



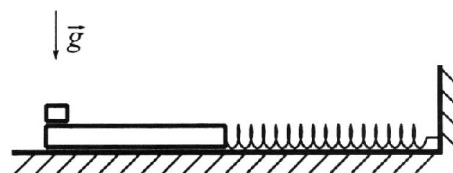
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

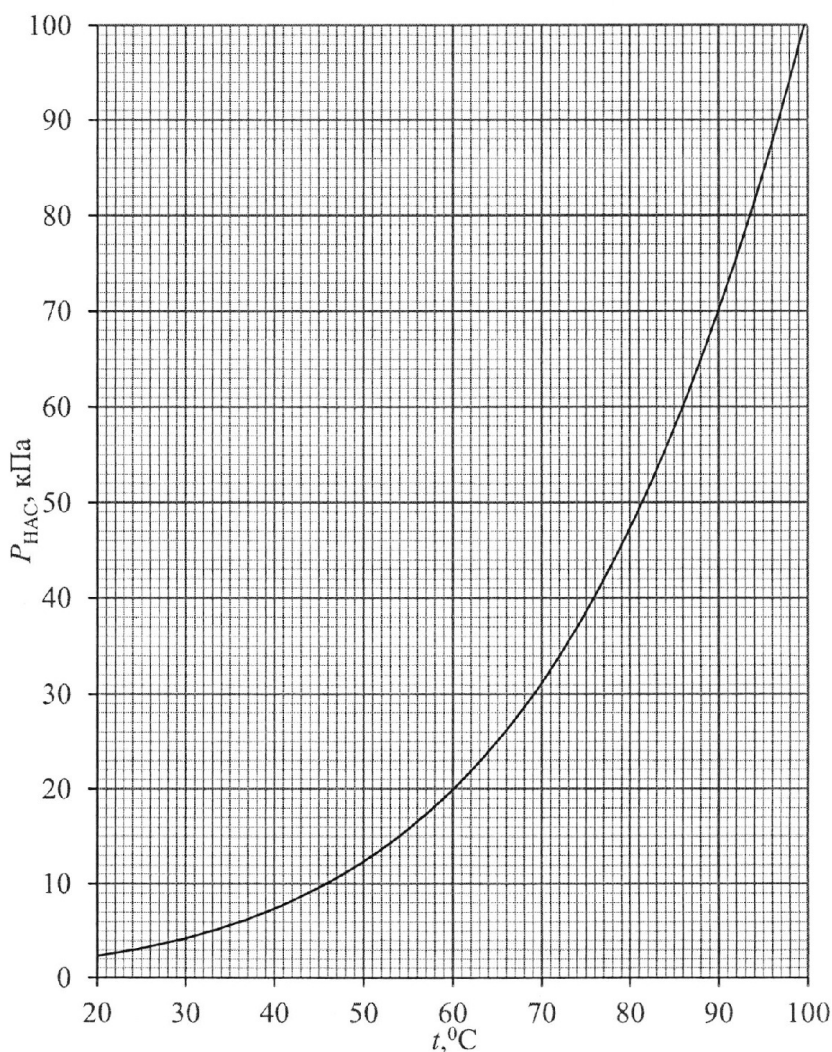


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

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

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность φ в конце нагревания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





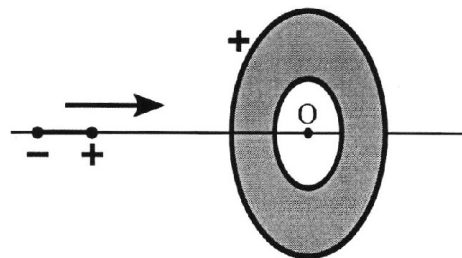
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



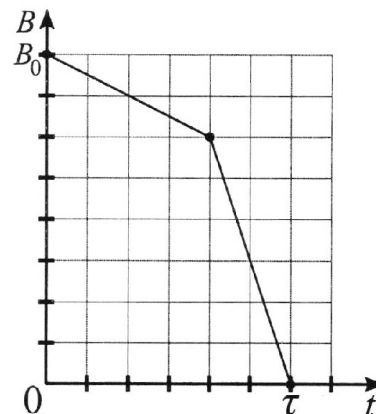
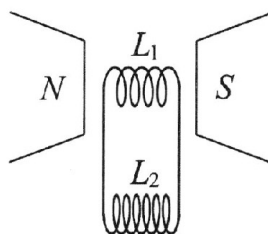
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают 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.

