



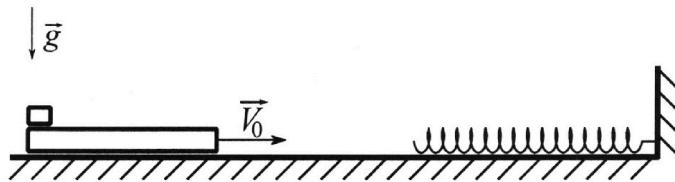
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

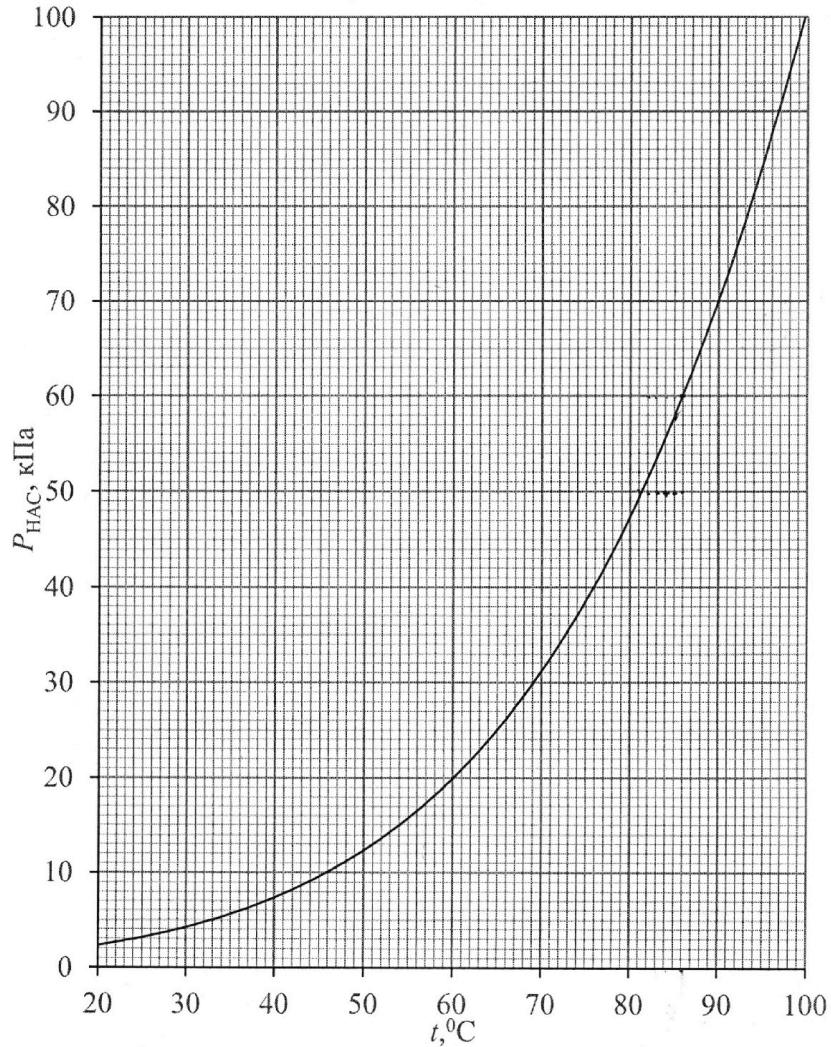


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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



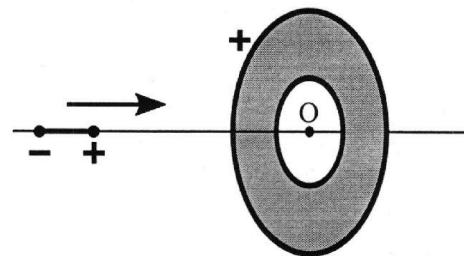


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 11-01



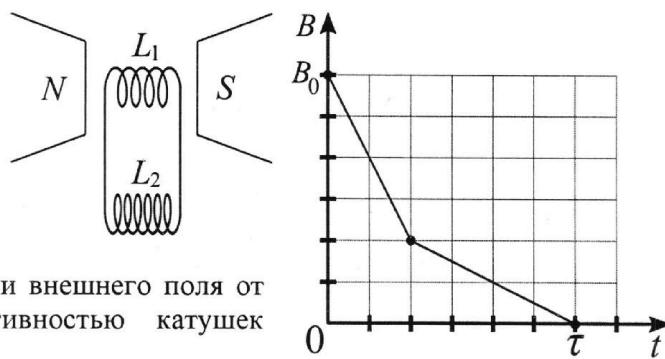
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



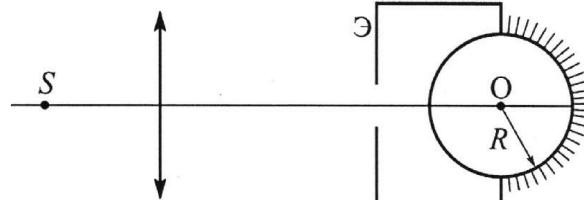
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 4L$ 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_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). 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 $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, 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 |
| <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!

