



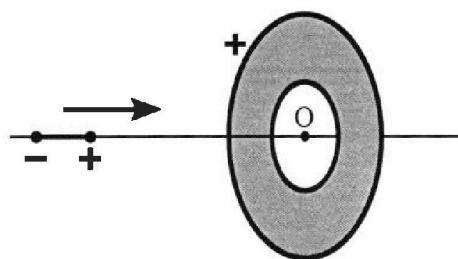
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

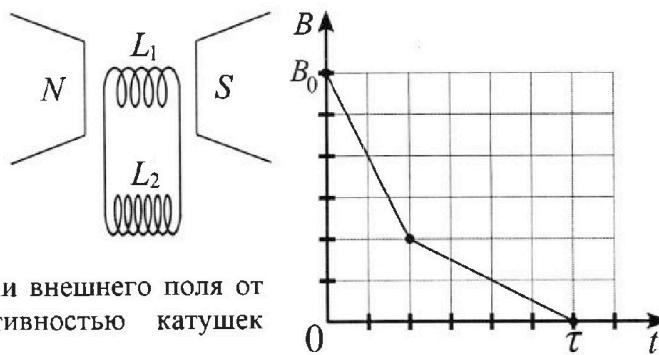
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $2V_0$ .



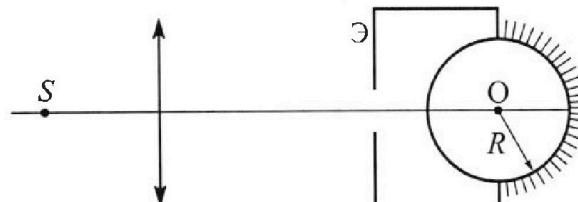
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $\tau$ . 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  $\alpha$  лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

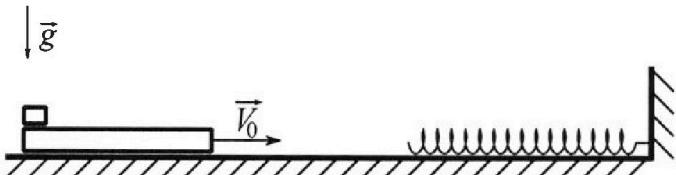


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**  
**Вариант 11-01**



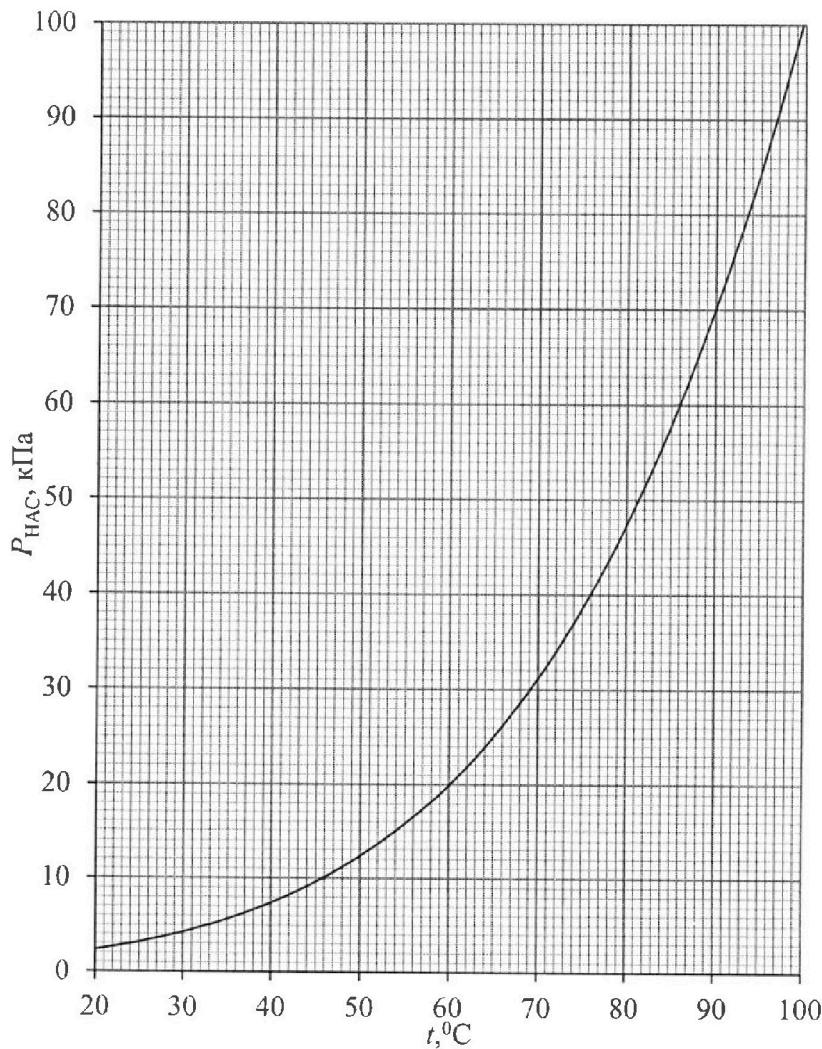
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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/с<sup>2</sup>. 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.



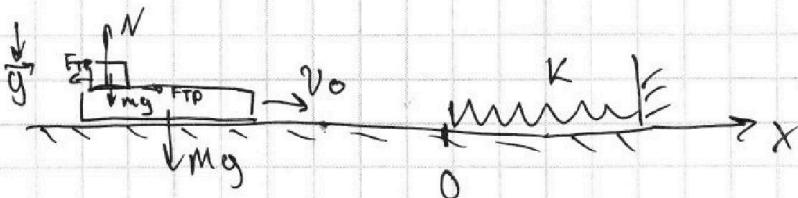
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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.



