



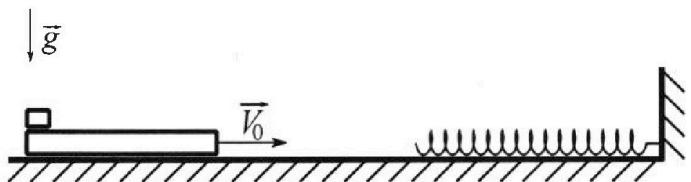
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**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.

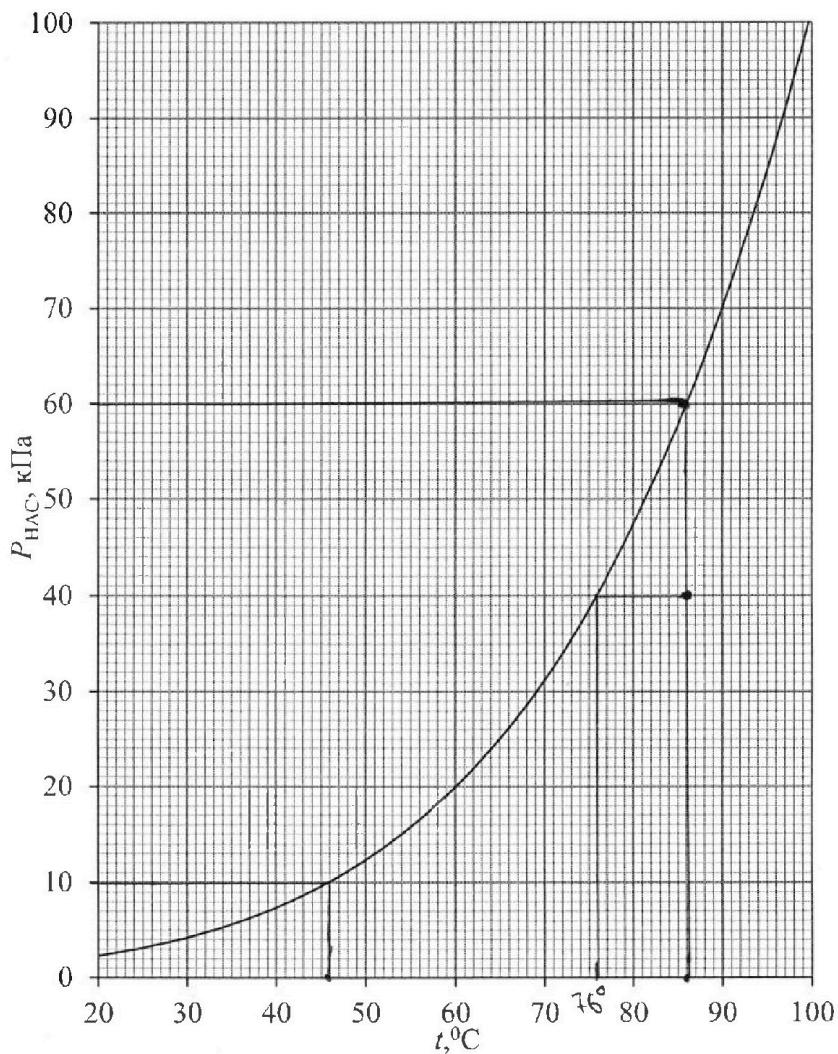


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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  $\phi_0 = 2/3$  (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.

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





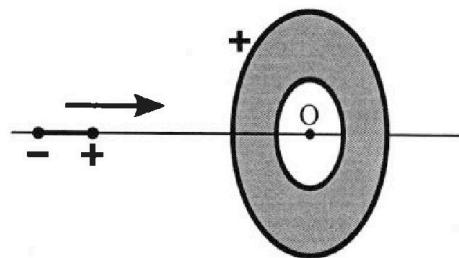
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 11-01**

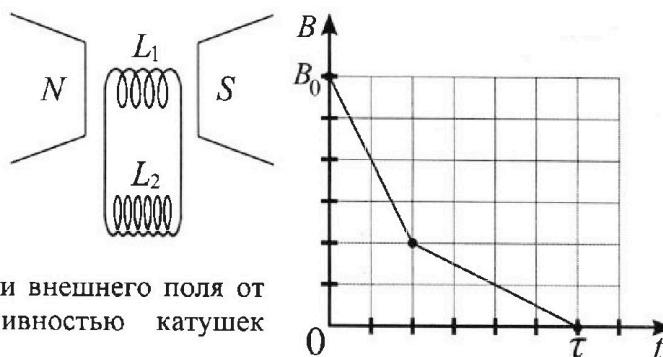
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $2V_0$ .



