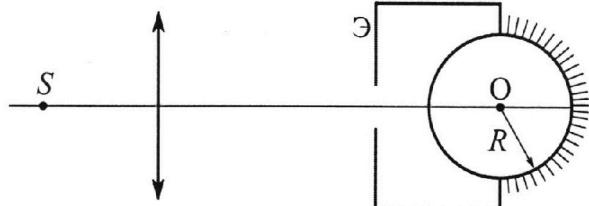
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

- 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.



У Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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

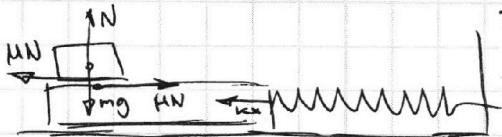


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



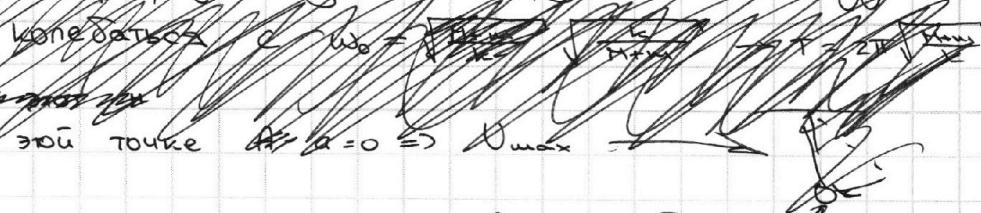
$$\text{IIIH: } N = mg$$

1) Отн-ое ускорение 0 \Rightarrow ускорения равны

$$\mu N = \cancel{\mu Mg} = ma \Rightarrow a = \mu g$$

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

2) После прекращения движения бруска система будет



3)

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

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

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

Ускорение после начала движения = ускорение в амплитуде =

$$= \Delta x \cdot \omega_0^2 = \Delta x \cdot \frac{k}{M+m}$$

Найдём Δx :

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

(~~запись~~) ~~Δx = kx / (M+m)~~

от амплитуды
до центра

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

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



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"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 конусе вся вода превратилась в пар, то из закона сохранения масс:

$$m_{\text{пара}}^K = m_{\text{пара}}^H + m_B = m_{\text{пара}}^H + 11m_{\text{пара}}^H = 12m_{\text{пара}}^H$$

Отсюда $\frac{m_{\text{пара}}^K}{m_{\text{пара}}^H} = 12$

2) З-и Менделеева-Клайперона для t_0 и t' :

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

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

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

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

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

т.к. пар не нас-й ($t > t_0$)

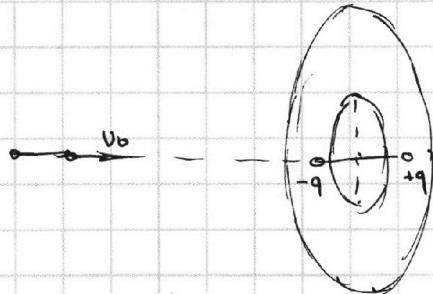
$$\varphi = 92 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{p(t_0)}{p(t)} = 12 \cdot \frac{370 \text{ К}}{300 \text{ К}} \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{91 \text{ кПа}} = \boxed{\frac{37}{65}}$$

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
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 относительно кольца симметрично

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

Найдём работу эл. поля:



Отсюда:

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_y^2}{2} \Rightarrow U_y = U_0$$

2) Мин скорость достигается при влёте диполя в кольцо

Мах при вылете

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

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

$$2A_{\text{эл}} = -2q\varphi - \frac{mU_0^2}{2}$$

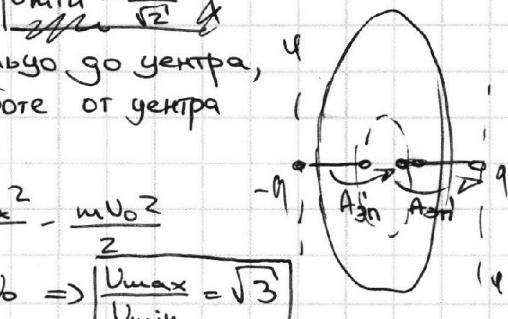
$$A_{\text{эл}} = \frac{mU_{\min}^2}{2} - q\varphi - \frac{mU_0^2}{2} \quad | \cdot 2 \rightarrow 2A_{\text{эл}} = mU_{\min}^2 - 2q\varphi - mU_0^2$$

$$mU_{\min}^2 - mU_0^2 = -\frac{mU_0^2}{2} \Rightarrow U_{\min} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

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

$$\frac{mU_0^2}{2} - \left(\frac{mU_0^2}{4} - q\varphi \right) = q\varphi + \frac{mU_{\max}^2}{2} - \frac{mU_0^2}{2}$$

$$\frac{mU_{\max}^2}{2} = \frac{3mU_0^2}{4} \quad U_{\max} = \sqrt{\frac{3}{2}} U_0 \Rightarrow \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \sqrt{3}$$



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**.

