



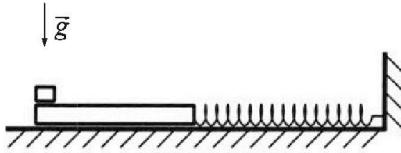
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой  $M = 4$  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  $k = 100$  Н/м, прикреплённая к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске  $\mu = 0,4$ . 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 первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах может считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

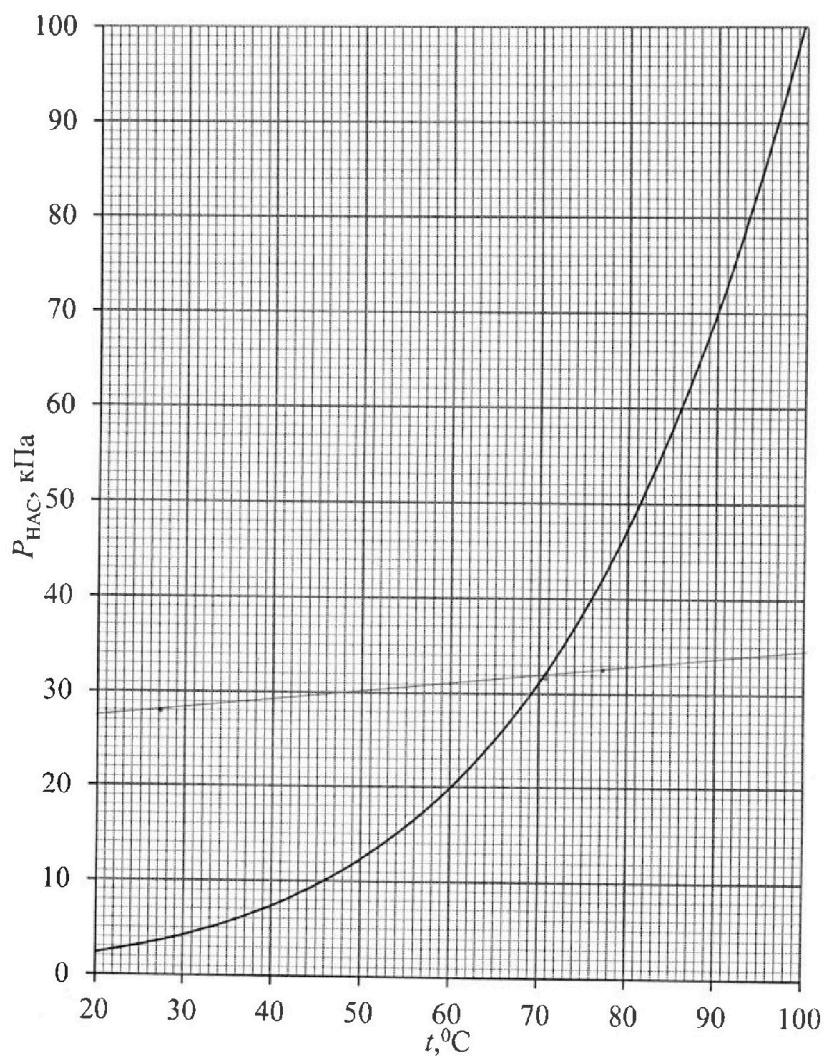


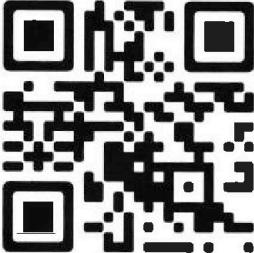
- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным 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 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры  $t = 90$  °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  $\phi$  в конце нагревания.