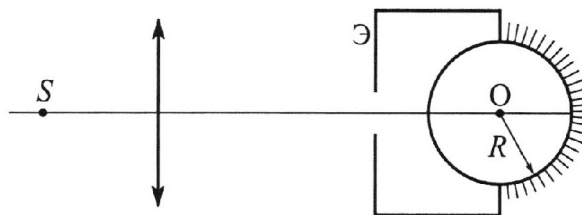
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 6L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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.



1) Найти фокусное расстояние линзы F .

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

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



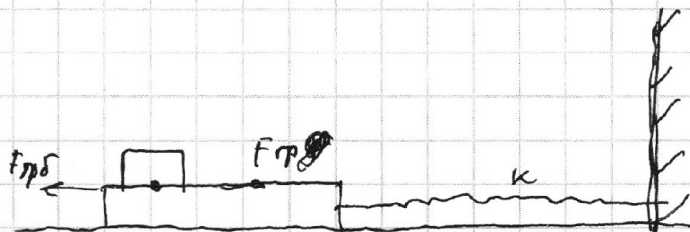
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 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. ускорение бруса по g~~

~~1) *~~

1) Ускорение бруса равно
 $a = \mu g \Rightarrow F_{тр} = \mu mg$

2) Ускорение груза:

$$\cancel{k \Delta x} - F_{тр} g = \cancel{k \Delta x} - F_{тр} g = 2 \mu mg$$

$$\cancel{a = \mu mg} \quad a = \mu g$$

$$\cancel{k \Delta x} - F_{тр} g = ma$$

$$k \Delta x = F_{тр} g + ma = \mu mg + \mu Mg$$

$$\Delta x = \frac{\mu m + \mu M g}{k} = \frac{0,3 \cdot 3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ м}$$

Ответ: 1) 0,18 м.

2) $v = \mu g \cdot t$; t - время

до момента начала проскальзывания



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 2

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

1) ~~т.к. в~~ Пусть масса пара при $t = 27^\circ\text{C}$ равна m ; то

1) Пусть масса пара в начале нагревания равна m ; тогда масса жидкой воды равна $11m$. Т.к. в процессе нагревания вся вода превращается в пар, то масса пара в конце нагревания равна $11m + m = 12m$

$$\frac{12m}{m} = 12$$

2) ~~$pV = \frac{1}{2}RT$~~
 ~~$pV = \frac{pV}{N} \cdot RT$~~
 ~~$p = \frac{p \cdot R \cdot T}{N}$~~

~~$pV = \frac{1}{2}RT$~~
 когда испарение прекратится:
 ~~$p = \frac{\frac{1}{2}RT}{V} = p_{\text{нас.}}$~~

2) Пусть в начале ~~был~~ нагревания было 1-моль газа, тогда к концу нагревания будет 12 1-моль газа.

$$T_0 = (27 + 273) = 300\text{K}$$

p_0 - давление в начале.

$$p_0 \approx 3,5\text{кПа.}$$

p^* = давление при котором прекратится испарение воды.



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!

Тогда:)

$$\cancel{p^* T^* = 12 \cdot R T^*}$$

$$\cancel{p_0 T_0 =}$$

$$p^* \cdot V = 12 \cdot R T^* \quad \left| \begin{array}{l} V - \text{объем сосуда.} \end{array} \right.$$

$$p_0 V = R T_0$$

$$\frac{p^*}{T^*} = 12 \cdot \frac{p_0}{T_0} = 12 \cdot \frac{3,5 \cdot 10^3}{300} = \frac{42 \cdot 10^3}{300} = \underline{140}$$

Из графика находим:)

$$p^* = 50 \text{ кПа.}$$

$$T^* = 354 \text{ К.} = 81^\circ \text{C.}$$

$$3) \quad p^* V = 12 \cdot R T^*$$

$$p \cdot V = 12 \cdot R T_0; \quad T_0 = 97^\circ \text{C} = \underline{370 \text{ К}}$$

$$\cancel{p = 91 \text{ кПа.}}$$

$$\frac{p^*}{p} = \frac{T^*}{T}$$

$$p = p^* \cdot \frac{T}{T^*} = 50 \cdot \frac{370}{354} \text{ кПа} = \frac{18500}{354} \text{ кПа} \approx \underline{52 \text{ кПа}}$$