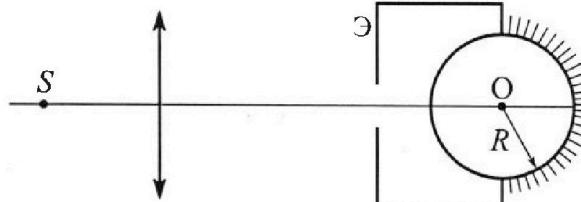
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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  $t$ . 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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

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



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

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) рассмотрим груз и доску как 1 объект; что него действует только сила  $F_T$  пружины.

$$\Rightarrow F_T = m \ddot{V}_{g+r} (M+m)$$

сила трения покоя  $\leq$  сила трения скольжения.

$$F_{T\max} = m \ddot{V}_r = F_T \leq \mu N = \mu mg.$$

Груз начинает скользить в тот момент, когда  $F_T = m \ddot{V}_r = m \ddot{V}_{g+r}$ .

2)  $kx_p = F_T = \ddot{V}_{g+r} (M+m) = M \ddot{V}_{g+r} + F_{T\max} = M \ddot{V}_{g+r} + \mu mg$ .  
здесь  $x_p$  - статическое смещение пружины в момент нач. отн. движущих

~~старт~~

$$kx_p = kx_p \left( \frac{M}{M+m} \right) + \mu mg$$

$$\frac{mkx_p}{M+m} = \mu mg$$

$$x_p = \frac{(M+m)\mu g}{k}$$

2) со старта от движения доски и груза конец пружины гибко связана по закону  $x = x_{\max} \cdot \cos \left( \frac{\omega t}{2\pi} \right) \cdot \cos \left( \frac{2\pi}{T} \cdot t \right)$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow x = x_{\max} \cos \left( t \sqrt{\frac{k}{m}} \right)$$

здесь  $x_{\max}$  - макс. отклонение пружины,  $m_E = m+M$  - масса системы.  
по З.З. З.  $E_{x_{\max}} = E_{\dot{x}_{\max}}$  т - время с момента старта пружины.  
 $\frac{kx_{\max}^2}{2} = \frac{m_E \dot{x}_{\max}^2}{2}$ ,  $x_{\max} = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}}$

$$x_p = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} \cdot \cos \left( t_p \sqrt{\frac{k}{m+M}} \right)$$

$$\Rightarrow t_p = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arccos \left( \frac{x_p}{V_0} \sqrt{\frac{k}{m+M}} \right) = \sqrt{\frac{m+M}{k}} \arccos \left( \frac{Mg}{V_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \right)$$

$$t_p = \sqrt{\frac{2+1}{27}} \arccos \left( \frac{0.3 \cdot 10}{2} \sqrt{\frac{2\pi}{27}} \right) = \frac{1}{3} \text{ c.} \cdot \frac{\pi}{3} \approx \frac{1}{3} \text{ с.}$$

3) в момент макс. смещения пружина груз уже будет скользить по доске скользяще на доску  $F_{T\max} = \mu mg$ .  
пружина будет скользить лицом  $F_{T\max}$  вперед



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!

3) Найдём силу, с которой пружина будет действовать на доску на момент максимального скольжения.