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





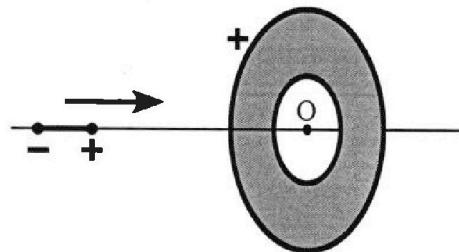
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 11-04

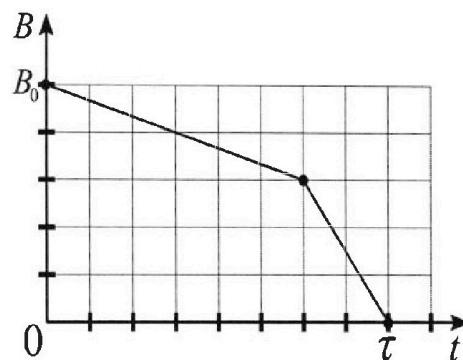
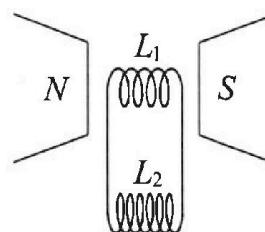
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. 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 3 раза и сообщают диполю начальную скорость  $V_0$ .

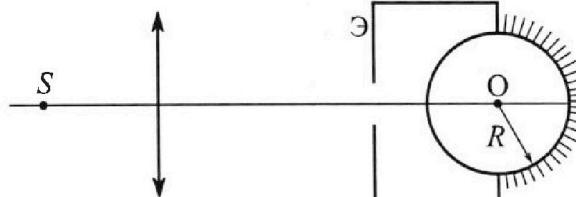


- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью  $L_1 = 5L$  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  $L_2 = 8L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр  $O$  прозрачного шара радиуса  $R$  и точечный источник  $S$ , удалённый от линзы на расстояние  $a = 4,5R$  (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  $b = 8R$ , 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  $\Delta = 3R$ , 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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .



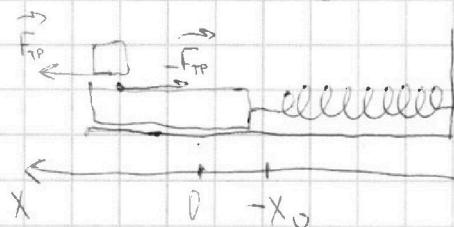
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
1 из 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!

1) Рассмотрим механическое вращение до горизонтальной брусков синтетич. матр. звук. отн. расп.  
 $\Rightarrow F_{\text{тр}}$  не будет менять напр. и будет const



Возьмем за горизонтальную ось начальное положение при котором пружина не растянута.

$$M\ddot{x} = k(-x) - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg = 0,7 mg$$

$$M\ddot{x} + k\left(x + \frac{F_{\text{тр}}}{k}\right) = 0 \quad \text{Выделим, что движение не гармон.}$$

$$z = x + \frac{F_{\text{тр}}}{k} \Rightarrow \ddot{z} = \ddot{x}$$

$$M\ddot{z} + kz = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$z = B \cos \omega t + C \sin \omega t$$

$$\dot{z} = -B\omega \sin \omega t + C\omega \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = -B\omega^2 \cos \omega t - C\omega^2 \sin \omega t$$

$$z(0) = x(0) + \frac{F_{\text{тр}}}{k} = -x_0 + \frac{F_{\text{тр}}}{k} \Rightarrow B = \frac{F_{\text{тр}}}{k} - x_0$$

$$\dot{z}(0) = \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow C = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решения 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  
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!