Давление насыщенного газа при температуре

$$97^\circ \text{C} \text{ равна } 91 \text{ кПа} = p'$$

$$\text{Тогда } \varphi = \frac{p}{p'} \cdot 100\% = \frac{52}{91} \cdot 100\% = \underline{57\%}$$

Ответ: 1) 12:1 2) 81°C 3) 57 %



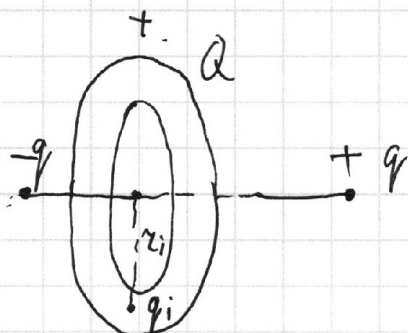
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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)



Пусть заряд шариков диполя $-q$ и $+q$,
а заряд круг диска равен $Q > 0$.

Пусть длина диполя l . Разобьем наш
диск на лучу маленьких зарядов q_i
а расстояние ^{от} каждого из зарядов q_i до
центра диска r_i ; тогда.

~~W_{qQ}~~ Потенциальная энергия между шариком
 $-q$ и диском равна

$$W_{qQ} = - \int_0^{\infty} \frac{k(-q) \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}} = \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}}$$

~~*~~ потенциальная энергия между шариком

$+q$ и диском равна

$$W_{qQ} = - \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}} = - \int_0^{\infty} \frac{kq \cdot q_i}{\sqrt{r_i^2 + \frac{l^2}{4}}}$$

Потенциальная энергия
 ~~$W_{qQ} + W_{qQ} = 0$~~ когда

~~между~~ ~~между~~ диполем и диском
диполь пролетает через



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 4

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!

центр отверстия равна:)

$$W_{-qa} + W_{qa} = 0.$$

При потенциальная энергия диполя и диска при бесконечном удалении диполя от диска равна 0.

Тогда кинетическая и потенциальная энергия диполя сохраняются, поэтому:)

$$-\frac{kq(-q)}{l} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{kq(-q)}{l} + W_{qa} + W_{-qa} + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$-\frac{kq(-q)}{l} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{kq(-q)}{l} + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} + W_{qa} + W_{-qa}$$

$$W_{qa} + W_{-qa} - qQ = 0 \quad \text{где } V_1 - \text{ скорость диполя при его пролете через центр диска.}$$

$$mV_0^2 = mV_1^2$$

$$V_0 = V_1.$$

Т.к. заряд диполя прошел через диск, то

$$V_0 \uparrow \uparrow V_1$$

$$2) -\frac{kq(-q)}{l} + 0 + \frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = -\frac{kq(-q)}{l} + W + \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$W = m(V_0^2 - V_1^2)$$

W - потенциальная энергия между диском и диполем
 $W = -\int \frac{kqqi}{r_i^2} \sim q - \text{ т.е. потенциальная}$



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
3 из 4

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!

Энергия между диполем и диском прямо пропорциональна заряду диполя.

В 1 случае

$$W_{\max} = m(V_0^2 - V_1^2) = mV_0^2 \quad \text{где } m - \text{масса}$$

шарика диполя

Значит после уменьшения заряда шариков

в 2 раза.

$$W'_{\max} = \frac{1}{2} mV_0^2$$

В силу симметрии системы относительно центра диска

$$W'_{\min} = -W'_{\max} = -\frac{1}{2} mV_0^2$$

Когда потенциальная энергия между диполем и диском минимальна, скорость диполя максимальна.

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV_{\min}^2}{2} + \frac{mV_{\min}^2}{2} + W'_{\max}$$

$$mV_{\min}^2 = mV_0^2 - W'_{\max} = \frac{mV_0^2}{2}$$

$V_{\min} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$ - минимальная скорость диполя при полете.

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{mV_{\max}^2}{2} + \frac{mV_{\max}^2}{2} + W'_{\min}$$

$$mV_{\max}^2 = mV_0^2 - W'_{\min} = \frac{3mV_0^2}{2}$$

$V_{\max} = \frac{V_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$ - максимальная скорость диполя при полете.