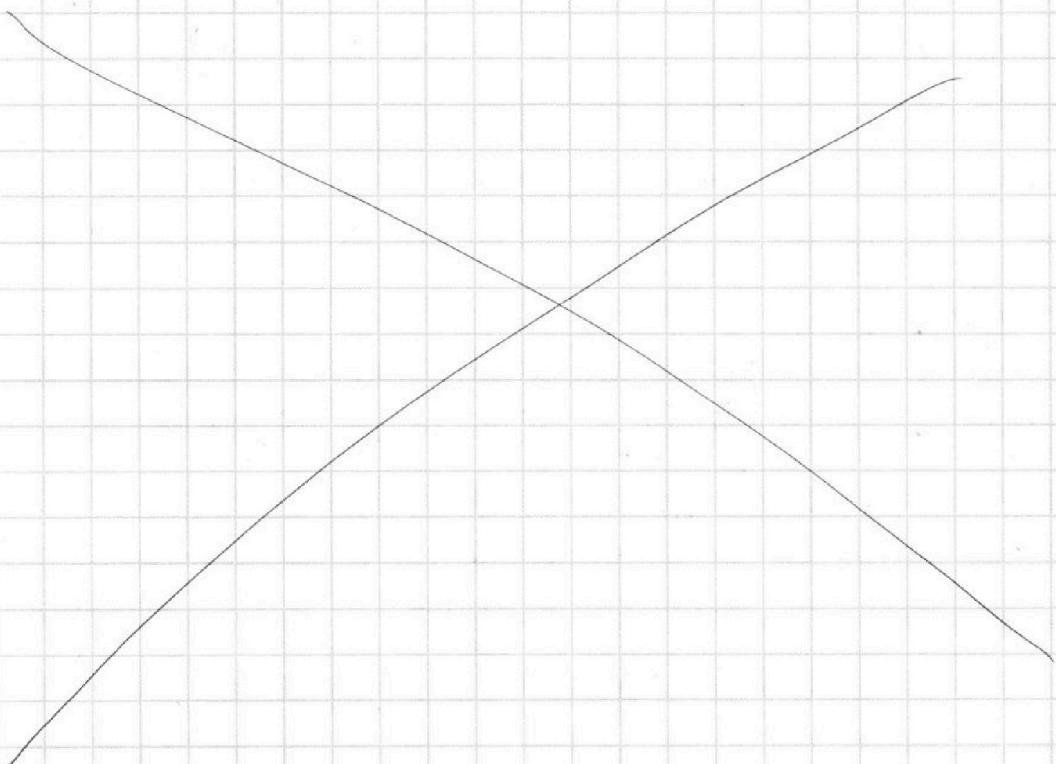
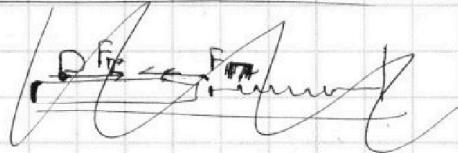
$$F_{тр2} = kx_2 g = k(x_n + x_{n-2}).$$

~~Кинематическая модель движения доски~~

После начала скольжения доска прошла  $x_{n-2}$ . Всё это время на неё действовала постоянная сила  $F_{тр} = \mu mg$  и ~~одна~~ сила пружины. Работа по остановке доски после начала скольжения:

$$\begin{aligned} F_{k,p.2} &= \frac{Mv^2}{2} \\ \Rightarrow \frac{k}{2}x_{n-2}^2 + x_{n-2}(kx_n + F_{тр}) &= \frac{Mv^2}{2} = 0 \end{aligned}$$

$$F_{k,p.} = \frac{Mv^2}{2} = A = \frac{k}{2}(x_2^2 - x_n^2) - F_{тр}x_{n-2}$$





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.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
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!

*Ответ с решением*

*Всё верно*

- из-за начального давления  $P = P_0 = \text{const.}$  *будет оставаться постоянным*

- сила *одинаковая*, воспринимаемая *одинаковым* *воздухом* и *воздухом и паром*.

$$V \cdot P_{\text{возд.}} = \gamma_b R T ; \quad V \cdot P_n = \gamma_n R T .$$

- 1) из графика видно, что давл. нас. паров при  $t=86^\circ\text{C}$

$$P_{\text{над.1}} = 60 \text{ кПа.}$$

$$\text{наличное давление } P_i = P_{\text{над.1}} \cdot P_0$$

$$\Rightarrow P_i = 60 \cdot \frac{2}{3} \text{ кПа} = 40 \text{ кПа.}$$

- 2) пока не начнётся конденсация, процесс остаётся изобарич.   
 $\Rightarrow t^* - \text{это температура, при которой } P_{\text{над.}} = P_i$  *тогда когда*  $t^* = 76^\circ\text{C}$  (из графика.)

$$3) P_{\text{возд. конеч.}} + P_{\text{над.}} = P_{\text{возд. нач.}} + P_i = P_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{возд. нач.}}}{P_{\text{возд. конеч.}}} \cdot \frac{T_{\text{конеч.}}}{T_{\text{нач.}}} = \frac{P_{\text{возд. нач.}}}{P_{\text{возд. конеч.}}} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{P_0 - P_i}{P_0 - P_{\text{над.}}} \cdot \frac{t}{t_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_0} \approx \frac{150 - 40}{150 - 10} \cdot \frac{(274 + 46) \text{ К}}{(274 + 86) \text{ К}} = \frac{11}{14} \cdot \frac{320}{360} = \frac{11}{14} \cdot \frac{8}{9} = \frac{11}{14} \cdot \frac{4}{8} = \frac{44}{63}$$



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  
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!