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



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

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

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

$$\text{В течение } \frac{2}{3}\tau: \frac{di_2}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{nS_1}{6L} = \frac{\frac{8B_0}{3}}{\frac{2}{3}\tau} \cdot \frac{nS_1}{6L} = \frac{B_0 n S_1}{18\tau L}$$

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

$$I_0 = \frac{2}{3}\tau \cdot \frac{B_0 n S_1}{18\tau L} + \frac{\tau}{3} \cdot \frac{3}{8} \frac{B_0 n S_1}{\tau L} = \cancel{\frac{B_0 n S_1}{\tau L}} \left(\frac{1}{24} + \frac{1}{8} \right) = \frac{B_0 n S_1}{6\tau L}$$

$$2) i(t) = kt \rightarrow q(t) = \cancel{\frac{1}{2}kt^2} + C$$

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

at ~~at~~

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

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

$$\begin{aligned} q(\tau) &= \frac{3B_0 n S_1}{16\tau L} \cdot \frac{\tau^2}{g_3} + \frac{B_0 n S_1 \tau}{72L} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{L} \left(\frac{1}{48} + \frac{1}{72} \right) = \\ &= \frac{5}{744} \frac{B_0 n S_1 \tau}{L} \end{aligned}$$



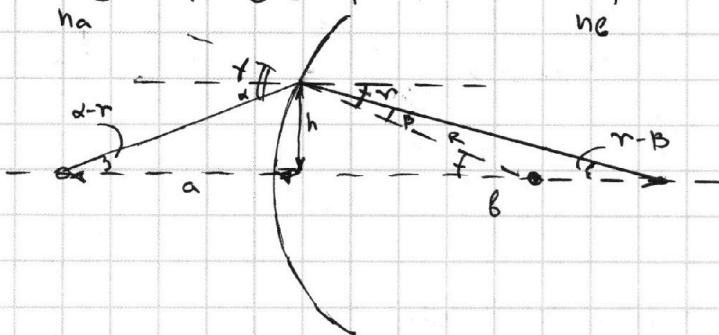
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Выведен формулу преломления на ср. пов-ти для малых углов:



3-й сечущий:

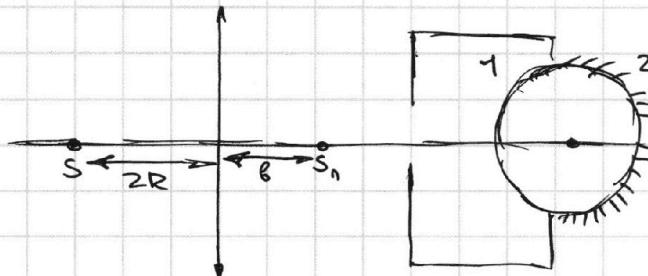
$$d = \frac{nb}{na} \cdot \beta$$

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

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

$$\beta r - \beta = \frac{h}{a} \quad \left\{ \beta = \frac{h}{R} - \frac{h}{a} \right.$$

$$\frac{nb}{na} \cdot \left(\frac{h}{R} - \frac{h}{a} \right) - \frac{h}{R} = \frac{h'}{a} \Rightarrow \left[\frac{na}{a} + \frac{nb}{a} = \frac{hb - ha}{\pm R} \right] - \text{преломление на ср. пов. (1)}$$



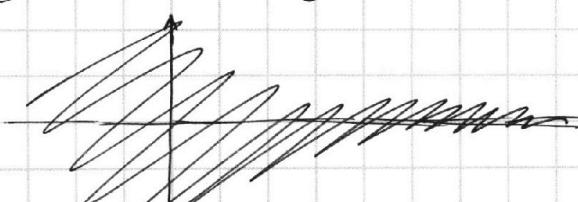
1) Чтобы изображение источника совпадало с источником, то это изображение в системе линза + 1-я пов-ть должно попасть в центр шара, т.к. тогда ~~после~~ ^{от} изображения в зеркале оно вернётся в ту же точку.

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

$$\text{дтл: } \frac{1}{2R} + \frac{1}{8R} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{8R \cdot 2R}{10R} = 1,6R$$

случай кинимого чз-я не подойдёт.
т.к. там $b < 0$

2) Задание: погрешность



Еще раз эта ситуация возможна если в конусе есть одинаковые

$$-\frac{1}{2R} + \frac{1}{10R} = \frac{1}{X} \quad R =$$

Это возможно если 2-е б-ре в линзе одинаковы.