43. З. С. Э

$$\frac{m\omega_0^2}{2} + \frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2} + \frac{k\Delta x_1^2}{2}$$

$$(m+m)\omega_0^2 = (m+m)\omega^2 + k\Delta x_1^2$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{k\Delta x_1^2}{(m+m)}} = \sqrt{4 - \frac{27 \frac{3}{4}}{3}} = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

Тогда

$$\omega(t) = \sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\omega(t_1) = \omega_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1\right)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1\right), \text{ тогда}$$

значение аргумента $\frac{\pi}{6}$

$$\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t_1 = \frac{\pi}{6}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{6\sqrt{\frac{k}{m+m}}} \approx \frac{\pi}{6\sqrt{\frac{27}{8}}} = \frac{1}{6} \text{ с.}$$

13 Покажем, что при Δx -макс; ω доска = 0

т.к. сила трения - внутренняя сила системы

доска - бруз, то запись З.С.Э в проекции

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

~~Масса + масса~~

Запишем З.С.Э

$$\frac{m\omega_0^2}{2} + \frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{m\omega^2}{2} + \frac{k\Delta x_{\max}^2}{2}$$

Запишем З.С.Э для доски

$$\frac{m\omega^2}{2} + \frac{k\Delta x}{2} - 4mgx = \text{const} \quad \frac{d}{dt}$$

$$m \ddot{x} \cdot \ddot{x} + kx \cdot \dot{x} - 4mg \dot{x} = 0$$

$$m \ddot{x} + kx - 4mg = 0$$

тогда возьмем \ddot{x} , где $\ddot{x} = x + l$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{1}{3} \text{ м 2) } \frac{1}{6} \text{ с 3) } \frac{9}{2} \sqrt{2} \text{ м/с}^2$$

$$m \ddot{x} + k(x+l) - 4mg = 0$$

$$-2k = +4mg$$

$$m \ddot{x} + k \ddot{x} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ тогда}$$

при макс. удачнике

$$\ddot{x} = -\frac{kx}{m}$$

тогда а макс =

$$= (\omega \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}) = \sqrt{3} \cdot 3 \sqrt{\frac{3}{2}} =$$

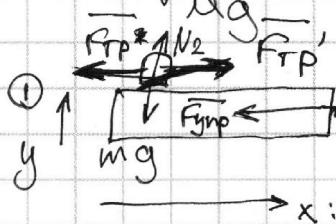
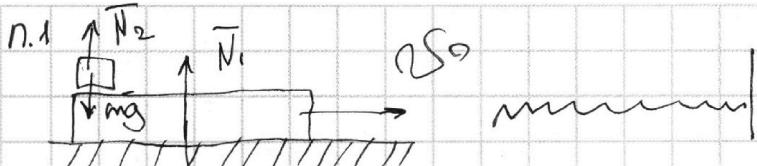
$$= 9\sqrt{2} \text{ м/с}^2$$



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 7СТРАНИЦА
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 Запишем II з.у

Для доски

$$F_{f0} - F_{f} = m a_x$$

② Для пружины:

$$x: -F_{f0} = m a_x \quad \begin{cases} \text{тк в начальнике} \\ \text{членяет движение} \\ a=0 \end{cases}$$

$$y: N_2 = mg$$

$$F_{f0} = \mu N_2 = \mu mg$$

$$F_{f0} = F_f \quad (\text{III з.у.}) \quad \text{относит доски}$$

③

Тогда

$$-\mu mg = m a_x$$

$$a_x = -\mu g$$

④

$$\mu mg - F_{f} = -m a_x$$

$$F_{f} = \mu g (M+m)$$

$$k \Delta x_1 = \mu g (M+m)$$

$$\Delta x_1 = \frac{\mu g (M+m)}{K} = \frac{0,3 \cdot 10}{2 \cdot 9} = \frac{1}{3} m$$

n2. Запишем 3.з.у

(во начале движения пружина, тогда $A F_f = 0$)

$$\frac{m \dot{x}^2}{2} + \frac{M \dot{x}^2}{2} + \frac{k x^2}{2} = \text{const} \quad / \frac{d}{dt}$$

$$2m \ddot{x} \cdot \ddot{x} + 2M \ddot{x} \cdot \ddot{x} + 2k x \cdot \ddot{x} = 0, \text{ тогда}$$

$$(m+M) \ddot{x} + kx = 0 \quad \begin{array}{l} \text{имеет чре гармонический} \\ \text{колебаний} \end{array}$$

$$\ddot{x} + \frac{kx}{m+M} = 0, \text{ тогда } w = \sqrt{\frac{K}{M+m}}, \text{ а } T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{K}}$$

$$S = S_0 \cos \omega t \quad | \text{ найдем скорость } \omega, \text{ при уgn. пружинки } \theta = \frac{\pi}{3} \text{ ч}$$

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!