а) только в зоне

в точке контакта  
с пружиной

1.) Точка контакта с пружиной:

Доска:

23 Н ох:

$$F_{TP} - Kx = M a_m$$

Брусков:

23 Н ох:

$$-F_{TP} = m a_m$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$F_{TP} \leq \mu N$$

Перенесём в НесКО доски:

$$ox: -F_{TP} - m a_m = 0 \quad \begin{matrix} \leftarrow \\ \text{Брускок покончил} \\ \text{отм. доски} \end{matrix}$$

$L'$

$$-F_{TP} - \frac{m}{M} (F_{TP} - Kx) = 0$$

$$F_{TP} \left( 1 + \frac{m}{M} \right) = \frac{m}{M} Kx$$

$$F_{TP} = \frac{m}{m+M} \cdot Kx \leq \mu mg$$

$$\text{искомое значение} \rightarrow x_0 = \frac{\mu (M+m)g}{K} = \frac{0.3 \cdot 3 \cdot 10}{27} = \boxed{\frac{1}{3} (м)}$$



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 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) Система „Бруск + гостя“

$$0x: -kx = (m+M) \ddot{x}$$

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

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

$$x = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right) + B \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right)$$

$$x(0) = 0 = B$$

$$\dot{x} = v = \sqrt{\frac{k}{m+M}} \cdot (A \cdot \cos(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t))$$

$$v(0) = v_0 = A \cdot \sqrt{\frac{k}{m+M}} \Rightarrow A = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$x(t) = x_0 = \frac{\mu(m+M)g}{K} = v_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+M}} t\right) = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{27}{3}} t\right) = \frac{0.3 \cdot 10}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{27}}$$

$$\sin(3t) = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow 3t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{18} \approx \frac{1}{36} \text{ с}$$



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.

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

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!

3.) Найдём  $x_{max}$  - максимальное сжатие пружины

$$x = v_0 \sqrt{\frac{m+m}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m+m}} \cdot t\right)$$

$$x_{max} = v_0 \sqrt{\frac{m+m}{k}}$$

л''

ox:

$$\mu mg - k \cdot x_{max} = M a_m$$

$$a_m = \frac{\mu mg - v_0 \sqrt{k(m+m)}}{M}$$

$$a_m = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10 - 2 \cdot \sqrt{27 \cdot 3}}{2} =$$

$$= \frac{3 - 2 \cdot 9}{2} = \frac{3 - 18}{2} = -\frac{15}{2} = -7,5 \text{ м/c}^2$$

Ответ:  $x_0 = \frac{1}{3} \text{ м} \approx 0,33 \text{ м}; t = \frac{1}{6} \text{ с} \approx 0,167 \text{ с}; |a| = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$   
против оси ox

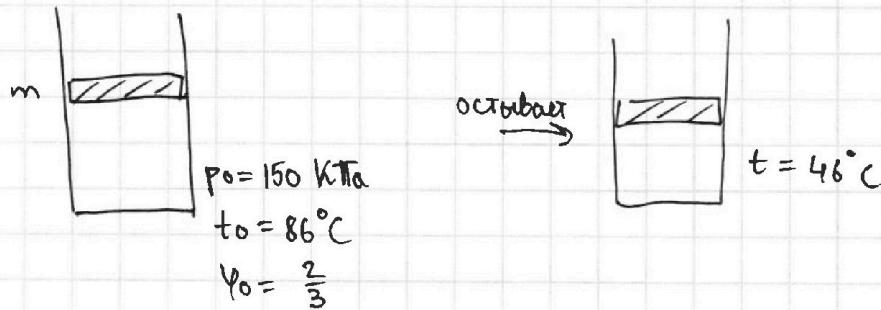
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

№2.



1.)  $P_0 = P_1 + P_{c1}$ , где  $P_{c1}$  – давление сухого воздуха в начале

$$\varphi_0 = \frac{2}{3} = \frac{P_1}{P_H(t_0)} \Rightarrow P_1 = \frac{2}{3} P_H(t_0) = \frac{2}{3} \cdot 60 = \boxed{40 \text{ (kPa)}}$$

$\swarrow$       ↑  
 определили из  
 данного графика

$$P_{c1} = 150 - 40 = 110 \text{ (kPa)}$$

$\bar{V}_{c1}$  – количество сухого воздуха;  $\bar{v}_1$  – количество пара в начале

$$\begin{aligned} P_1 \cdot V_0 &= \bar{v}_1 R T_0 \\ P_{c1} \cdot V_0 &= \bar{V}_{c1} R T_0 \end{aligned} \Rightarrow \frac{P_1}{P_{c1}} = \frac{\bar{v}_1}{\bar{V}_{c1}} = \frac{4}{11}$$

2.) Конденсация наступает, когда  $\varphi = 100\% \Rightarrow \varphi = \frac{P_n^*}{P_H(t^*)}$

При массовом конденсации находятся газ  $\Rightarrow$  можно считать, что парциальное давление содержимого постоянно

$$\overset{\swarrow}{P_{c1}^*} + P_n^* = P_0$$

$$P_{c1}^* \approx V = \bar{v}_1 R T^* ; \quad P_n^* \cdot V = \bar{v}_1 R T^* \Rightarrow \frac{P_{c1}^*}{P_n^*} = \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_1} = \frac{11}{4}$$



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  
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!

$$P_C^* = \frac{11}{4} P_H^* \Rightarrow \left(\frac{11}{4} + 1\right) P_H^* = P_0$$

$$\frac{15}{4} P_H^* = P_0 \Rightarrow P_H^* = \frac{4}{15} P_0 = 40 \text{ kPa}$$