• Движение диска поступательное, силы (электростатические) перенебрегаем

$$\Rightarrow E_{\text{механик.}} = K + U = \text{const}$$

где  $K$  - кинетич. энергия,  $U$  - потенциальная.

• При минимальной скорости диска, необходимой для полёта, диски полностью останавливаются, когда его середина достигает 0, а затем снова ускоряется "в точке 0" и "на бесконечности".

$$\Rightarrow K_0 + U_0 = K_\infty + U_\infty ; (K_0 - K_\infty) = \frac{m V_0^2}{2}$$

где  $m$  - масса диска.

$$\Rightarrow 1) \text{ по з.з.з. } K_2 = K_0 - \frac{m(2V_0)^2}{2} = (U_0 - U_\infty)$$

кин.з.з. в 0 разница

$\Rightarrow$  искомая скорость  $V_2$ :

$$\frac{m V_2^2}{2} = 4 \frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} ; V_2^2 = 3 V_0^2 ;$$

$$V_2 = V_0 \sqrt{3}$$

$$3) \Rightarrow \text{искомая разность } 2V_0 - V_2 = V_0 (2 - \sqrt{3})$$

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

Из-за малого сопротивления суммарный ток  $\Phi$ , проходящий через катушки не изменился:

$$1) B_0 \cdot n \cdot S_1 = \Phi_{01} = \Phi_{k.1} + \Phi_{k.2} = \frac{B_{k.1} L_1}{n_0} + \frac{B_{k.2} L_2}{n_0}$$

При изменении тока  $I$ , проходящего по катушке, изменяются  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ :

$$\Delta \Phi_1 = L_1 \Delta I \quad \text{и} \quad \Delta \Phi_2 = L_2 \Delta I$$

$$\Rightarrow \Phi_{k.1} + \Phi_{k.2} = (L_1 + L_2) \cancel{I}_k$$

$$\Rightarrow I_k = \frac{B_0 \cdot n \cdot S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 \cdot n \cdot S_1}{5L}$$

2) "B" изменилась линейно от 0 до  $\frac{5}{3}$ , затем линейно с гр. темпом от  $\frac{5}{3}$  до  $I$ .

$$I \sim B_0 \Rightarrow q = \int I dt \sim \int B dt.$$

$$q = \frac{n S_1}{5L} \cdot \int B dt = \frac{n S_1}{5L} \cdot \left( \int_0^{\frac{5}{3}} B dt + \int_{\frac{5}{3}}^I B dt \right) =$$

$$= \frac{n S_1}{5L} \left( \left( B_0 + \frac{B_0}{3} \right) \cdot \frac{5}{3} + \frac{B_0}{2} \cdot \frac{2I}{3} \right) = \frac{n S_1}{5L} \cdot B_0 \cdot I \cdot \left( \frac{2}{3} + \frac{1}{6} \right) =$$

$$= \frac{B_0 \cdot n \cdot S_1 \cdot I}{15L}$$

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 checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

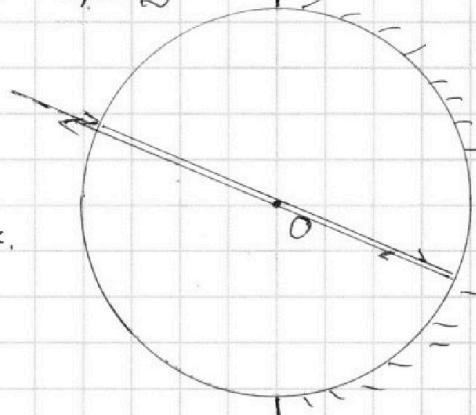
СТРАНИЦА  
1 из 2

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

1) положение источника не изменяется при любом положении линзы и сдвигает с источником  $\Rightarrow$  все лучи падают вертикально на поверхность шара, преломление не изменяет ход лучей  $\Rightarrow$  лучи после линзы сдвигаются вдоль поверхности шара