① При $t_0 = 86^\circ\text{C}$ Риас $\approx 60 \text{ кПа}$, тогда

$$P_0 = P_{\text{иас}} \quad P_{\text{парал}} = P_0 P_{\text{иас}} = \frac{2}{3} \cdot 60^\circ\text{C} = 40 \text{ кПа}$$

$$P_t = P_0 - P_{\text{иас}} = 150$$

$$P_Q = P_t + P_{\text{парал}}; P_t = P_0 - P_{\text{иас}} = 150 - 40 = 110 \text{ кПа}$$

② Из графика видно: пар становится насыщенным, т.е. начнет конденсироваться при $t^* \approx 46^\circ\text{C}$

③ В конце остыивания вод. пар насыщенным

$$P_{\text{парал}} \approx 10 \text{ кПа}, \text{ т.к. содержимое сосуда на ход.}$$

$$\text{но при этом, } P_2 + P_{\text{парал}} = P_t + P_{\text{парал}}$$

Запишем ур-е Менг.-Клапейрона

$$P_1 V_0 = \sqrt{R T_1}, \quad \text{тогда } T_1 = t_0 + 243 = 86 + 243 = 359 \text{ K}$$

$$T_2 = t + 243 = 46 + 243 = 319 \text{ K}$$

$$P_2 V = \sqrt{R T_2}$$

или

$$P_1 = \frac{\sqrt{R T_1}}{V_0}; P_2 = \frac{\sqrt{R T_2}}{V} \quad (4) \quad P_2 - P_1 = P_{\text{парал}} - P_{\text{парал}} = 30 \text{ кПа}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\sqrt{R T_1}}{\sqrt{R T_2}} = \frac{V_0}{V}$$

$$P_2 - P_1 = 30 \cdot 10^3, \text{ тогда}$$

$$\sqrt{R} \left(\frac{T_2}{V} - \frac{T_1}{V_0} \right) = 30 \cdot 10^3 \quad P_2 = 140 \text{ кПа}$$

$$\sqrt{R} \left(\frac{T_2 V_0 - T_1 V}{V \cdot V_0} \right) = 30 \cdot 10^3$$

$$\frac{P_1 V_0}{T_1} \cdot \frac{(T_2 V_0 - T_1 V)}{V \cdot V_0} = 30 \cdot 10^3$$

$$P_1 \left(\frac{T_2 V_0}{T_1 V} - 1 \right) = 30 \cdot 10^3$$

$$\frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{30}{110} + 1 = \frac{140}{110}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{T_2 \cdot 11}{14 \cdot T_1} = \frac{319 \cdot 11}{14 \cdot 359} =$$

Ответ: 1) 110 кПа; 2) 46°C ; 3) $\frac{3509}{5026}$



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

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

СТРАНИЦА
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 скорость максимальна, если

$$m\dot{V}_{max}^2 - 4m\dot{V}_0^2 = (f_0 - f_2)(-g) + (f_0 - f_2) \cdot g$$

$f_1 = f_2$ Выразим

$$\begin{cases} m\dot{V}_{min}^2 - 4m\dot{V}_0^2 = f_2 g - f_0 g \\ m\dot{V}_{max}^2 - 4m\dot{V}_0^2 = f_0 g - f_2 g \end{cases}$$

$$f_0 g = m\dot{V}_{max}^2 - 4m\dot{V}_0^2 + f_2 g$$

$$m\dot{V}_{min}^2 - 4m\dot{V}_0^2 = f_2 g - m\dot{V}_{max}^2 + 4m\dot{V}_0^2$$

Byz Такие

$$m\dot{V}_{max}^2 - 4m\dot{V}_0^2 =$$

Примем

$$4m\dot{V}_0^2 - m\dot{V}_{min}^2 = (f_2 - f_0)(-g) + (f_0 - f_2)g$$

$$m\dot{V}_{max}^2 - 4m\dot{V}_0^2 = (\cancel{f_0} - f_0)(-g) + (f_0 - f_2)g$$

$$m\dot{V}_{max}^2 + m\dot{V}_{min}^2 - 8m\dot{V}_0^2 = 0$$

$$\dot{V}_{max}^2 + \dot{V}_{min}^2 - 8\dot{V}_0^2 = 0 \rightarrow (\dot{V}_0 + \Delta\dot{V})^2 + (\dot{V}_0 - \Delta\dot{V})^2 - 8\dot{V}_0^2 = 0$$