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
4 ИЗ 4

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!

$$\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} V_0}{\frac{1}{2} V_0} = \sqrt{3}; \quad V_{\max} - V_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0 - \frac{1}{2} V_0 = \frac{\sqrt{3}-1}{2} V_0$$

Ответ: 1) ~~$\vec{V}_0 = \vec{V}_1$~~ ; 2)

Ответ: 1) $\vec{V}_1 = \vec{V}_0$; 2) $\frac{\sqrt{3}-1}{2} V_0 = V_{\max} - V_{\min}$.



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!

$$\Phi_{n \neq 1) B_0 \cdot S_1 \cdot n = (L_1 + L_2) \cdot I_0$$

$$I_0 = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

~~$$2) B_0 \cdot S_1 \cdot n = (L_1 + L_2) \cdot I$$~~

~~$$2) (B_0 - B)$$~~

$$2) (B - B_0) \cdot S_1 \cdot n + (L_1 + L_2) \cdot I = 0$$

$$\frac{dB \cdot S_1 \cdot n}{dt} + \frac{7L \cdot dI}{dt} = 0 \quad | \cdot dt$$

$$d(B \cdot S_1 \cdot n + 7L dI) = 0$$

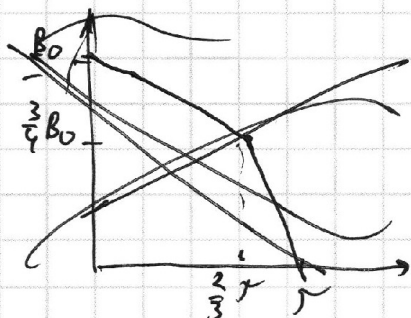
$$dI = \frac{-dB \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

$$I = - \frac{(B - B_0) S_1 \cdot n}{7L}$$

$$dq = I dt = - \frac{(B - B_0) \cdot S_1 \cdot n}{7L} = - \frac{B dt S_1 \cdot n}{7L} + \frac{B_0 S_1 \cdot n dt}{7L}$$

$$dq = - \frac{B dt \cdot S_1 \cdot n}{7L} + \frac{B_0 dt \cdot S_1 \cdot n}{7L}$$

$$\int dq = \int \frac{B_0 dt S_1 \cdot n}{7L} - \int \frac{B dt S_1 \cdot n}{7L} = \frac{B_0 T \cdot S_1 \cdot n}{7L} - \frac{S_1 \cdot n}{7L} \cdot \int B dt$$