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{2R} = \frac{10}{16R} \Rightarrow x = \frac{8R}{3}$$

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

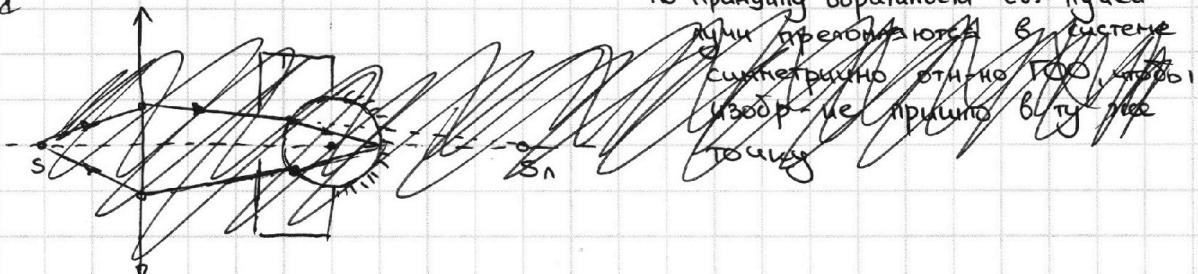
6

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 с в. лучей
лучи предметаются в системе
симметрично относительно ОДО, чтобы
изображение пришло в ту же
точку

~~28) Изображение действительное одностороннее постоянное - 8R~~

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**.

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**.

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



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

~~$$E_{cu} = \frac{d\Phi}{dt}$$~~

~~$$E_{cu}^1 = E_{cu}^2$$~~

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

$$E_{cu} =$$

~~$$E_{cu}^1 = E_{cu}^2$$~~

~~$$E_{cu} = \frac{di}{dt}$$~~

~~$$L \cdot \frac{di_1}{dt} + G L \cdot \frac{di_2}{dt} = 0$$~~

~~$$L \cdot \frac{di_1}{dt} + G L \cdot \frac{di_2}{dt} = 0$$~~

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

$$E_{cu}^1 = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \cdot \frac{di}{dt} \quad \Delta \Phi = L \cdot di$$

$$E_{cu}^1 + E_{cu}^2 = 0$$

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

$$E_{cu}^1 = + \frac{d\Phi}{dt} = - E_{cu}^2 = GL \cdot \frac{di_2}{dt}$$

~~$$S \cancel{E_{cu}^2} \cancel{E_{cu}^1}$$~~

$$\left[\frac{d\Phi}{dt} \cdot n \cdot S_1 \right] = GL \cdot \frac{di_2}{dt}$$

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

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

~~$$\frac{1}{24 \cdot 2} + \frac{1}{24 \cdot 3}$$~~

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

~~$$\frac{1}{8D}$$~~

$$-1$$

$$5R$$

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

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

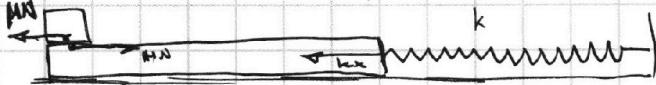


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

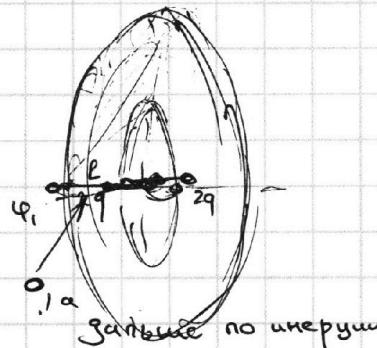


все
все
все

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

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

3.



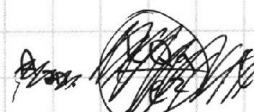
$$-\cancel{q}\varphi_1 + \cancel{q}\varphi_1 + \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V = V_0$$

~~$$-2\cancel{q}\varphi_1 = \frac{mV_0^2}{2}$$~~



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



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

$$ZA_{\text{эн}} = \frac{mV_0^2}{2} + 2q\varphi_1$$

~~$$\sqrt{\frac{k}{M+m}} \rightarrow \text{Пружина не сжата}$$~~

~~$$\sqrt{\frac{k}{M+m}}$$~~

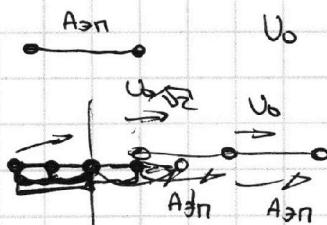
$$A_{\text{эн}} = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_1 - \frac{mU^2}{2}$$