$$m\dot{V}_{max}^2 - m\dot{V}_{min}^2 = (f_2 - f_0)(-g) + (f_0 - f_2)g$$

$$m\dot{V}_{max}^2 - m\dot{V}_{min}^2 = 2(f_2 - f_0) \cdot g$$

$$m\dot{V}_{min}^2 = f_2 g - f_0 g + 4m\dot{V}_0^2$$

$$m\dot{V}_{max}^2 = f_0 g - f_2 g + 4m\dot{V}_0^2$$

$$\Delta\dot{V}_{max} = \dot{V}_0 + \Delta\dot{V}$$

$$\dot{V}_{min} = \dot{V}_0 - \Delta\dot{V}$$

$$\dot{V}_{max} - \dot{V}_{min} = 2\Delta\dot{V} = 2\sqrt{3}\dot{V}_0$$

$$\text{Ответ: } 1) 2\dot{V}_0 \quad 2) 2\sqrt{3}\dot{V}_0$$

$$\begin{aligned} \dot{V}_0^2 + 2\dot{V}_0\Delta\dot{V} + \Delta\dot{V}^2 + \dot{V}_0^2 - 2\dot{V}_0\Delta\dot{V} + \Delta\dot{V}^2 &= 8\dot{V}_0^2 \\ 2\dot{V}_0^2 + 2\Delta\dot{V}^2 &= 8\dot{V}_0^2 \end{aligned}$$

$$2\Delta\dot{V}^2 = 6\dot{V}_0^2$$

$$\Delta\dot{V}^2 = 3\dot{V}_0^2$$

$$\Delta\dot{V} = \sqrt{3}\dot{V}_0$$

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

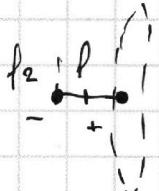


- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

Рассмотрим пролет при минимальной скорости


Будем считать потенциал поля f_0 в центре диполя f_0 , а на небольшом расстоянии от центра f

Тогда при пролете положительный заряд перемещается из f_0 в f

$$\Delta f = f_0 - f, \text{ отрицательный } f_2 \text{ в } f$$

$$\Delta f_2 = f_2 - f$$

Если диполь пролетает диск с минимальной скоростью, то при пролете через центр (смешение \rightarrow)

Вашел З.С.Э

Где m - масса заряда, а потенциал диска. Уд. точка-нуль)

$$c_0 - \left(\frac{m\Omega_0^2}{2} + \frac{m\Omega_0^2}{2} \right) = (0 - f) \cdot q + (0 - f) \cdot (-q)$$

$$-m\Omega_0^2 = -fq + fq$$

$$\left(\frac{mU^2}{2} + \frac{mU^2}{2} \right) - \left(\frac{m\Omega_0^2}{2} + \frac{m\Omega_0^2}{2} \right) = (0 - f) \cdot q + (0 - f) \cdot q$$

$$mU^2 - m\Omega_0^2 = 0, \text{ тогда } U^2 = \Omega_0^2$$

$$U = \Omega_0, \text{ следовательно}$$

Если диполь имеет скорость

$$2\Omega_0, \text{ то } U = 2\Omega_0$$

② Справедливо, что

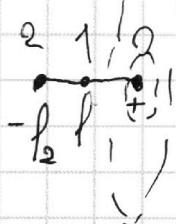
При таком положении скорость минимальна
в центре диска потенциал ~~меньше~~ f_0
(можно по аналогии рассмотреть сферу)

~~из симметрии~~

Предположим, что

Тогда по З.С.Э

$$m\Omega_{min}^2 = (0 - f_2) \cdot (-q) + (0 - f_0) \cdot q$$



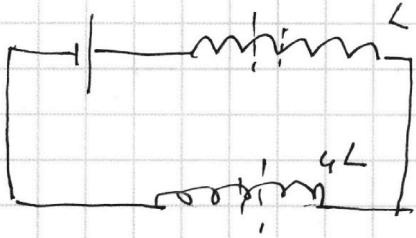


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$E_i = -S_1 \cdot n \frac{dB}{dt}, \text{ токи}$$

$$E_i + U_1 = U_2$$

$$E_i = U_1 + U_2$$

$$S_1 \cdot n \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt} + 4L \frac{dI}{dt}$$