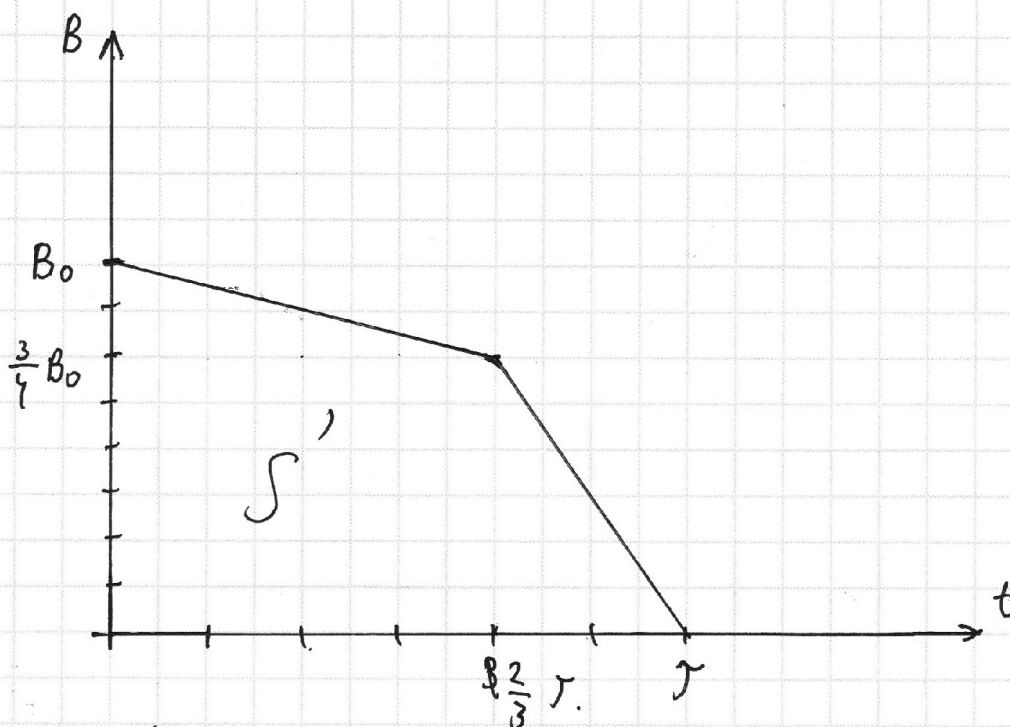


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



$$S' = \frac{B_0 + \frac{3}{4}B_0}{2} \cdot \frac{2}{3}T + \frac{\frac{3}{4}B_0}{2} \cdot \frac{T}{3} = \frac{7}{12}B_0T + \frac{B_0T}{8} = \frac{17}{24}B_0T = \int B dt.$$

$$\begin{aligned} \int dq &= \frac{B_0 T \sin \alpha}{7L} - \frac{\sin \alpha}{7L} \int B dt = \frac{B_0 T \sin \alpha}{7L} - \frac{\sin \alpha}{7L} \cdot \frac{17}{24} B_0 T \\ &= \frac{B_0 T \sin \alpha}{7L} - \frac{\sin \alpha}{7L} \cdot \frac{17}{24} B_0 T = \frac{B_0 T \sin \alpha}{7L} \left(1 - \frac{17}{24}\right) = \frac{B_0 T \sin \alpha}{24L} \end{aligned}$$

$$\text{Order: } 1) I_0 = \frac{B_0 \sin \alpha}{7L}; \quad 2) q = \frac{B_0 T \sin \alpha}{24L} = \frac{B_0 T \sin \alpha}{24L}.$$



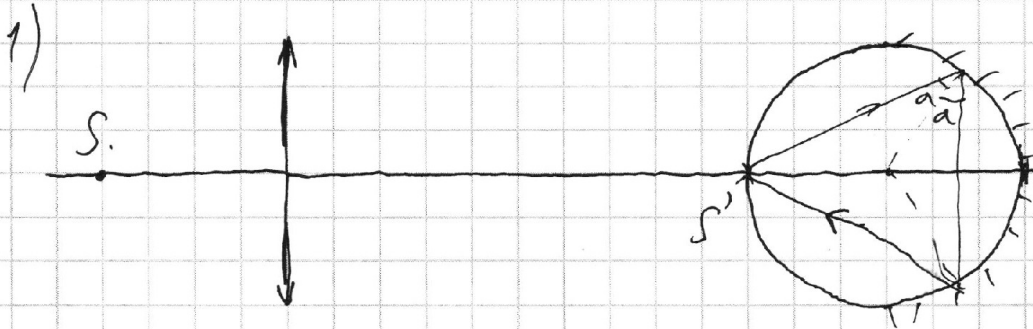
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 4

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!



Чтобы изображение источника в системе линза - шар совпадало с самим источником нужно чтобы из ~~лучи~~ ~~вышедшие~~ ~~из~~ ~~источника~~ изображение источника после прохождения линзы совпадало бы с точкой схождения лучей после прохождения линзы и шара. Тогда изображение источника в линзе совпадало с ближайшей точкой шара:)

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{9}{14R} = \frac{1}{F}$$
$$F = \frac{14R}{9}$$



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
☐

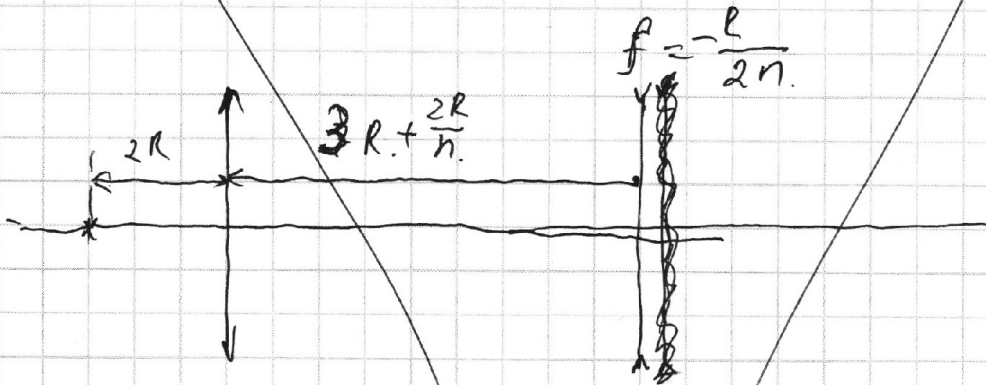
7
☐

СТРАНИЦА

2 ИЗ 4

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!