Найдём опт. центр линзы A

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{AS} + \frac{1}{OS} ; OS = \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right)^{-1}$$



нам также известно расстояние b до линзы.

$$\Rightarrow OS = b + R \Rightarrow R = \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{a} \right)^{-1} - b$$

$$R = \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{15F} \right)^{-1} - \frac{8F}{3} = \left( \frac{3}{3F} \right)^{-1} - \frac{8F}{3} = \\ = 3F - \frac{8F}{3} = \frac{F}{3}.$$

2) ~~Всё светоизлучающее тело~~ матовый из-за малых размеров ~~отбрасывает тень~~ ~~зак-бо F\_u~~:  
тогда фокусное расстояние  $F_g \approx \frac{R}{4}$   
а фокусное расстояние поверхности шара

$$F_u \approx R \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$$

• расстояние AC убывает

на  $\Delta$

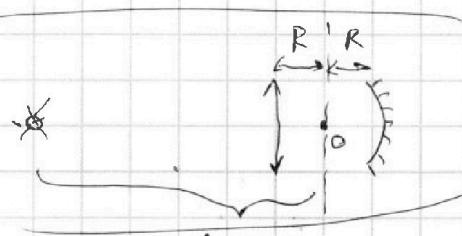
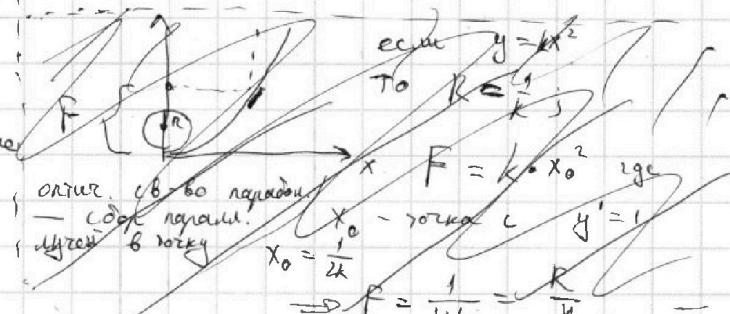
~~сфера собирает~~

~~но источник на  $\Delta$  от~~

~~своего центра в изображении~~

~~не тоне же расстояния.~~

$$F \approx x(\alpha - \beta) = x\alpha \left( 1 - \frac{1}{n} \right) = R \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$$



$\Rightarrow$  поверхность шара собирает свет от ист. на  $(\Delta - R)$  в изобр. на  $(2R)$



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  
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!

$$\begin{aligned}
 2) \Rightarrow \frac{1}{F_n} &= \frac{1}{\Delta-R} + \frac{1}{2R} \\
 R(1-\frac{1}{n})^{-1} &= \frac{1}{\frac{1}{\Delta-R} + \frac{1}{2R}} ; \quad 1 - \frac{1}{n} = R^{\frac{1}{\Delta-R}} \left( \frac{1}{\Delta-R} + \frac{1}{2R} \right)^{\frac{1}{\Delta-R}} ; \\
 \frac{1}{n} &= \left( 1 + R^{\frac{1}{\Delta-R}} \left( \frac{1}{\Delta-R} + \frac{1}{2R} \right)^{\frac{1}{\Delta-R}} \right)^{-1} \\
 \Rightarrow n &= \left( 1 - \frac{3}{F} \left( \frac{F}{2-\frac{1}{3}} + \frac{\frac{1}{2}F}{2F} \right)^{-1} \right)^{-1} = \left( 1 - 3 \left( \frac{3}{5} + \frac{3}{2} \right)^{-1} \right)^{-1} = \\
 &= \left( 1 - 3 \cdot \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{2}} \right)^{-1} = \left( 1 - \frac{10}{7} \right)^{-1} \\
 \Rightarrow n &= \left( 1 - \left( \frac{3}{F} \right)^{-1} \left( \frac{1}{2F-\frac{F}{3}} + \frac{1}{\frac{2F}{3}} \right)^{\frac{1}{2F-\frac{F}{3}}} \right)^{-1} = \left( 1 - 3^{-1} \left( \frac{3}{5} + \frac{3}{2} \right) \right)^{-1} = \\
 &= \left( 1 - \frac{7}{10} \right)^{-1} = \frac{10}{3} .
 \end{aligned}$$



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**.