Если  $\gamma = 1$ , то  $P_H^* = P_H^*$

$$P_H^* = 40 \text{ kPa}$$

из графика

$t^* = 76^\circ\text{C}$

3.) В дальнейшем процессе пар остается насыщенным

давления  $\rightarrow P_2 = P_H(t) = 10 \text{ kPa}$

↓

$$P_{C2} = P_0 - P_2 = 140 \text{ kPa}$$

давление  
сухого воздуха  
в конусе

$$P_{C2} \cdot V = \dot{V}_c \cdot R T$$

$$P_{C1} \cdot V_0 = \dot{V}_c R T_0 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_{C1} \cdot T}{P_{C2} \cdot T_0} = \frac{110 \cdot (273+86)}{140 \cdot (273+46)} = \frac{359}{14 \cdot 29} = \frac{359}{406} \approx 0,88$$

Ответ:  $P_1 = 40 \text{ kPa}$ ;  $t^* = 76^\circ\text{C}$ ;  $\frac{V}{V_0} = \frac{359}{406} \approx 0,88$



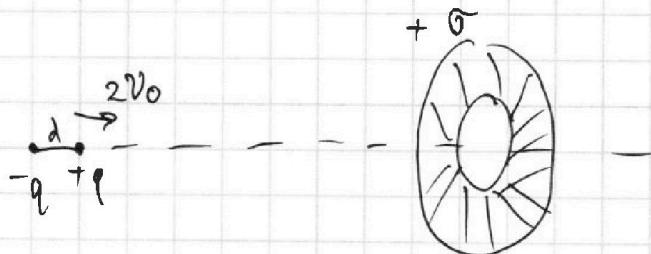
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

53.



m - масса каждого шарика

$\Omega$  - пов. скорость  
заряда на диске

d - длина диполя

q - заряд диполя

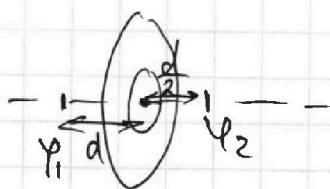
Минимальная начальная скорость диполя  $v_0$ , эта ситуация соответствует моменту, когда диполь будет иметь скорость ноль и когда положительный заряд диполя расположится в плоскости диска.

1) ЗСЭ:

$$\frac{2mV_0^2}{2} \cancel{\neq} + A_1 = 0 \quad \text{т.к. миним. скорость}$$

$\cancel{\neq}$

, где  $A_1$  - работа электр. сил.



$\Psi_d$  - потенциал в центре диска  
 $\Psi_1$  - потенциал, создаваемый диском на расстоянии d от центра

$\Psi_2$  - на расстоянии  $\frac{d}{2}$  от центра

В эту стадию радиус диска потенциал в его центре равен нулю.

Также считают, что  $\Psi_\infty = 0$

$$A_1 = q(0 - \Psi_d) - q(0 - \Psi_1)$$

$$A_1 = q(\Psi_1 - \Psi_d)$$

$$\Psi_1 \approx -\frac{mV_0^2}{2d}$$

$$q(\Psi_1 - \Psi_d) = mV_0^2$$



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  
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!

Задача:

$$\frac{2m(2V_0)^2}{2} + A_2 = \frac{2mV^2}{2}, \text{ где } A_2 - \text{работка электр. силы}$$

по перемещению  
диполя так, чтобы  
его центр совпал с  
центром диска

↙

$$A_2 = q(0 - \varphi_2) - q(0 - \varphi_2) = 0$$

↙

$V = 2V_0$

2.) Максимальная скорость  $v$  диполя будет в положении, когда  $-q$  в центре диполя, а  $+q$  на расстоянии  $d$  от него

↙

Задача:

$$\frac{2m(2V_0)^2}{2} + q(0 - \varphi_1) - q(0 - \varphi_d) = \frac{2mV_{max}^2}{2}$$

↙

$$4mV_0^2 + q(\varphi_d - \varphi_1) = mV_{max}^2$$

$$4mV_0^2 + mV_0^2 = mV_{max}^2$$

↙

$V_{max} = V_0\sqrt{5}$

Минимальная скорость достигается, когда  $-q$  на расстоянии  $d$  от диполя;  $+q$  в центре



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  
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!

Задача:

$$\frac{2m(2V_0)^2}{2} - q(0 - \psi_1) + q(0 - \psi_d) = \frac{2m V_{\min}^2}{2}$$

$$4mV_0^2 - q(\psi_d - \psi_1) = m V_{\min}^2$$

$$4mV_0^2 - mV_0^2 = m V_{\min}^2$$

$$V_{\min} = V_0 \sqrt{3}$$

$$V_{\max} - V_{\min} = V_0 \sqrt{5} - V_0 \sqrt{3} = V_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$

Ответ:  $V = 2V_0$ ;  $V_{\max} - V_{\min} = V_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$



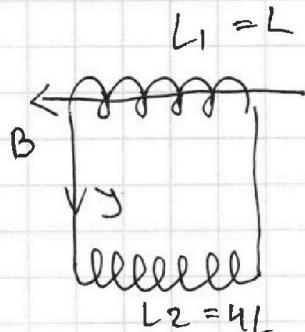
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
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!

№4.



$$L_1 = L \cdot S_1 \cdot n$$

$$\mathcal{E}_i = -\dot{\Phi} = -\frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$

Процессы  $0 - \frac{\pi}{3}$ :

$$\frac{dB}{dt} = -2 \frac{B_0}{\frac{\pi}{3}}$$

Процессы  $\frac{\pi}{3} - \pi$ :