$$\int -S_1 \cdot n dB = \int 5L dI, \text{ токи при } t \text{ от } 0, \text{ до } \frac{2}{6} C$$

$$-\left(B_0 - \frac{2B_0}{3}\right) = 5L(I_2) \quad t=0 \int = 0$$

$$S_1 \cdot n \frac{2B_0}{3} = 5L I_2 \quad I_2 = \frac{2B_0}{15L} S_1 \cdot n$$

Аналогично

$$-\left(0 - \frac{2}{3}B_0\right) = 5L(I_3 - I_2)$$

$$\frac{2}{3}B_0 S_1 \cdot n = 5L(I_3 - I_2)$$

$$\frac{2}{3}B_0 S_1 \cdot n = 5L I_3 - 5L I_2$$

$$5L I_3 = B_0 S_1 \cdot n$$

$$I_3 = \frac{B_0 S_1 \cdot n}{5L}$$

② Запишем З.С.З для участка $t=0 \rightarrow \frac{2}{3} C$

$$\frac{I_2^2}{2} + \frac{4L I_2^2}{2} = U_1 \cdot q_1, \text{ ток } U_1 = -S_1 \cdot n \frac{dB}{dt}, \text{ ток } \frac{dB}{dt} t=0 = -2$$

$$\Rightarrow U_1 = S_1 \cdot n \cdot 2$$

$$\frac{5L I_2^2}{2} = 2S_1 \cdot n \cdot q_1$$

$$\frac{5L I_2^2}{2} = U_1 S_1 \cdot n \cdot q_1 \Rightarrow q_1 = \frac{5L I_2^2}{4S_1 \cdot n} = \frac{5L \left(\frac{B_0 S_1 \cdot n}{15L}\right)^2}{4S_1 \cdot n} =$$



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
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!

$$q_1 = \frac{5 \cdot \frac{B_0^2 S_{1n}}{3 \times 5 \cdot 15 \cdot L}}{4} = \frac{B_0^2 S_{1n}}{180L}$$

Для группы участка $\frac{\partial B}{\partial t}_2 = -\frac{1}{2}$

$$\frac{LI_3^2}{2} + \frac{4LI_3^2}{2} - \left(\frac{LI_2^2}{2} + \frac{4LI_2^2}{2} \right) = I_2 = \frac{B_{1n}}{2}$$

$$= q_2$$

$$\frac{5LI_3^2}{2} - \frac{5LI_2^2}{2} = \cancel{B_0} \frac{S_{1n}}{2} \cdot q_2$$

$$\frac{5LI_3^2 - 5LI_2^2}{S_{1n}} = q_2 \quad | \quad q_2 = \frac{5L \left(\frac{(B_0 S_{1n})^2}{25L^2} - \frac{(B_0 S_{1n})^2}{15^2 L^2} \right)}{S_{1n}} =$$

$$= B_0^2 \left(\frac{S_{1n}}{5L} - \frac{S_{1n}}{45L} \right) = \frac{B_0^2 \cdot 8S_{1n}}{45L}$$

$$q_0 = q_1 + q_2 = \frac{B_0^2 S_{1n}}{180L} + \frac{4B_0^2 \cdot 8S_{1n}}{180L} = \frac{33B_0^2 S_{1n}}{180L}$$