По условию когда скорость бруска и доски равны и сокращ. (отн. съ. нач.), ускорение доски равно 0.

$$\ddot{z} = 0 \Rightarrow \cancel{\ddot{x}} z = 0 \Rightarrow x = -\frac{F_{TP}}{k}$$

$\ddot{z} = 0$  в нач. вр.  $t = \frac{\pi}{2w} \Rightarrow$  м.р. на брусков действует только сила трения  $a_{BP} = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \ddot{y} \left( \frac{\pi}{2w} \right) = \mu g \cdot \frac{\pi}{2w}$$

$$\ddot{y}_A = \ddot{z} \left( \frac{\pi}{2w} \right) = \left( x_0 - \frac{F_{TP}}{k} \right) w$$

$$\mu g \cdot \frac{\pi}{2w} = \left( x_0 - \frac{F_{TP}}{k} \right) w$$

$$\frac{\mu g \pi}{2w^2} + \frac{F_{TP}}{k} = x_0$$

$$x_0 = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 100} + \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 10}{100} = 0,28 \text{ м} = 28 \text{ см} \Rightarrow B = 904 - 0,28 = -0,24$$

$$a_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow a = \mu g = \ddot{z}$$

$$\mu g = \cancel{F_{BP}} - B w^2 \cos wt$$

$$0,4 \cdot 10 = 0,24 \cdot \frac{100}{4} \cos wt$$

$$12,5 = 25 \cos wt \Rightarrow \cos wt = 0,5 \Rightarrow z = B \cos wt$$

$$x = B \cos wt - \frac{F_{TP}}{k} = -0,24 \cdot 0,5 - 0,04 = -0,16 \Rightarrow \text{ударил } 16 \text{ см}$$



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 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!

$$2) a_0 = \ddot{z}(0) = -Bw^2 = -(0,24) \cdot 25 = 6 \text{ м/с}^2$$

3) В ~~этом~~ первом пункте мы нашли, что

когда  $a_{\text{отн}}$  впервые равна нулю:  $\cos \omega t = 0,5 \Rightarrow t = \frac{\pi}{3\omega}$

sin  $\omega t$  в этом моменте равен  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

$$y = \dot{z}\left(\frac{\pi}{3\omega}\right) = -Bw \sin \omega t = 0,24 \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,24 \cdot 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= 1,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,6\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 16 см; 2) 6 м/с<sup>2</sup>; 3) 0,6 $\sqrt{3}$  м/с



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  
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) В нач. момента масса пара  $m$ , в конце масса пара  $(m + zm) = 8m$

$$k = \frac{8m}{m} = 8$$

$$2) P_{\text{пар}}(t_0) \cdot V = 2JR t_0 = \frac{2R}{V} = \frac{P_{\text{пар}}(t_0)}{t_0} = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

$$P_{\text{пар}}(t^*) \cdot V = 8JR t^*$$

$$P_{\text{пар}}(t^*) = 8 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot t^* = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} t^*$$

Построим прямую  $P_{\text{пар}}(t^*)$  на графике.

Пересечение этой прямой с ур. давл. насыщ. пары будет температурой

$$P_{\text{пар}}(300 \text{ К}) = 28 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{пар}}(350 \text{ К}) = \frac{28 \cdot 3,5}{3} = 32,67 \text{ кПа}$$

Пересечение в  $71^\circ\text{C} \Rightarrow$  испар. вода прекр при темп.  $71^\circ\text{C}$

3) Когда вся вода испарится, при нагреве пар будет вести себя как однокомпонентная смесь.



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!

Темпер. исп. при  $71^{\circ}\text{C} = 344\text{ K}$ , давл.

в этом мольберте 32 кПа

$$30^{\circ}\text{C} = 363\text{ K}$$

$$P(30^{\circ}\text{C}) = \frac{363}{344} \cdot 32 \approx 32,22\text{ kPa}$$

$$P_{\text{нн}}(30^{\circ}\text{C}) = 70\text{ kPa}$$

$$\varphi = \frac{P(30^{\circ}\text{C})}{P_{\text{нн}}(30^{\circ}\text{C})} = \frac{32 \cdot 363}{344 \cdot 70} \approx 48,23\%$$