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{B_0}{\frac{\pi}{3}}$$

1) ~~B0~~ II np. Кирхгофа:

$$\mathcal{E}_i - L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$0 - \frac{\pi}{3}: \quad \frac{2B_0}{\frac{\pi}{3}} \cdot S_1 \cdot n - L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{2B_0 \cdot S_1 \cdot n}{\frac{\pi}{3}} \int_{0}^{\frac{\pi}{3}} dt = L_2 \int_{0}^{J_1} dI$$

$$\frac{2B_0 S_1 \cdot n}{\frac{\pi}{3}} = L_2 \cdot J_1 \Rightarrow J_1 = \boxed{\frac{B_0 S_1 \cdot n}{6L}}$$

$$\frac{\pi}{3} - \pi: \quad \frac{B_0}{\frac{\pi}{3}} \cdot S_1 \cdot n - L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{B_0 S_1 \cdot n}{\frac{\pi}{3}} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} dt = L_2 \int_{J_1}^{J_0} dI \Rightarrow \frac{B_0 S_1 \cdot n}{\frac{\pi}{3}} \cdot \frac{2\pi}{3} = 4L \cdot (J_0 - J_1)$$

$$\frac{B_0 S_1 \cdot n}{12L} = J_0 - J_1$$



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  
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!

$$q_0 = q_1 + q_2 = \frac{B_0 S \sin \varphi}{L} \left( \frac{1}{18} + \frac{13}{144} \right) = \boxed{\frac{7}{48} \frac{B_0 S \sin \varphi}{L}}$$

Ответ:  $J_0 = \frac{B_0 S \sin \varphi}{4L}$ ;  $q_0 = \frac{7}{48} \frac{B_0 S \sin \varphi}{L}$

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



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

$$J_0 = \frac{B_0 S_{1,n}}{12L} + \frac{B_0 S_{1,n}}{6L} = \boxed{\frac{B_0 S_{1,n}}{4L}}$$

2.1 ~~задача~~  $J = \frac{dq}{dt}$

3с3:

$$\epsilon_1 \cdot q_1 + \epsilon_2 \cdot q_2 = \frac{L_1 J_0^2}{2} + \frac{L_2 J_0^2}{2}, \text{ где } \epsilon_1, \epsilon_2 - \epsilon_i \text{ в } i \text{ из}$$

процессах

$q_1$  и  $q_2$  - заряды, протекшие за  $i$  из процессов

$$\frac{2B_0}{\lambda} \cdot S_{1,n} \cdot q_1 + \frac{2B_0}{\lambda} \cdot S_{1,n} \cdot q_2 = \left( \frac{L}{2} + \frac{3L}{2} \right) \cdot \frac{(B_0 S_{1,n})^2}{16 L^2}$$

$$\frac{2q_1}{\lambda} + \frac{q_2}{\lambda} = \frac{5}{2} \lambda \cdot \frac{B_0 S_{1,n}^2}{16 L^2}$$

$$2q_1 + \frac{q_2}{\lambda} = \frac{5}{32} \frac{B_0 S_{1,n}^2}{L}$$

$$J_1 = \frac{B_0 S_{1,n}}{6L} = \frac{q_1}{\frac{2}{3}} \Rightarrow q_1 = \frac{B_0 S_{1,n} \lambda}{18L}$$

$$\frac{q_2}{\lambda} = \left( \frac{5}{32} - \frac{1}{9} \right) \cdot \frac{B_0 S_{1,n} \lambda}{L}$$

$$q_2 = \frac{13}{144} \frac{B_0 S_{1,n}^2}{L}$$

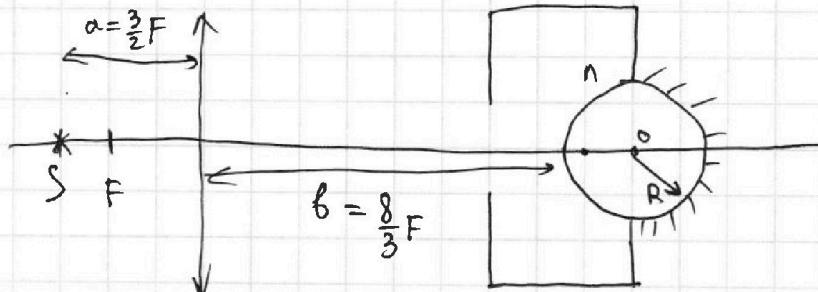
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

№5.



$n$  - показатель преломления шара

Это обеспечивает малость углов  $\Rightarrow$  шар мы можем рассмотреть как ~~ко~~ прямоугольную призму Толщиной  $2R$

$\Rightarrow$  Изображение источника после прохождения шара будет приближенно на  $\Delta x = \frac{n-1}{n} \cdot x$

1) Решение тонкой линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fa}{a-F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{3}{2}F-F} = \frac{3F}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 3F$$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$   
 Засчет  $n$  изображение будет на расстоянии  $\frac{8F}{3} + \frac{n-1}{n} \cdot 2R$

После отражения от зеркала все лучи собираются в центре шара  $\Rightarrow$  для наблюдателя отражение будет на расстоянии от зеркала  $f + R - \frac{n-1}{n} \cdot R = y_2$



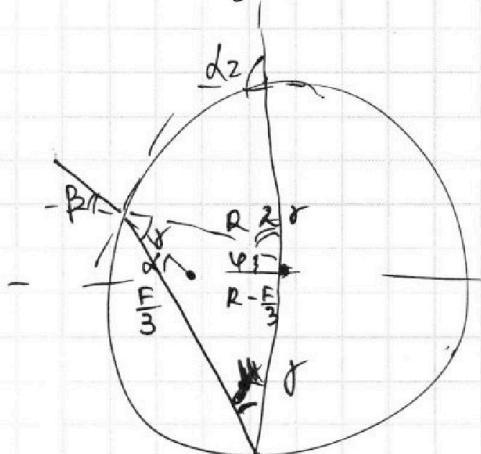
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

$f = 3F \Rightarrow$  изображение в линзе кратного засорят в шар



$$\beta = n \gamma$$

~~β = n γ~~

После отражения  
луч пройдет через  
центр шара

Если изображение в системе „Минза-шар“ совпало  
с источником, значит из системы „Минза-шар“  
луч вышел под таким же углом, что и занёл.