Намму систему можем заменить на эквивалентную:



Т.к. луч 2 раза

Плоское зеркало

Фокус сферического зеркала равен $F =$

Т.к. угол падения на сферу мал, то
мал мы можем заменить на возмущенный
радиуса $r = \frac{R}{n}$; Т.к. луч в зер

Фокус сферического зеркала равен

$F = -\frac{R}{2}$ - потому что зеркало можно
представить в виде рассеивающей линзы

с $F = -\frac{R}{2}$; а так как стекло из ко

стеклянный шар мы заменили на возмущенный,
то в нашей системе фокус
равен $f = -\frac{R}{2n}$.



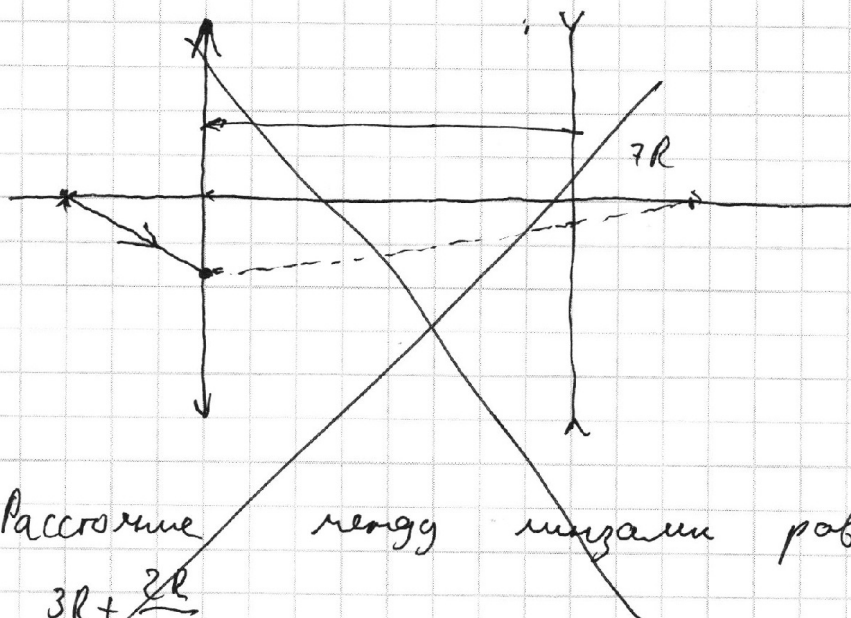
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 из 4

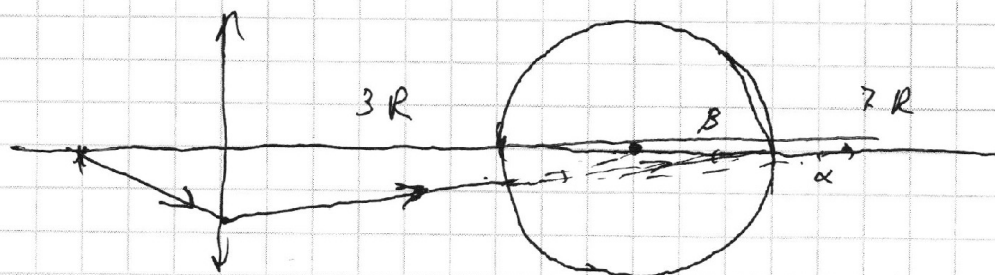
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

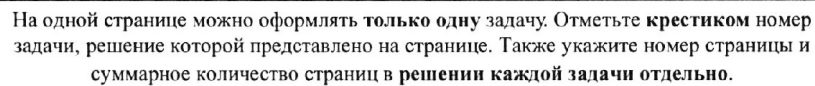


Расстояние между линзами равно

$$3R + \frac{2R}{n}$$

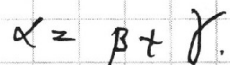
2) ~~Очевидно~~, чтобы изображение вновь совпало с источником надо, чтобы все лучи, прошедшие в систему линзы и сферы линзы сфокусировались на задней фокусной точке линзы, т.е. когда ограниченный луч падает симметрично ГОО





СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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!



$$\alpha = n \beta.$$

$$Y = \frac{X}{7R\Delta} = \frac{X}{4R}$$

$$\beta = \frac{x}{LR}$$

$$\beta + V = n\beta$$

$$n = 1 + \frac{\gamma}{\beta} = 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