Ответ: 1) 8; 2)  $71^{\circ}\text{C}$ ; 3) 48,23%



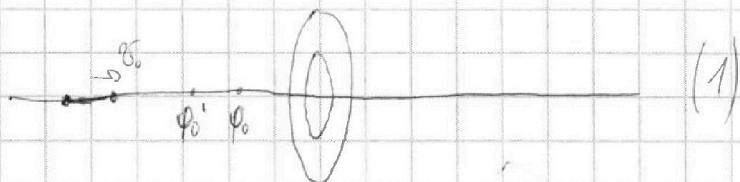
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

1)



(1)

Заметим, что когда центр диска совпадает с центром диска, то из-за симметрии потенциалы получим одинаково и для погр. плоскостей равны  $\Rightarrow W_{\text{en}} = 0$

Погр. уравнение ЗСЭ:

$$\frac{2mV_0^2}{2} - 0 + \frac{2mU^2}{2} \Rightarrow U = V_0$$

2) Если  $V_0$  это мин. скорость, необходимая для прохождения диска, то это то есть токи в некоторой  $W_{\text{en}} \rightarrow \max$ . Пусть в этой токе перемещаются заряды

равные  $\varphi_0$  и  $\varphi_0'$  (см рис. 1). Тогда:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = q\varphi_0 + (-q)\varphi_0'$$

Тогда при изменении зарядов:

$$\frac{2mV_0^2}{2} = \frac{q\varphi_0}{3} - \frac{q\varphi_0'}{3} + \frac{2mV^2}{2}$$

$$\frac{2}{3}V_0^2 = V^2 \Rightarrow V = V_0 \sqrt{\frac{2}{3}}$$



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

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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

В данной задаче  $V$  явл. мин. скручив.,  
т.к.  $W \rightarrow \text{MAX}$

$$\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{U_0}{U_0 \sqrt{\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}.$$

Отвѣт: 1)  $U_0$ , 2)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$ .



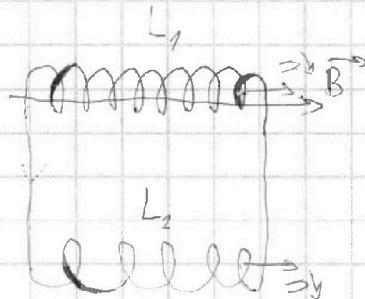
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

1) Определить Векторы нормали к поверхности катушки:



Запишем закон сохр. потока:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 (I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n)$$

$$BS_1n = 5LI_0 + 8LI_0$$

$$BS_1n = 13LI_0$$

$$I_0 = \frac{BS_1n}{13L}$$

2)  $\Phi = BS_1n$

$$\mathcal{E} = -\dot{B}S_1n$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{0,4B_0}{0,75T} S_1n$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{0,6B_0}{0,25T} S_1n$$



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

Для изменения времени  $0 - 0,75\text{C}$ :

$$\frac{0,4B_0}{0,75\text{C}} S_1 n - 8L \ddot{q}_1 = 0$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15\text{C} L}$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15\text{C} L} \cdot 0,75\text{C} - 0,75\text{C} = \frac{B_0 S_1 n \cdot 8}{15L \cdot 16} = \frac{3B_0 S_1 n \text{C}}{80L}$$

Для  $0,75\text{C} - 0,25\text{C}$ :

$$\frac{0,6B_0}{0,25\text{C}} S_1 n - 8L \ddot{q}_2 = 0$$

$$\ddot{q}_2 = \frac{6B_0 S_1 n}{20\text{C} L}$$

$$\ddot{q}_2 = \frac{6B_0 S_1 n}{20\text{C} L} \cdot \frac{1}{4}\text{C} - \frac{1}{4}\text{C} = \frac{3B_0 S_1 n \text{C}}{160L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{9B_0 S_1 n \text{C}}{160L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{B_0 S_1 n}{15L}; 2) \frac{9B_0 S_1 n \text{C}}{160L}$$



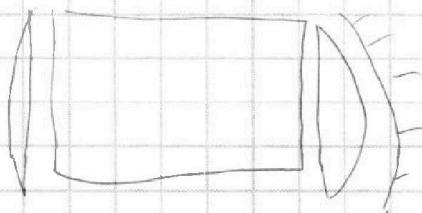
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

Разобьем шар, а точнее его тонкий срез  
на систему из двух полусфер.  
или, прост. пары полус. издр.