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

~~$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{\text{эн}}$$~~

$$A_{\text{эн}} = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_1 - \frac{mU^2}{2}$$

~~$$\frac{mV_0^2}{2} \quad \left(\frac{mV^2}{2} - q\varphi_1 \right)$$~~



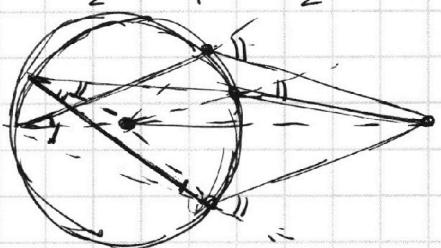
~~$$2A_{\text{эн}} = -q\varphi_1 - \frac{mV_0^2}{2}$$~~

$$\frac{mV_0^2}{2} + -q\varphi_1 - \frac{mV_0^2}{2} = A_{\text{эн}}'$$

$$A_{\text{эн}} = \frac{mV^2}{2} - q\varphi_1 - \frac{mV_0^2}{2}$$

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

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



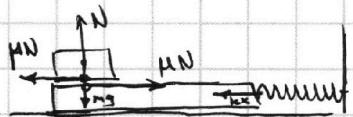


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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

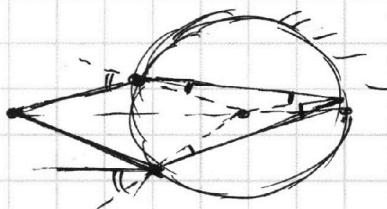
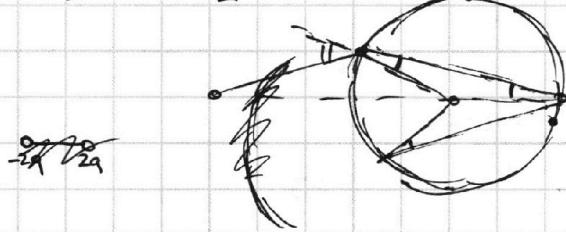
$$Ma = mg \Rightarrow a = g$$



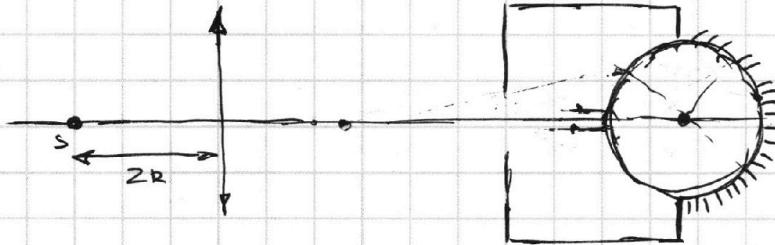
$$1) (kx - \mu mg) = Ma \Rightarrow kx = \mu g(M+m) \Rightarrow \Delta x = \frac{\mu g(M+m)}{k}$$

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

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



5.



$$\frac{h_a}{a} = \frac{h_b}{b}$$

~~$$1) F = 2R$$~~

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

4) Т.e. после преобраз.

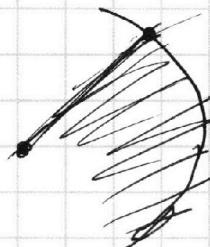
$$1) \frac{1}{2R} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F}$$

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

$$X = 2R$$

~~$$\frac{1}{2R-X} + \frac{1}{B} = \frac{2}{R}$$~~

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



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

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

$$X = R$$

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

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

~~$$7R-B = -R$$~~

$$B = 8R$$



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**.

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

2. Вл. воздух - $t = 27^\circ$ и вода

нас. пар \rightarrow темп. в равновесии с температурой

как

$$m_{\text{воды}} = 11 m_{\text{пара}}$$

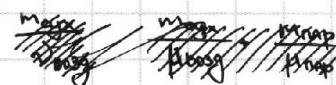
$$\begin{array}{r} \cancel{11} \\ m = f \cdot n \\ + 273 \\ \hline \cancel{370} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{91} \\ \times 27 \\ \hline \cancel{637} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 182 \\ \times 35 \quad 2457 \\ \hline 12 \quad 70 \\ \hline 35 \\ \hline 42,0 \end{array}$$

$$1) \text{ Всё вода} \rightarrow \text{пар} \Rightarrow m_{\text{пара}}^k = m_{\text{воды}} + m_{\text{пара}}^n = 12 m_{\text{пара}}^n$$

$$\frac{m_{\text{пара}}^k}{m_{\text{пара}}^n} = 12$$



$$2) p_1 V = 12 v_{\text{пара}} R t_0$$

$$p_2 V = 12 v_{\text{пара}} R t^*$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{12 t^*}{t_0}$$