Ответ: $\frac{33B_0^2 S_{1n}}{180L}$

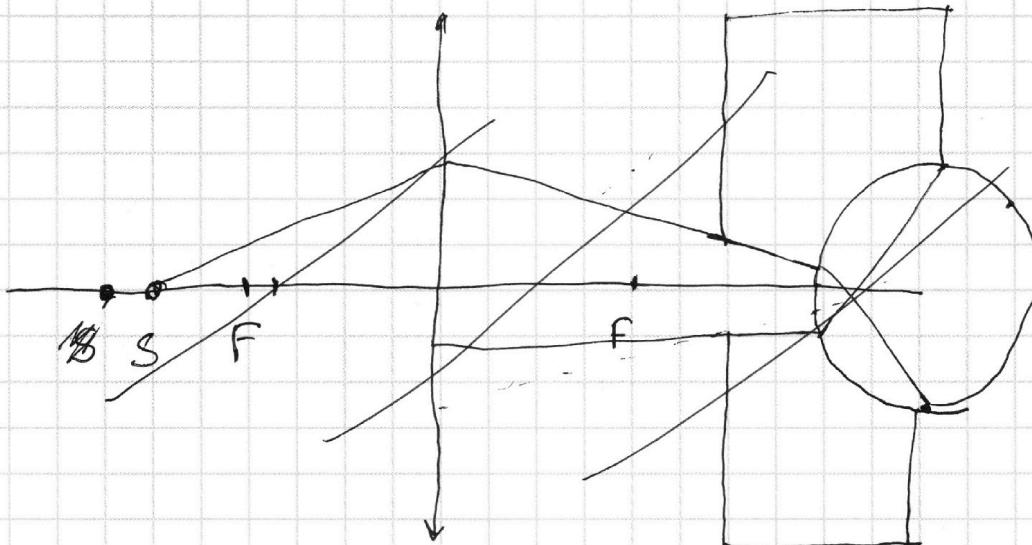


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

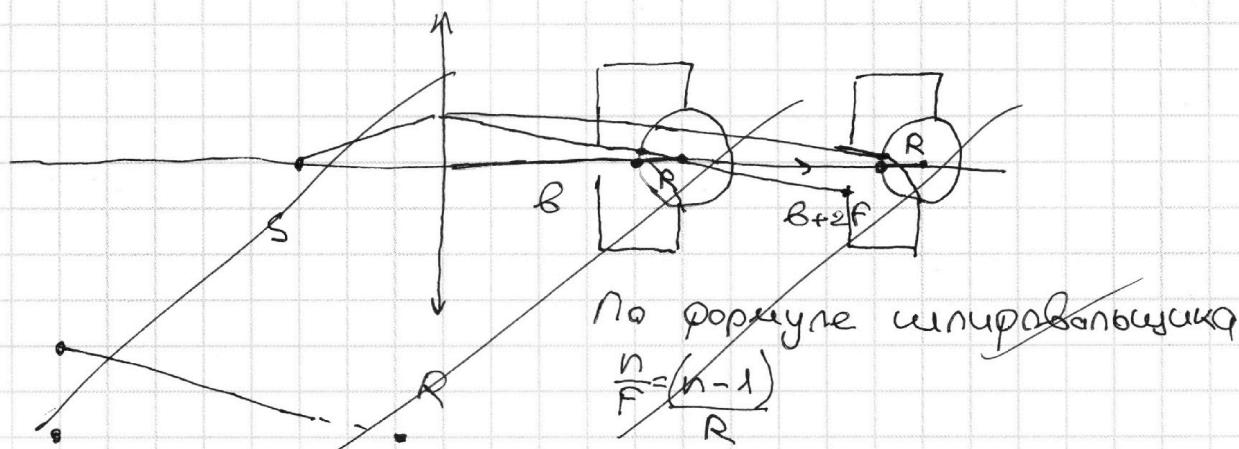
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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!



~~Т.к источник совпадает с изображением, то справедливо, что нельзя отметить никакой линии и сточник так,~~

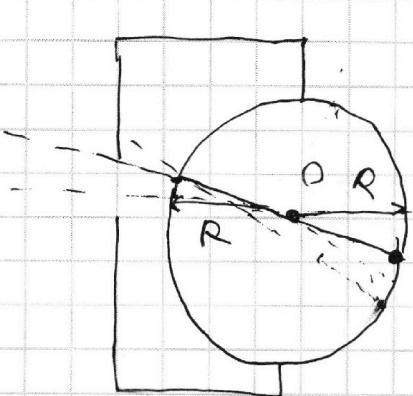




На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
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!



Т.к на расстоянии b
условие верно при любой
~~n~~ скажем, что n шара
 $= 1$

точка по формуле тонкой линзы
где источник внутри шара -
изображение от источника
и находится при этом
тогда b в центре

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{B+R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{B+R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{B+2F+R}$$

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

Воспользуемся формулой тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{B+R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{\frac{8F+3R}{3}}$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{1,5F} = \frac{3}{8F+3R}$$

$$\frac{\frac{1}{2}F}{1,5F^2} = \frac{3}{8F+3R}$$

$$8F+3R = 9F$$

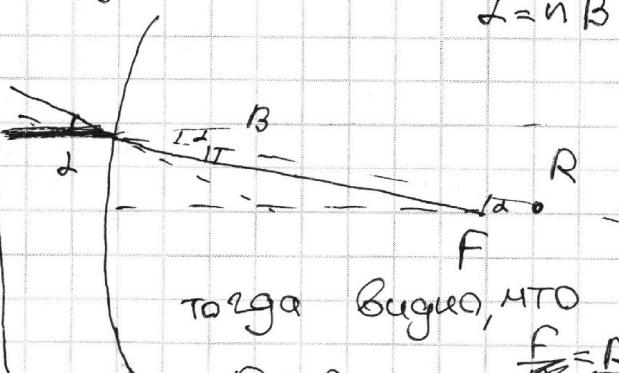
$$3R = F$$

$$R = \frac{F}{3}$$

П.2 Т.к в системе
линза-шар источник
совпад с изображением,
то относительно линзы он
находится на том же
расстоянии