Ober: 1) $\frac{14R}{g} \geq F$ 2) $n = \frac{3}{2}$

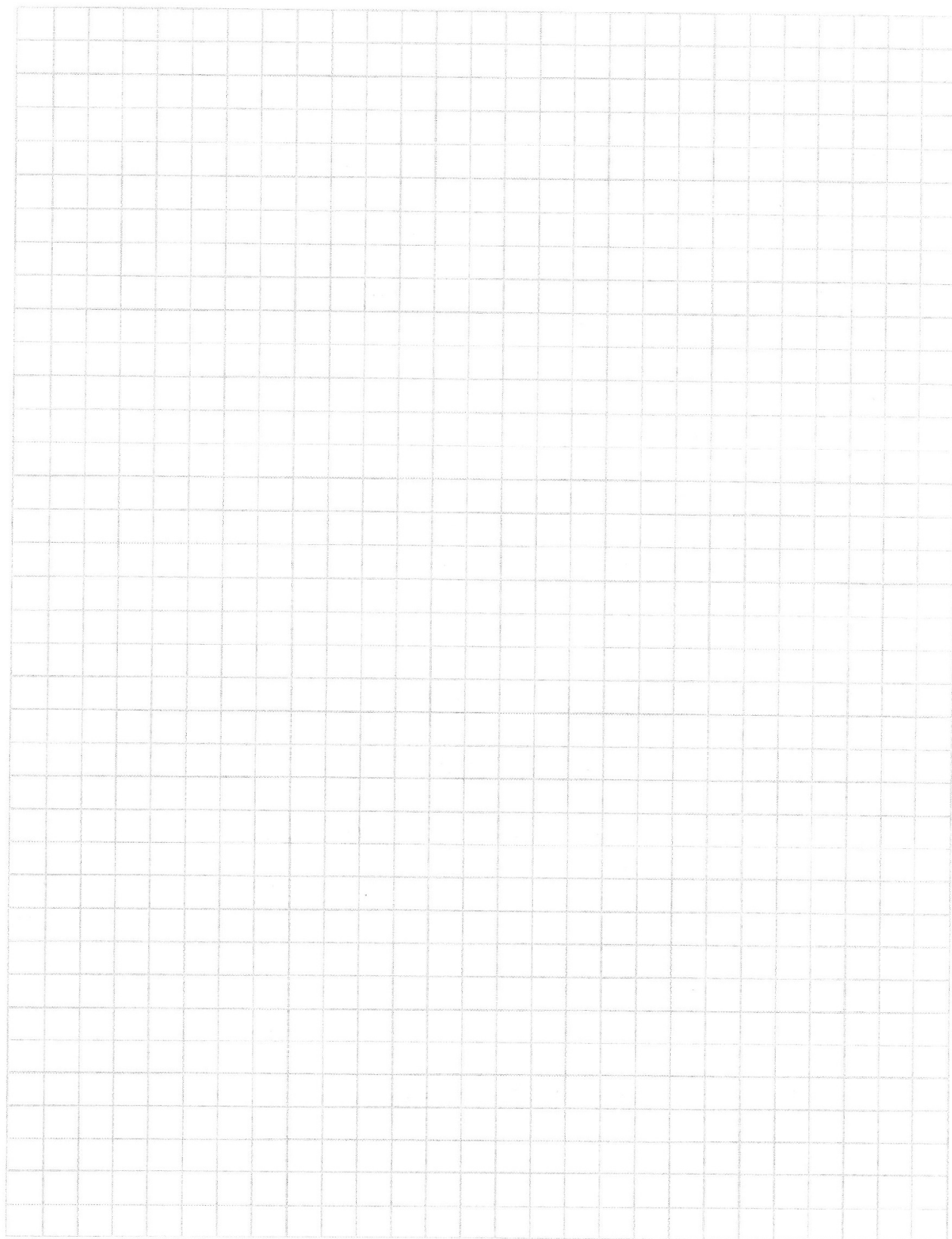


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!