$$\ell'' \\ \alpha_2 = \alpha$$

Теорема синусов:

$$\frac{R - \frac{F}{3}}{\beta} = \frac{R}{\alpha} \Rightarrow \beta = \left(1 - \frac{F}{3R}\right) \alpha$$

$$r = \left(1 - \frac{F}{3R}\right) \frac{\alpha}{n}$$

$$\varphi + 180^\circ - \alpha + \beta = 180^\circ \Rightarrow \varphi = \alpha - \beta$$

$$\varphi + 2\varphi = \alpha + \alpha - \beta \Rightarrow \alpha - \beta + 2\varphi = \alpha$$

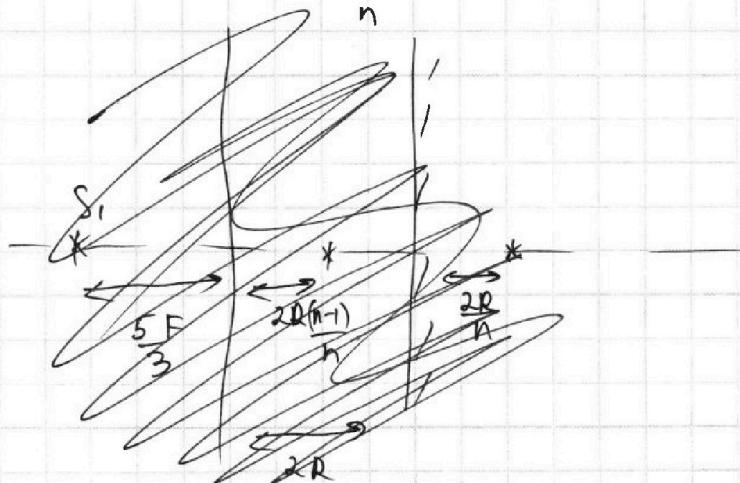
$$2\varphi = \frac{\alpha}{n} \Rightarrow (2-n) \cdot \frac{\alpha}{n} \left(1 - \frac{F}{3R}\right) = 0$$



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.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
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!

~~У太久~~

Если от  $n$  не зависит, значит  $1 - \frac{F}{3R} = 0$

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

$$2) (2-n) \frac{F}{n} (1 - \frac{F}{3R}) = 0$$

при движении на  $\sigma$  мы получим, что изображение совпало с источником

$$\boxed{n=2}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } R = \frac{F}{3}; n = 2}$$

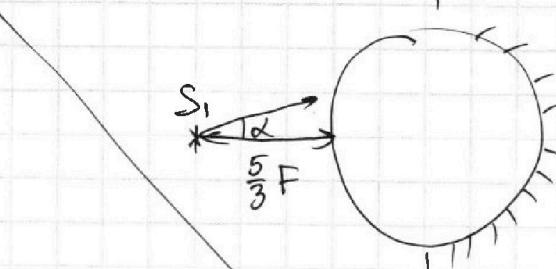


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

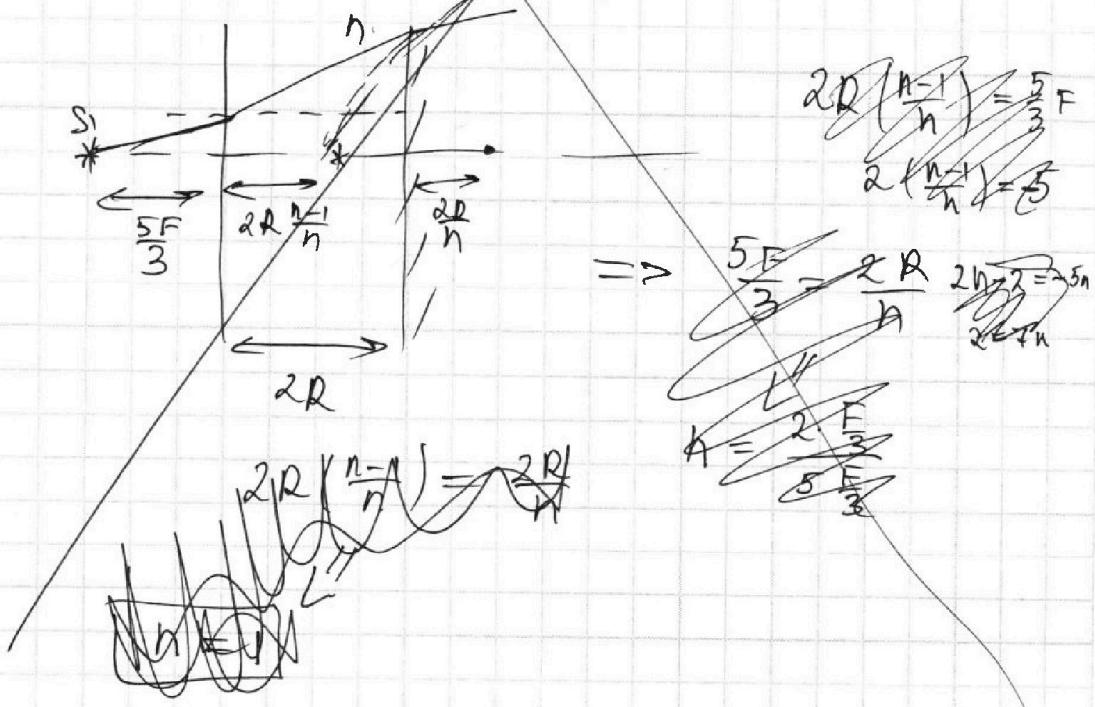
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$\alpha$  - параксимальный  
угол

Установим, что в такой ситуации ~~изображение совпадёт с источником, значит, что~~ является то, что ~~если~~ ~~есть~~ отражение совпадёт с изображением после линзы

Рассмотрим упрощённую ситуацию:



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.