будем считать шар-линзой,
где

$$L = nB$$



тогда видно, что

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

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

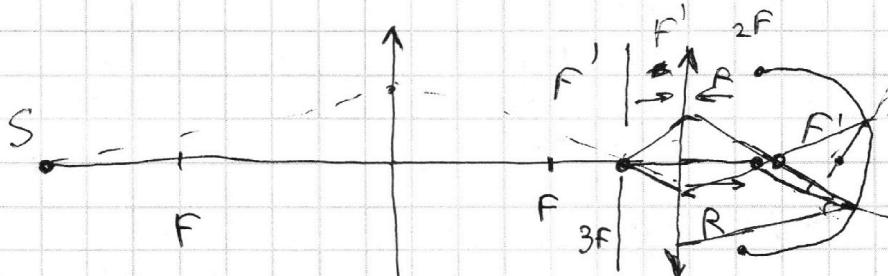


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

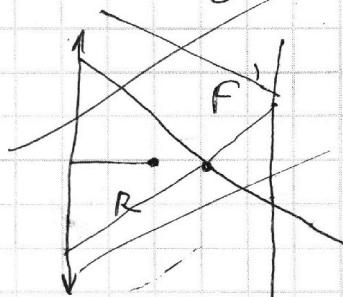
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
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!



т.к. все углы
锐角, то заменим экран зеркало



Запишем ур-е т-кои
линей для шара
из тонка $3F = l + 2F - R - F'$

$$3F = \frac{8F}{3} + 2F - R - nR$$

$$R(n+1) = \frac{5F}{3}$$

$$F(n+1) = \frac{5F}{3}$$

$$n = 4$$

Ответ: 1) $\frac{F}{3}$ 2) $F/1,2$

$$F + R = 2F$$

$$R + R = 2F$$

$$\frac{F}{3}(n+1) = 2F$$

$$R\left(\frac{l}{F} + 1\right) = 2F$$

$$\frac{F}{3}\left(\frac{l}{F} + 1\right) = 2F$$

$$(l + 1) = 6$$

$$(l + 1) = 5$$

$$\Rightarrow n = 1, 2$$



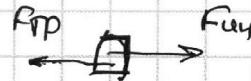
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 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!

Черновик

спринклер



$$m \ddot{x} - y mg = m \ddot{z} \quad | :m$$

$$\ddot{x} = kx - y mg \quad | :m$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 243 \\ 86 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\ddot{x} = kx - y mg \quad | :m$$

$$\frac{m}{m}(kx - y mg) - y mg = m \ddot{x}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 28 \\ \hline 39 \\ 28 \\ \hline 1 \end{array}$$

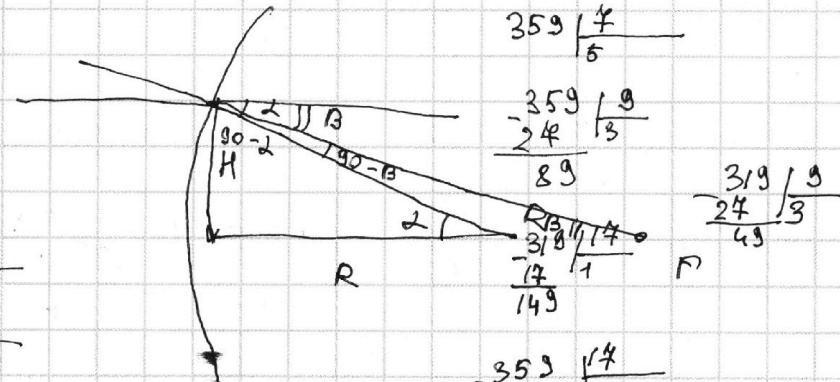
$$\frac{\mu m \omega_0^2}{2} - \frac{m \Omega^2 \sin^2}{2} = (f_2 - f) \cdot (-q)$$

$$-f_2 q + f q = \frac{1}{2} (\mu m \omega_0^2 - m \Omega^2 \sin^2) \quad | :39$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 33 \\ \hline 39 \end{array} \quad \begin{array}{r} 319 \\ 28 \\ \hline 39 \end{array}$$