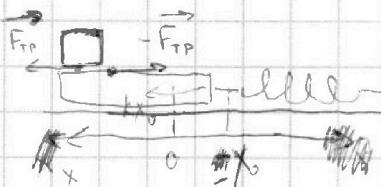


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$M \ddot{x} = k(-x) - F_{TP}$$

$$M \ddot{x} + kx + F_{TP} = 0$$

$$M \ddot{x} + k \left( x + \frac{F_{TP}}{k} \right) = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{M} \left( x + \frac{F_{TP}}{k} \right) = 0$$

$$\ddot{z} + \frac{k}{M} z = 0 \quad z = x + \frac{F_{TP}}{k}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{25} \text{ c}^{-1}$$

$$z = B \cos \omega t + C \sin \omega t$$

$$\dot{z} = -B\omega \sin \omega t + C\omega \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = -B\omega^2 \cos \omega t - C\omega^2 \sin \omega t$$

$$z(0) = x(0) + \frac{F_{TP}}{k} = -x_0 + \frac{F_{TP}}{k} \Rightarrow B = \frac{F_{TP}}{k} - x_0$$

$$\dot{z}(0) = \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow C = 0$$

$$\ddot{z} = \left( x_0 - \frac{F_{TP}}{k} \right) \frac{k}{M} \cos \omega t$$

$$\ddot{z} = 0 \Rightarrow z = 0 \Rightarrow x = -\frac{F_{TP}}{k}$$

$$\frac{-2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 4}{100} + \frac{0,4 \cdot 110}{100} =$$

$$\frac{-2 \cdot 3 \cdot 4 + 4}{100} = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{0,4 \cdot 110}{100} - 0,28 = -0,24$$

$$t = \frac{\pi}{2\omega} \Rightarrow \omega_{TP} = t \cdot 0,4$$

$$\ddot{z} = 0,4 - 0,24 \cos 4$$

$$\ddot{z} = (0,28 - 0,04) \cdot \frac{100}{4} \cos 4t = 0,4$$

$$25 \cos 4t = \frac{0,4}{0,24} = 1,25$$

$$\cos 4t = 0,05 \Rightarrow z = -0,24 \cdot 0,05 = -0,012$$

~~$$z = \left( x_0 - \frac{F_{TP}}{k} \right) \omega$$~~

$$\frac{1,25 \cdot 10^3}{12500} \cdot 0,05$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ 24 \\ \hline 1,25 \\ -1,20 \\ \hline 50 \\ -48 \\ \hline 20 \\ -16 \\ \hline 4 \end{array}$$



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

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

$$x = (-0,24 \cdot 0,05 - 0,04) M = (-0,24 \cdot 5 - 4) M = (-1,2 - 4) M = -6,2 \text{ см}$$

$\downarrow$   
6,2 см влево.

$$\ddot{z} = -Bw^2 \cos \omega t$$

$$a_0 = \ddot{z}(0) = -(-0,24) \cdot 25 \cdot 1 = \cancel{-} 6 \text{ m/s}^2$$

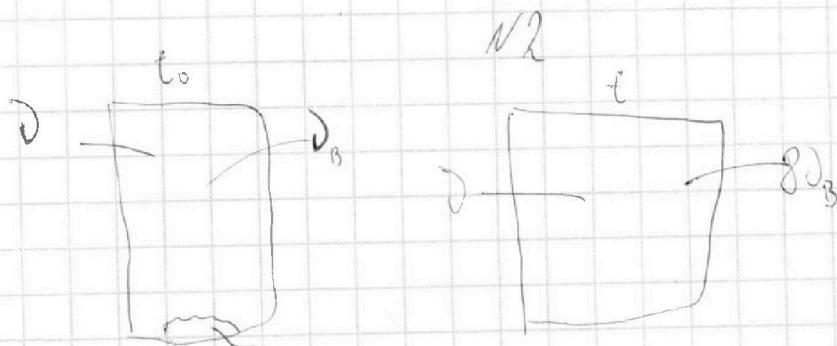
$$\begin{array}{r} \times 0,24 \\ \quad 25 \\ \hline 120 \\ + 48 \\ \hline 6,00 \end{array}$$