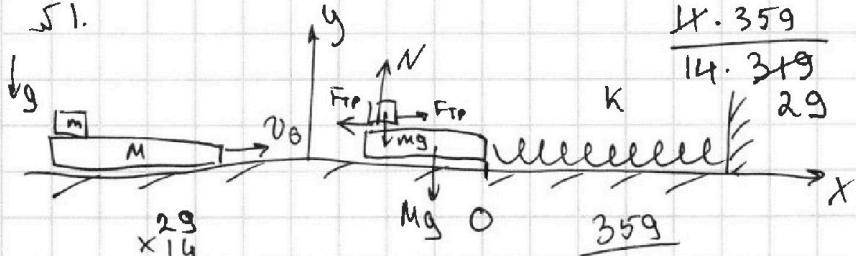
- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------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

51.



$$\frac{14 \cdot 359}{14 \cdot 349} = 29$$

359

$$M = 2 \text{ кг}; m = 1 \text{ кг};$$

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}; k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$\mu = 0,3$$

~~23 Н:~~

$$-kx - F_{\text{fp}} = Ma \quad -kx = (M+m) \cdot a_{\text{os}}$$

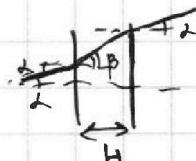
$$-kx = (M+m) a_{\text{os}}$$

Доска + бруск

$$Ox: \cancel{-kx = M} \quad \cancel{-kx - F_{\text{fp}} = Ma}$$

Бруск: Ox:  $F_{\text{fp}} = m a_m$

$$\frac{144}{144} \frac{18}{8}$$



$$\alpha = \text{const} \quad Oy: N - mg = 0$$

$$8 + 13 = \frac{21}{144} = \frac{34}{16 \cdot 9}$$

$$F_{\text{fp}} \leq \mu N \Rightarrow F_{\text{fp}} \leq \mu mg = \frac{7}{48}$$

Несколько в Неко<sup>1</sup> доски:

$$\begin{aligned} & m \cdot g^2 = \\ & m \cdot g^2 = \frac{15}{8} \\ & m \cdot g^2 = \frac{15}{8} \cdot \frac{16}{14} = \frac{30}{14} = \frac{15}{7} \\ & m \cdot g^2 = \frac{15}{7} \\ & m \cdot g^2 = \frac{15}{7} \cdot \frac{16}{14} = \frac{15}{14} \end{aligned}$$

$$Ox: F_{\text{fp}} - m a_{\text{os}} = 0 \quad \leftarrow \text{Это означает, что бруск походит относительно}$$

$$\cancel{F_{\text{fp}} + \frac{m}{M} (kx + F_{\text{fp}}) \leq 0} \quad \frac{5}{32} - \frac{1}{9} = \frac{45 - 32}{32 \cdot 9} =$$

$$\cancel{F_{\text{fp}} (1 + \frac{m}{M}) \leq - \frac{m}{M} kx}$$

$$\frac{11}{14} \cdot \frac{359}{349} = \frac{13}{29}$$

$$29 \cdot 14 =$$

$$F_{\text{fp}} - m \cdot a_{\text{os}} = 0$$

$$\begin{aligned} & + \frac{273}{86} + \frac{273}{46} \\ & \frac{359}{29} - \frac{319}{22} = \frac{11}{29} \end{aligned}$$

$$\cancel{- \frac{359}{3248} \cdot \frac{406}{0,884} F_{\text{fp}} + \frac{m k x}{m+M} = 0}$$

34

$$\begin{aligned} & - \frac{3420}{3248} \\ & - \frac{1720}{1624} \\ & \frac{2 m v_0^2 (2 \gamma_d)^2}{2} + q (0 - 4 \gamma_1) - q (0 - 4 \gamma_0) = \frac{2 m v_0^2}{q} \cdot 0,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{2 m v_0^2}{2} + q (0 - 4 \gamma_d) - q (0 - 4 \gamma_1) = 0 \\ & 2 \cdot m v_0^2 = q (4 \gamma_d - 4 \gamma_1) \end{aligned}$$



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

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

Расстояние

$$y_2 = \frac{2R}{n} + \frac{8F}{3} + 2R \cdot \frac{n-1}{n} = 2R + \frac{8F}{3}$$

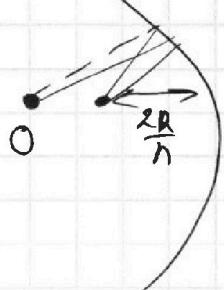
$$\frac{F}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{y_2} \Rightarrow y_2 = 3F$$

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

~~$tg = g \cdot 12\pi$~~

~~$14 = g \cdot 12\pi - 45$~~

~~$R = \frac{F}{6}$~~



$$6g = g \cdot 12\pi$$

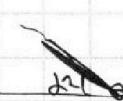
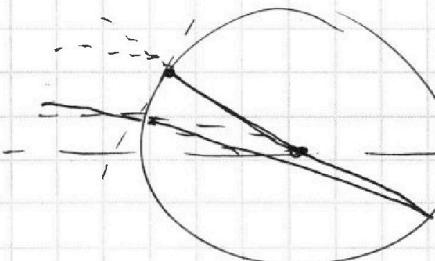
$$y_2 = F + R \cdot \frac{n-1}{n}$$

$$\frac{8}{3} + 2 = \frac{14}{3} F$$

~~$\frac{F}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{y_2} = y_2 = 3F = \frac{8}{3} F + R \cdot \frac{n-1}{n}$~~