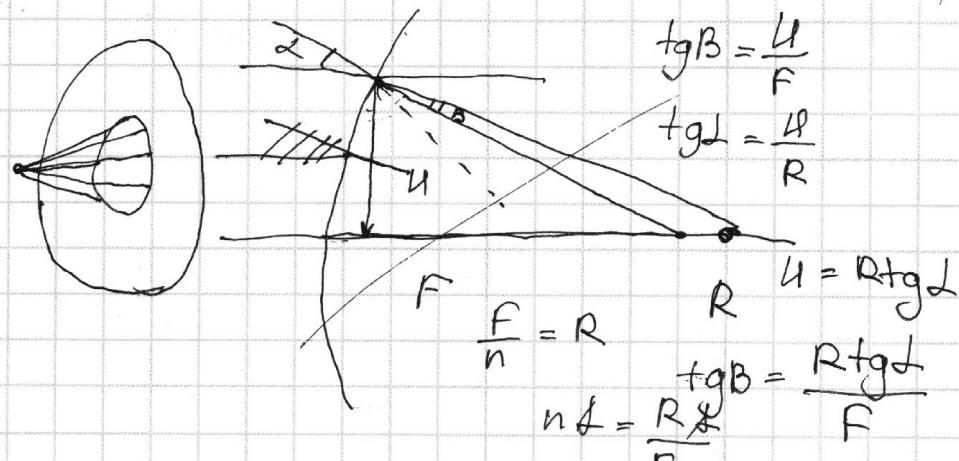
$$\begin{array}{r} 1 \\ 11 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ 359 \\ 14 \\ \hline 359 \\ 149 \\ 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 359 \\ 34 \\ \hline 19 \end{array}$$

7



$$\tan \beta = \frac{U}{F}$$

$$\tan \alpha = \frac{U}{R}$$

$$U = R \tan \alpha$$

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

$$\tan \beta = \frac{R \tan \alpha}{F}$$

$$n \alpha = \frac{R \tan \alpha}{F}$$

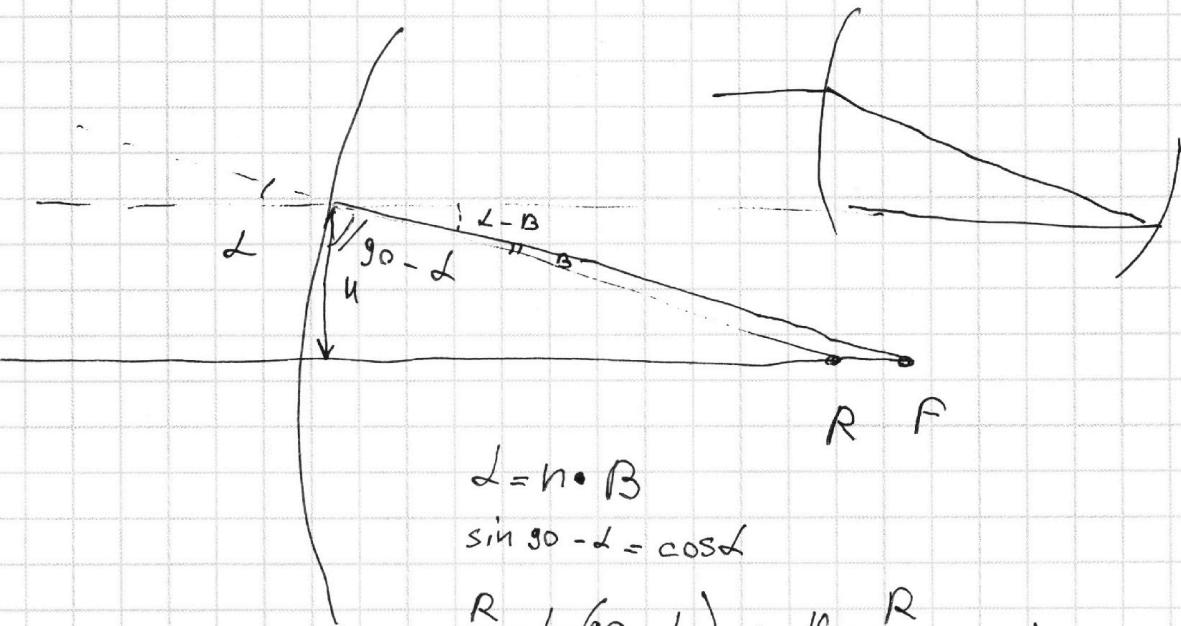


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 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!



$$\alpha = n \cdot \beta$$

$$\sin 90 - \alpha = \cos \alpha$$

$$\frac{R}{\alpha} = \tan(90 - \alpha) \Rightarrow \alpha = \frac{R}{\tan(90 - \alpha)}$$

$$\frac{F}{R} = \tan(90 - \alpha + \beta)$$

$$\frac{F}{R} = \tan(90 - n \cdot \beta + \beta)$$

$$\frac{F}{R} = \cot(\beta(n-1))$$

$$F = (n-1) \cdot R$$