$$\cos \omega t = 0,05$$

$$y = \dot{z} = -Bw \sin \omega t = -Bw \sqrt{1-0,0025} =$$

$$= +0,24 \cdot \sqrt{25} \cdot \sqrt{0,9975} = 0,24 \cdot 5 \cdot \sqrt{0,9975} = 1,2 \cdot \sqrt{0,9975} = \sqrt{1,4364} \text{ m/s}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,9975 \\ \quad 144 \\ \hline 39900 \\ + 39900 \\ \hline 1436400 = 1,4364 \end{array}$$



$$m_1 = m$$

$$m_2 = 8m \Rightarrow k = \frac{8m}{m} = 8$$

$$(P_F + P_{B2}) + (P_F/t)$$



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!

$$P_{\text{нп}}(t_0) V = \rho R t_0 \Rightarrow \rho = \frac{P_{\text{нп}}(t_0)}{V} = \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}}$$

$$P_{\text{нп}}(t^*) V = \rho R t^*$$

$$8 \cdot 3,5 = 24,4 \approx 28$$

$$P_{\text{нп}}(t^*) = 8 \cdot \frac{3,5 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot t^* = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \cdot t^*$$

$$P_{\text{нп}}(300 \text{ К}) = 28 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{нп}}(350 \text{ К}) = \frac{28 \cdot 3,5}{3} \text{ кПа} =$$

Пересечение в  $71^\circ\text{C} \Rightarrow$

$\Rightarrow$  темп. при  $71^\circ\text{C}$

Давление в этом моменте  $32 \text{ кПа}$

$$P_k = 32 \cdot \frac{363}{344}$$

~~28,35~~

$$\begin{array}{r} 3,5 \\ \times 28 \\ \hline 280 \\ + 70 \\ \hline 98,0 \end{array}$$

$$\frac{98}{3} = 32,67 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ \overline{71} \\ \hline 344 \text{ К} \end{array}$$

$$P_{\text{нп}}(363 \text{ К}) = P_{\text{нп}}(30^\circ\text{C}) = 20 \text{ кПа}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ \overline{90} \\ \hline 363 \end{array}$$

$$\Psi = \frac{32 \cdot 363}{70 \cdot 344} = \frac{4 \cdot 363}{70 \cdot 43} = \frac{1452}{3010} \approx 48,23\%$$

$$\begin{array}{r} 363 \\ \times 4 \\ \hline 1452 \end{array} \quad \begin{array}{r} 43 \\ \times 70 \\ \hline 3010 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14520 \\ 12040 \\ \hline 24800 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3010 \\ 04823 \\ \hline 24800 \\ 7200 \\ -6020 \\ \hline 11800 \\ -9030 \\ \hline 2770 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34418 \\ -32143 \\ \hline 24 \\ -24 \\ \hline 0 \end{array}$$



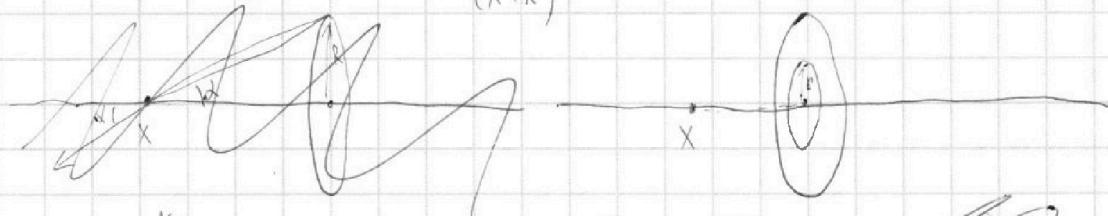
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