$y_2$  - не забывай о  $n$

~~$R \cdot \frac{n-1}{n} = \left(\frac{F}{3}\right) v$~~



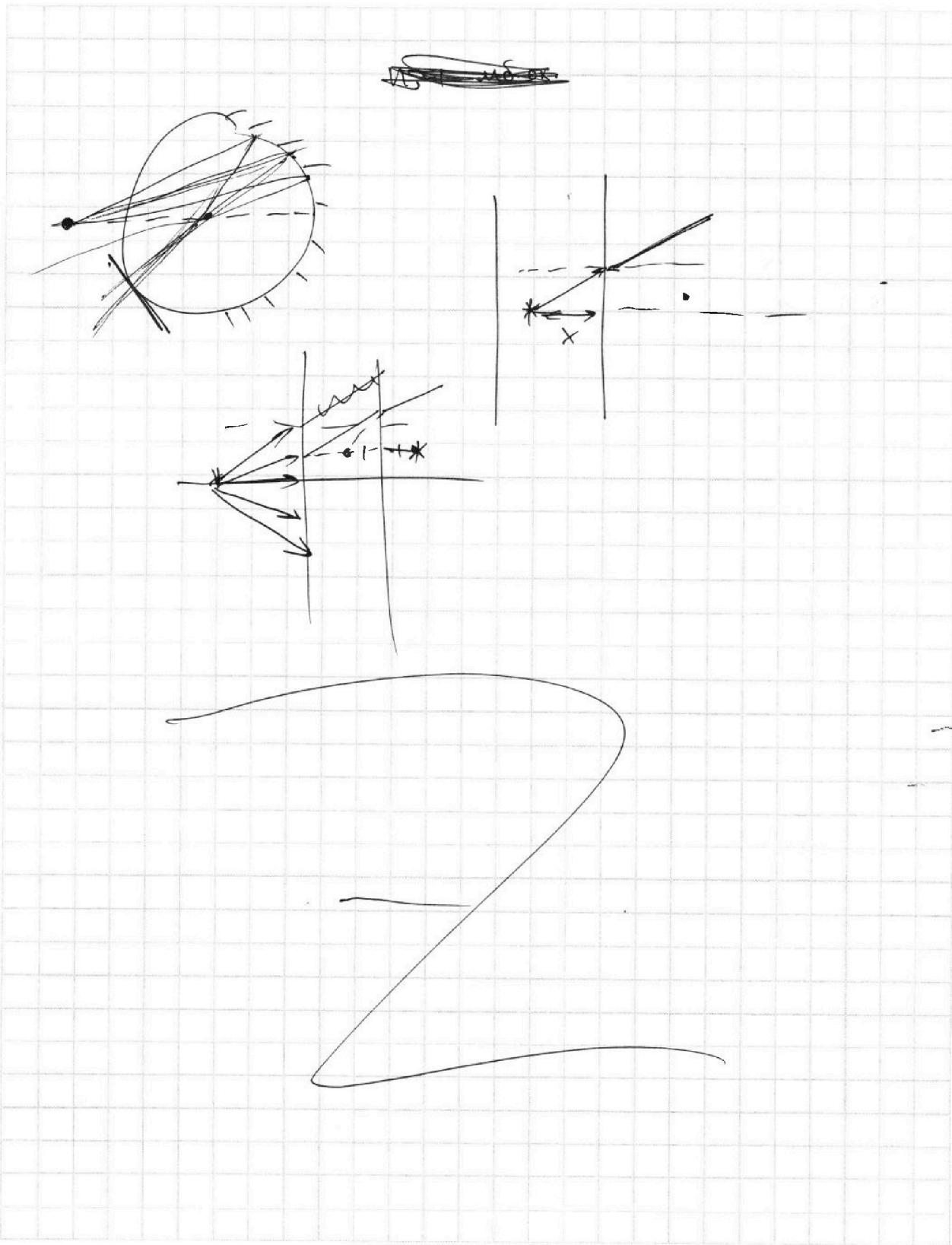


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

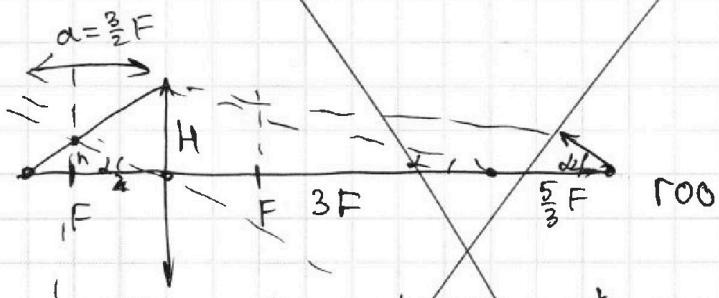
СТРАНИЦА  
ИЗ

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{y_3} \Rightarrow y_3 = 3F$$

$$4 + 180^\circ - 2\alpha + \alpha_2 = 180^\circ \Rightarrow \alpha_2 = 2 \cdot 6n\alpha - 5\alpha = (12n - 5)\alpha$$