1

2

3

4

5

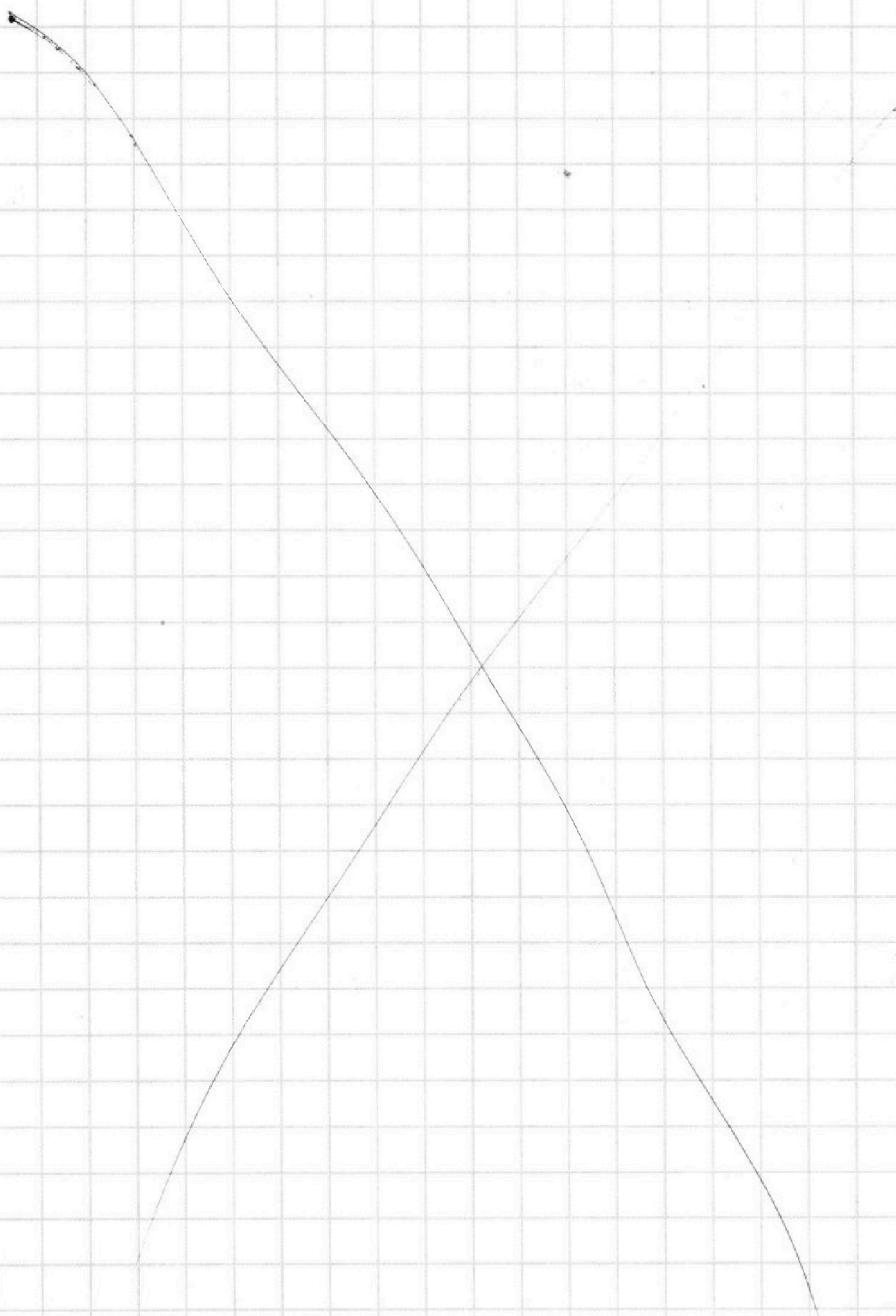
6

7

СТРАНИЦА

ИЗ

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





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

- |                                       |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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  
— 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 тело движется не движущимся от. осколку~~

$$L = n \cdot S_{M_0}$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = kx$$

$$(F_{\text{тр}} = M \ddot{v}_g + m \ddot{v}_r) \quad F_{\text{тр}} = M \ddot{v}_g + m \ddot{v}_r = \\ m \ddot{v}_r = F_{\text{тр}} \leq \mu N = \mu mg$$

$$(M \ddot{v}_g + F_{\text{тр}} > F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} - m \ddot{v}_r)$$

$$\text{пока } F_{\text{тр}} \geq \dot{v}_g m \\ \epsilon = L_{\text{тр}} = BNS$$