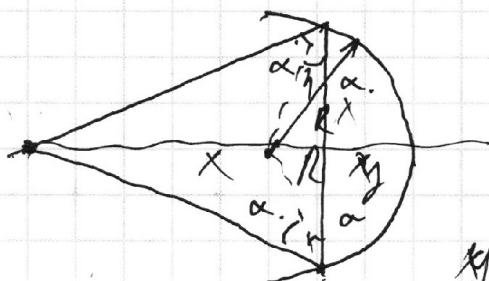
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

a



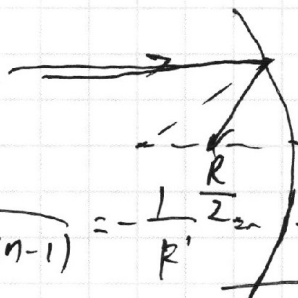
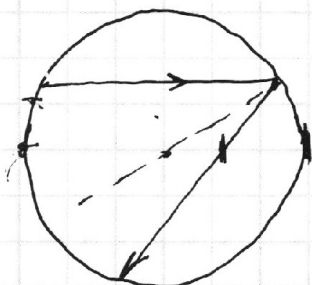
$h \ll R$

$$\alpha \approx \alpha R = \alpha' h$$

$$a(x+R) =$$

$$2\alpha \quad \alpha h = R$$

$$2\alpha h = x + R = 2R$$



$$F = \frac{R}{2}$$

$$-\frac{n}{4R(n-1)} \Rightarrow \frac{n}{4R(n-1)} = -\frac{1}{F'} \quad \frac{n}{R}$$

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

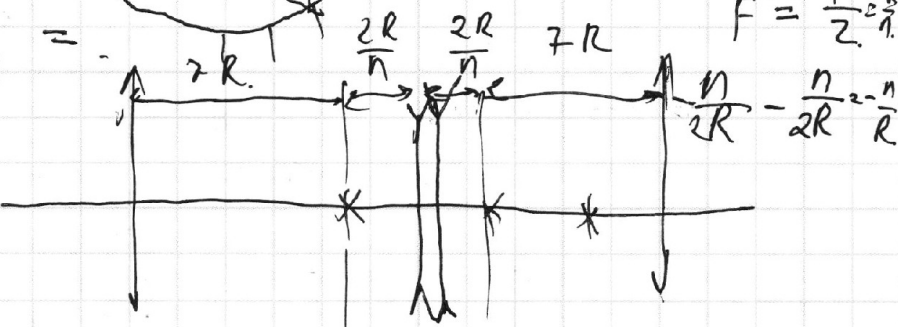
$$-\frac{n}{(n-1) \cdot 4} = -n \cdot \frac{1}{a} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$(n-1) \cdot 4 = 1 \quad n = \frac{5}{4}$$

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

$$\frac{R}{2n} \quad \frac{2n}{R} + \frac{2n}{R} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F} = \frac{2}{F}$$

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





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
☐

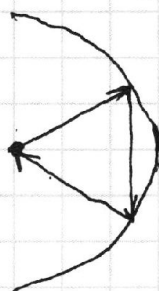
7
☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{\quad}$$

$$\frac{4}{7} \approx 0,$$



$$\begin{array}{r} 400 \overline{) 7} \\ - 350 \\ \hline 50 \end{array}$$

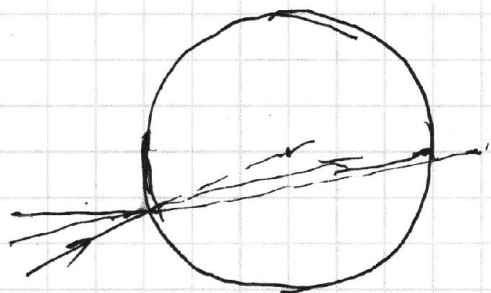
$$\begin{array}{r} 400 \overline{) 7} \\ - 35 \\ \hline 50 \\ - 49 \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,57 \\ \hline = 57\% \end{array}$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{7R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{9}{14R} \Rightarrow F = \frac{14R}{9}$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{8} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2R} = \frac{9}{14R} - \frac{1}{2R} = \frac{2}{14R} = \frac{1}{7R}$$



$$\frac{60}{86+273} = \frac{1}{6}$$

$$86+274 = 360$$

$$\frac{50}{81+273} = \frac{50}{354}$$

$$\begin{array}{r} 18500 \overline{) 354} \\ - 0 \\ \hline 1850 \\ - 1770 \\ \hline 800 \\ - 708 \\ \hline 920 \\ - 708 \\ \hline 2120 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,5226 \approx 52,3\% \end{array}$$