*угол внешнего  
угла с горизонтальным*



$$\alpha_2 = \frac{h}{F}$$

$$\frac{h}{H} = \frac{F}{\frac{3F}{2}} = \frac{1}{3}$$

$$h = \alpha_2 \cdot F$$

$$H = \alpha_2 \cdot \left(\frac{14}{3}F\right)$$

~~$$\alpha \cdot 3F = H$$~~

~~$$\alpha_2 \cdot \frac{14}{3}F = H \Rightarrow \alpha_2 = \frac{9}{14}$$~~

~~$$\frac{14}{9} = (12n - 5)$$~~



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

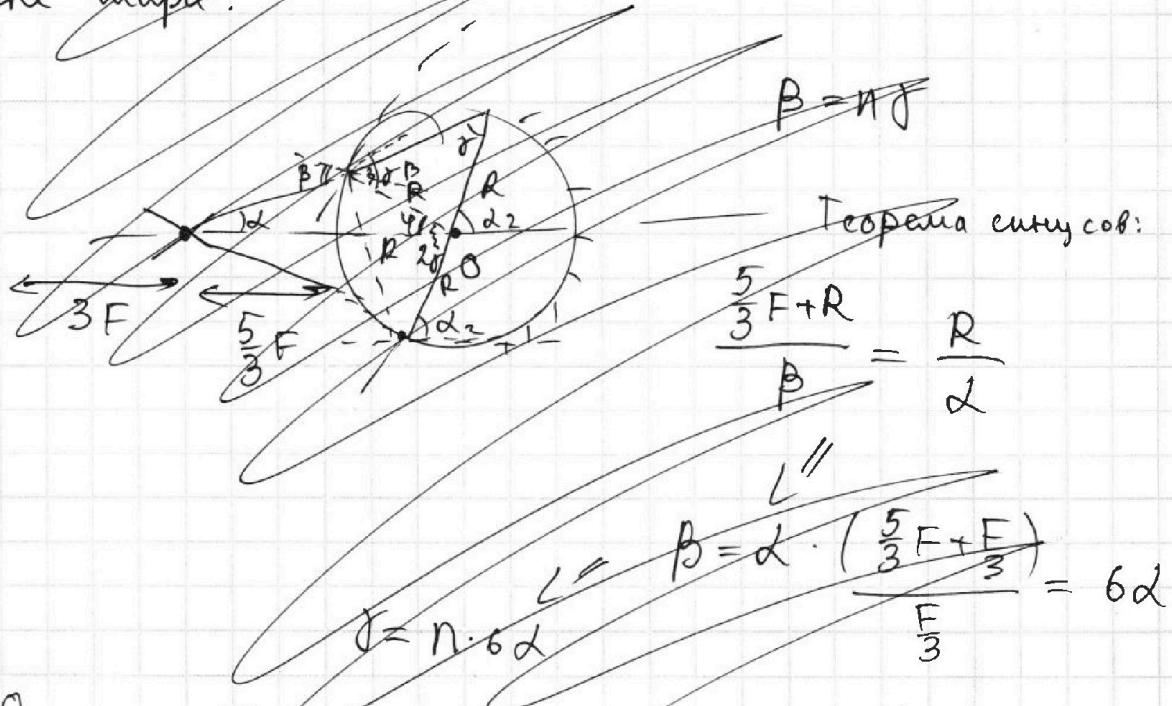
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!

Если от  $n$  не зависит, значит  $1 - \frac{F}{3R} = 0$

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

2) ~~Мыкаем шар на  $2F \Rightarrow$  пуговка лучше соберётся~~  
~~Более шара.~~



~~Очевидно, чтобы изображение источника совпадало,~~

~~$4\alpha + \alpha = \beta = 6\alpha \Rightarrow \alpha = 5\alpha$~~ 
 ~~$4\alpha + 2\alpha = \beta = 6\alpha \Rightarrow \alpha = 5\alpha$~~

~~$4\alpha + 2\alpha = \beta = 6\alpha \Rightarrow \alpha = 5\alpha$~~



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

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

$\Delta h = \frac{t-1}{t} h - h$

$$\alpha = n\beta$$

$$P = \frac{y}{H}$$

$$\lambda = \frac{y}{x}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{\lambda} = \frac{x}{H} = \frac{P}{n\beta}$$

$$x = \frac{H}{n}$$

$$H - \frac{H}{n} = \frac{n-1}{n} H$$

$$\frac{8}{3}F + \frac{n-1}{n} \lambda R = 2R - 2R - \frac{2-1}{2} \cdot \frac{E}{3} =$$

$$= 3F - \frac{E}{6}$$

$$\frac{n-1}{n} = 2R(1-\frac{1}{n})$$

$$\frac{8}{3}F + \frac{n-1}{n} \lambda R = 2R - \frac{8}{3}F - \frac{n-1}{n} 2R$$

$$\frac{8}{3}F + 2F - 3F = \frac{5}{3}F$$

$$\frac{8}{3}F + \frac{R}{n} = 3F$$

$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{R - \frac{E}{3}}{\sin \beta}$$

$$\beta = \left(1 - \frac{E}{3R}\right) \alpha$$

$$r = \frac{\alpha}{n} \left(1 - \frac{E}{3R}\right)$$



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!

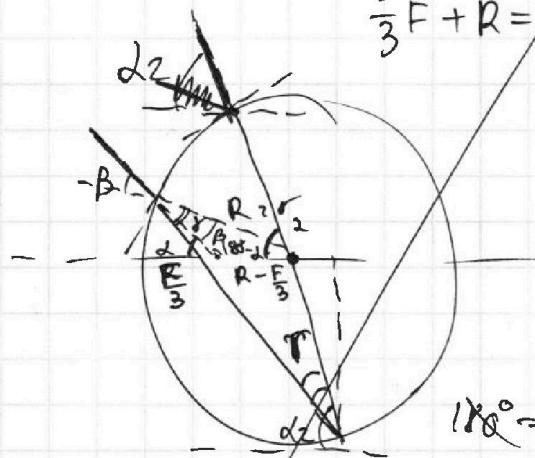
Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{y_2} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \Rightarrow y_2 = \frac{aF}{a-F} = 3F$$



Это уравнение должно выполняться при любых и

$$\frac{1}{3}F + R = 3F \Rightarrow R = \frac{F}{3}$$



$$B = n\gamma$$

$$\frac{R - \frac{F}{3}}{B} = \frac{R}{d}$$

$$180^\circ = 180^\circ - \lambda + \beta + \gamma$$

$$\gamma = \lambda - \beta$$

$$\beta = \left(-\frac{F}{3R}\right) \alpha$$

$$\gamma = \left(1 - \frac{F}{3R}\right) \frac{\alpha}{n}$$

$$\alpha_2 = \alpha$$

$$\gamma + 2\beta = \alpha_2 =$$

$$(2-n) \cdot \left(1 - \frac{F}{3R}\right) \frac{\alpha}{n} = 0$$

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