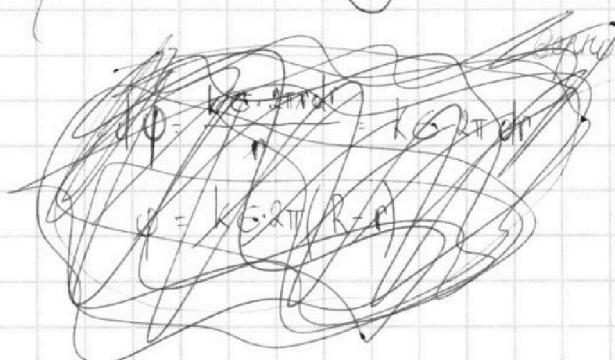
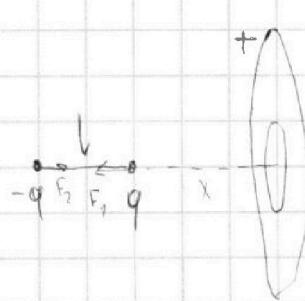
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

$$dE = \frac{k\lambda dl}{R^2+x^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2+R^2}} \Rightarrow E = \frac{k\lambda x}{(x^2+R^2)^{3/2}} \cdot 2\pi R$$



~~$d\Phi = k$~~



~~$E = \frac{k\lambda}{2\pi R} \cdot \frac{2\pi R}{R^2+x^2}$~~ 

$$\lambda = G dR$$

$$\frac{2k\pi G}{\sqrt{r^2+x^2}} - \frac{2k\pi G}{\sqrt{r^2+(x+l)^2}} = \frac{2k\pi G(x+l)}{\sqrt{r^2+(x+l)^2}} - \frac{2k\pi G(x+l)}{\sqrt{r^2+(x+l)^2}}$$

$$dE = \frac{kx 2\pi r G}{(x^2+r^2)^{3/2}} \cdot dr = \frac{kx\pi G}{(x^2+r^2)^{3/2}} d(r^2+x^2)$$

$$\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}} - \frac{x+l}{\sqrt{r^2+(x+l)^2}} = \frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}} - \frac{x+l}{\sqrt{r^2+(x+l)^2}}$$

$$E = \frac{1}{-0,5} \cdot kx\pi G \cdot (x+r^2)^{-\frac{1}{2}} \Big|_{r^2+x^2}^{R^2+x^2} =$$

$$\frac{\sqrt{x^2+r^2/(x+l)^2}}{r^2/(x+l)^2} = \frac{\sqrt{(r^2+x^2)/(r^2+(x+l)^2)}}{r^2/(x+l)^2}$$

$$= \frac{-2kx\pi G}{\sqrt{r^2+x^2}} + \frac{2k\pi G}{\sqrt{r^2+x^2}}$$

$$\sqrt{(r^2+x^2)/(r^2+(x+l)^2)}$$



$$\frac{2mU_0^2}{2} = q\varphi_0 - q\varphi_0'$$

$$\frac{2mU_0^2}{2} = \frac{q}{3}\varphi_0 - \frac{q}{3}\varphi_0' + \frac{2mU^2}{2}$$



При прохождении через центр  $\varphi_0' = -\varphi_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow W_{el} = 0 \Rightarrow U = 0$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отмьте 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!

$$U_0^2 = \frac{m\omega^2}{3} + \mu U^2$$

$$U^2 = \frac{2}{3} U_0^2 \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2}{3}} U_0$$