$$\frac{p}{p(t_0)} = \frac{p_2}{p_1}$$

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

$$2) p_1 V = 12 v_{\text{пара}} R t^*$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{12 t^*}{t_0} \Rightarrow \frac{12 p}{t_0} = \frac{p_2}{t^*}$$

$$3) 4 \cdot \frac{91}{35} = \frac{97}{27} \Rightarrow 4 = \frac{97 \cdot 12 \cdot 35}{27 \cdot 91} = \frac{3505}{24570}$$

$$3) 4 \cdot p_3 V = 12 v_{\text{пара}} R t_3$$

$$\frac{4 p_3(t_3)}{p(t_0)} = \frac{12 t_3}{t_0}$$

$$3) 4 \cdot p_3(t) V = 12 v_{\text{пара}} R t_3$$

$$p_3(t^*) \cdot V = 12 v_{\text{пара}} R t^*$$

$$2) p_3 V = 12 v_{\text{пара}} R t_0$$

$$p(t^*) = 12 v_{\text{пара}} R t^*$$

$$\frac{p(t^*)}{p(t_0)} = \frac{12 t^*}{t_0}$$

$$\frac{p(t^*)}{t^*} = \frac{12 p(t_0)}{t_0}$$

$$\begin{array}{r} 3285 \\ \times 132 \\ \hline 3395 \\ \times 4 \\ \hline 13580 \end{array}$$

$$12 \cdot \frac{3,5 kPa}{300 K} = \frac{35 \cdot 12}{3000} = \boxed{\frac{7}{50}}$$

$$t^* \approx 81^\circ C$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 31 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 12.5 \\ \hline 60.50 \end{array}$$

$$3) 4 \cdot p(t_3) = 12 v_{\text{пара}} R t_3$$

$$4 \cdot \frac{p(t_3)}{p(t_0)} = \frac{12 t_3}{t_0} \Rightarrow 4 = \frac{12 t_3}{t_0} \cdot \frac{p(t_0)}{p(t_3)} = \frac{370}{300} \cdot \frac{35}{91} \cdot 12 = \frac{370 \cdot 35}{5 \cdot 91 \cdot 12} = \frac{37}{65}$$



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.

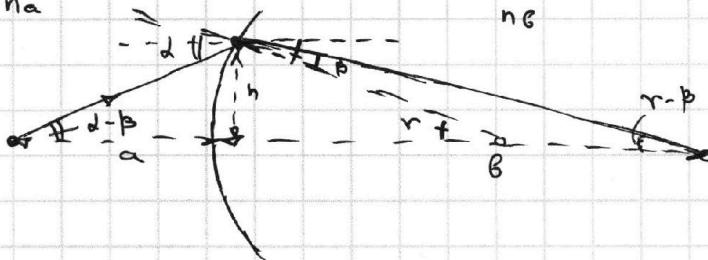
- | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|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

Выведем формулу преломления на сфер. линзы

на



из

Малые углы:

$$n = \frac{h}{R} \Rightarrow \beta = \frac{h}{R} - \frac{h}{B}$$

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

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

$$d = \frac{h}{a} \cdot \beta = \frac{h}{a} \cdot \frac{h}{R} - \frac{h}{B}$$

~~$$\frac{h}{a} + \frac{h}{B} = \frac{h}{R}$$~~

Получим: $\left(\frac{h}{a} - 1\right) \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{B}\right) = \frac{1}{a}$

~~$$\frac{1}{8R} + \frac{1}{B} = \frac{1}{a}$$~~

$$\frac{1}{7R + B} \beta = -8R$$

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

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

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

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

~~$$\frac{1}{B} + \frac{1}{C} = \frac{2}{R}$$~~

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

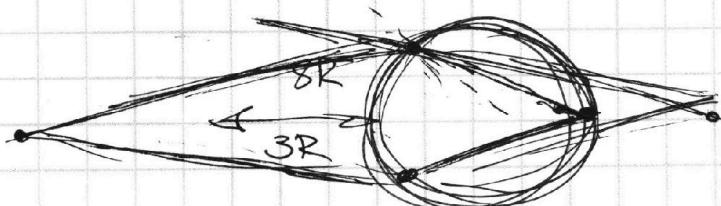
$$-\frac{1}{x} + \frac{1}{2R} = \frac{10}{16R}$$

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

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

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

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



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

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

$$-\frac{1}{B} + \frac{1}{C} = \frac{1}{R}$$

$$-\frac{1}{x} + \frac{1}{B} = \frac{3}{R}$$