N3

$$I_k =$$



$$P_d = \frac{2dg}{R^2 - r^2} \int_{-R}^{R} dx =$$

$$= \int_{-R}^{R} \frac{2dg}{(R^2 - x^2)} dx =$$

$$\int \frac{dx}{x^2 + 1} = \arctan x = \frac{2g}{(R^2 - r^2)} (\arctan \frac{r}{R})$$

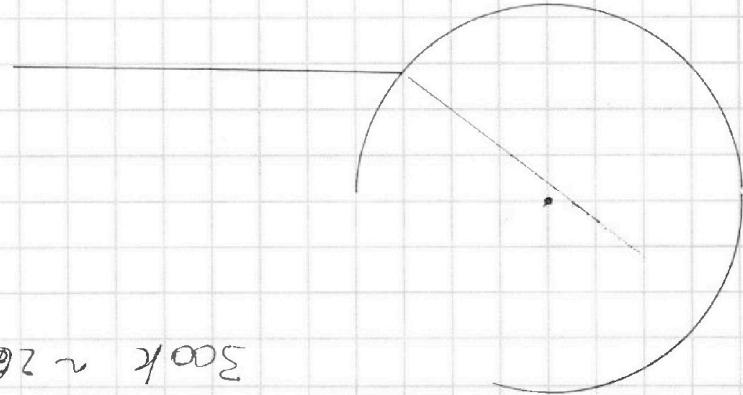
$$f = \frac{d}{x} \cdot \frac{\Delta S}{d^2 + x^2} \\ f = \frac{d}{x} \cdot \frac{G \Delta S}{d^2 + x^2} =$$

$$= \frac{d}{x} \cdot \frac{g \cdot \left( \frac{R^2 - r^2}{R^2 - x^2} \right)}{d^2 + x^2} =$$

$$= 2dg \frac{\Delta x}{(d^2 + x^2)(R^2 - x^2)}$$

$$277 + 46 =$$

$$7092 \sim 2005$$





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

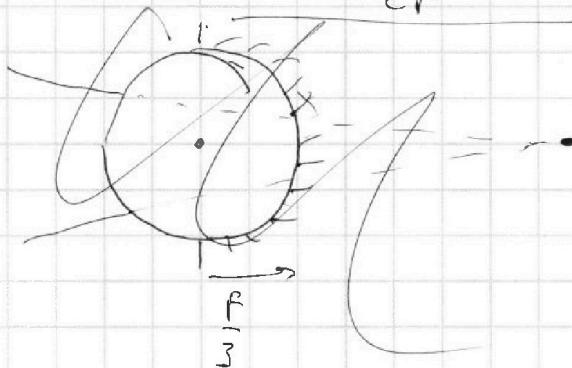
7

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!

$$N1 \quad f_{\text{тр}} = \dot{m} V_g M + m V_f$$

$$\cancel{R} m V_f = f_{\text{тр}} \leq \frac{1}{2} F N = \mu mg$$



$$M \dot{V}_{g+r} = F_{\text{тр}} - F_{\text{нр}} = \\ = kx - \mu mg$$

$$y = kx^2 \\ y' = 2kx \\ y' = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{2k}$$

$$\Rightarrow F = \frac{1}{4k} = \frac{R}{4}$$

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

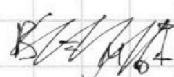
$$F_3 = \frac{F}{12}$$

$$L = \mu_0 S n$$

изо будет с акц. 7.  $\cancel{f} = \beta F$

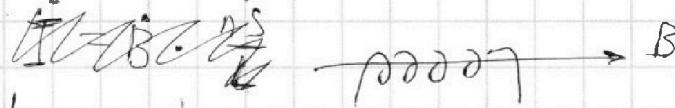
$$F = (n-1) R \cancel{f} / R$$

(N4)



$$L \frac{dI}{dt} = \epsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

(N3)



$$\Phi = B \cdot S$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \epsilon ; \Delta \Phi = \epsilon \Delta t ;$$

$$(I+2I)(\frac{u}{t}-1) = I(R+F)$$

$$v = (I+2I)(\frac{u}{t}-1) \propto nSB = \int \epsilon dt$$

$$x = (I+2I) \cdot B - F$$

$$\therefore \frac{u}{x} = B$$

$$\frac{B}{x} = \rho = \mu_0 S$$