~~$$\mu^2 = \frac{qU_0^2}{9} - \frac{2\omega^2}{3}$$~~

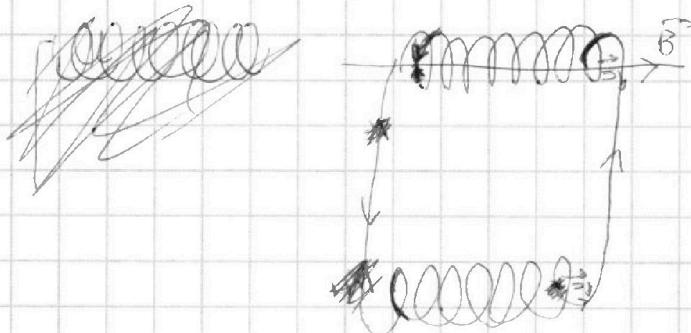
$$\frac{U_0}{U} = \frac{3}{2\sqrt{2}}$$

$$\frac{U_0}{U} = \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

N4

$$L = \frac{Q}{I} \Rightarrow \Phi = LI$$

$$\varepsilon = -LI$$



$$\Phi = BS_1 n$$

$$\varepsilon = -BS_1 n$$

$$BS_1 n = 8I - 5LI_0 + 8LI_0 = +3LI_0$$

$$\varepsilon_1 = \frac{0.4B_0}{0.75T} S_1 n$$

$$|I_0| = \frac{BS_1 n}{3L}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0.6B_0}{0.25T} S_1 n$$

$$\frac{0.4B_0 S_1 n}{0.75T} = 8L \ddot{q}_1$$

$$\frac{0.6B_0 S_1 n}{0.25T} = 8L \ddot{q}_2$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15T L}$$

$$\frac{6B_0 S_1 n}{10 \cdot 2T L} = \ddot{q}_2 = \frac{6B_0 S_1 n}{20T L}$$

$$\ddot{q}_1 = \frac{B_0 S_1 n}{15L}$$



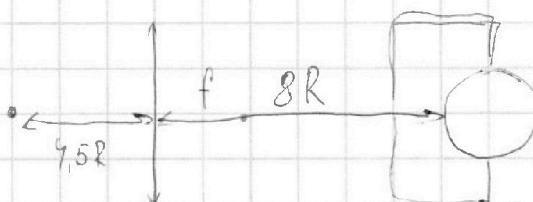
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

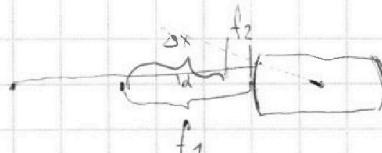
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{4,5R} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4,5R - F}{4,5RF} \Rightarrow f = \frac{4,5RF}{4,5R - F}$$



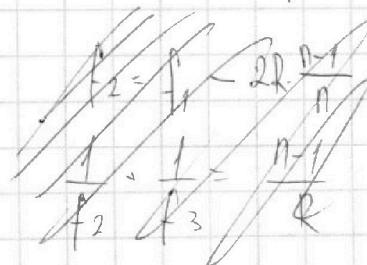
$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{1}{R}$$

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

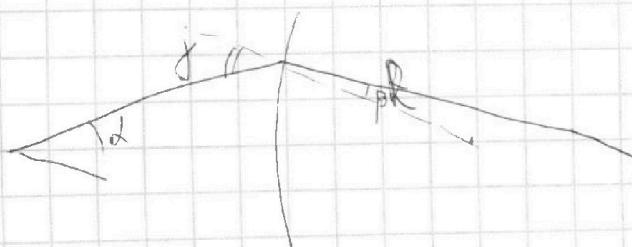
$$\Delta x = 2R \frac{n-1}{n}$$

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

$$f' = \frac{\frac{1}{R} - \frac{1}{8R-f}}{n-1} = \frac{R(8R-f)}{(n-1)(8R-f) - R}$$



$$f_2 = f - 2R \frac{n-1}{n}$$



$$\gamma = n \beta$$