



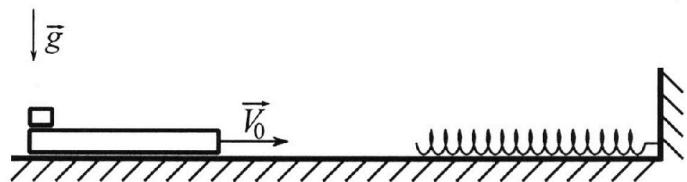
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**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.

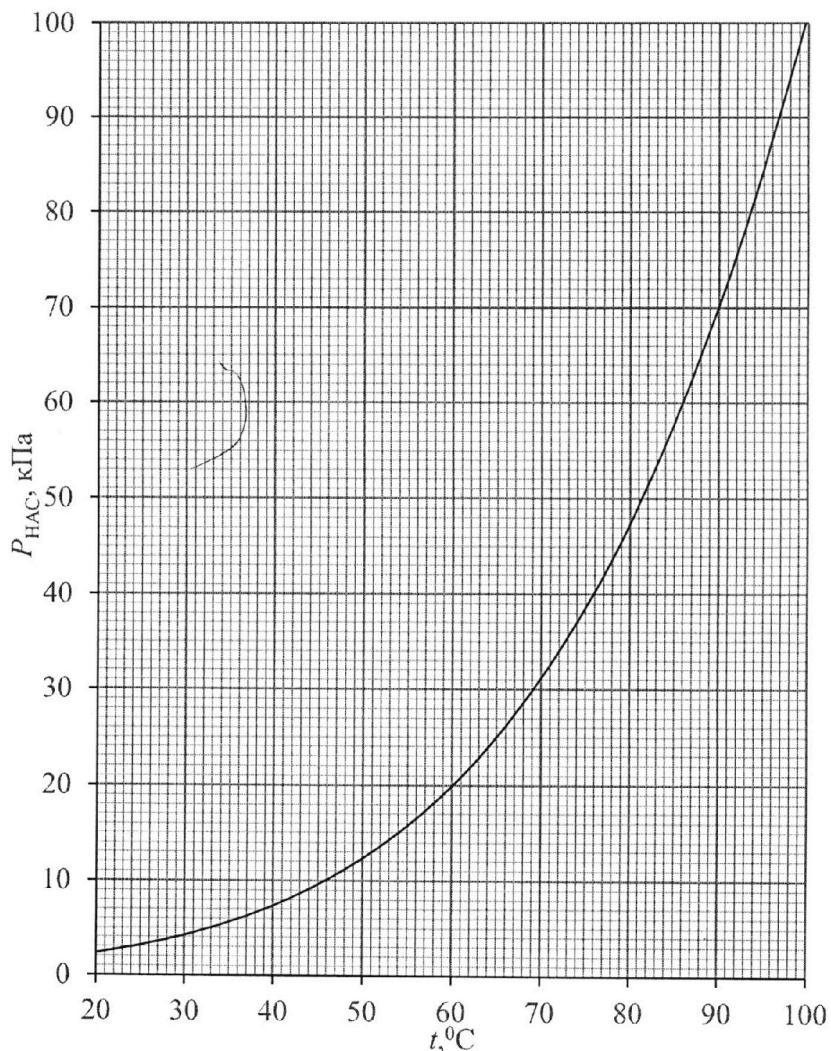


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

**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.

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





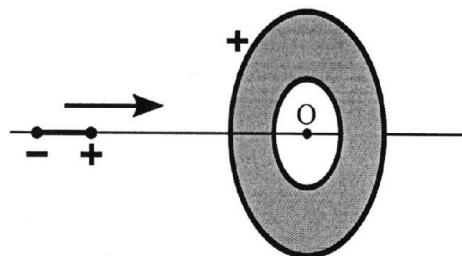
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



## Вариант 11-01

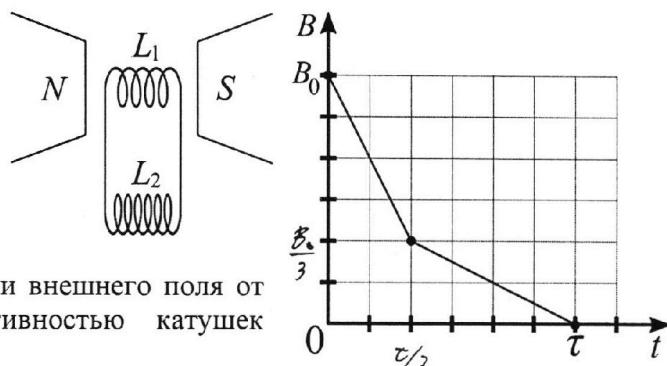
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



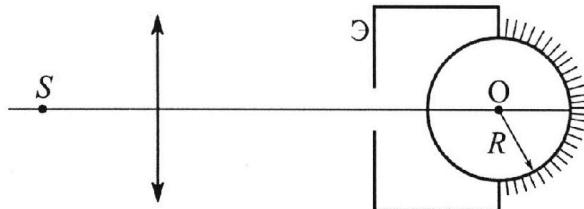
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени  $\tau$ . 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  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

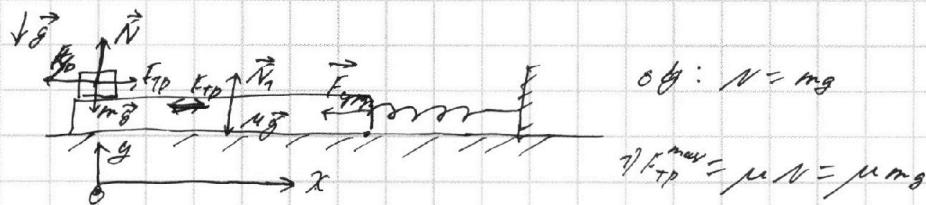


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



Поскольку ось  $x$  в неподвижном состоянии  $Ox: \max = -\mu mg \rightarrow a_x = -\mu g$

$$(M+m)a_x = -kx,$$

$$x_1 = \frac{(M+m)mg}{k}$$

$$x_1 = \frac{(2+1) \cdot 0.3 \cdot 10}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

при  $x < x_1$

$$2) (m+M)\ddot{x} = -kx$$

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

$$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{27}{3+1}} = 3$$

$$\begin{cases} x(0) = 0 \\ v(0) = V_0 \end{cases} \rightarrow x = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t = \frac{2}{3} \sin 3t$$

$$x_1 = \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin \omega t_1$$

$$x_1 = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t_1$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{1}{2}$$

~~$(M+m)\frac{mg}{k} = \frac{V_0}{\omega} \sin \omega t_1$~~

$$\omega t_1 = \pi/6$$

~~$\sin \omega t_1 = \frac{V_0}{\omega} \frac{mg}{k} = \frac{2}{3} \cdot 0.3 \cdot 10 = \frac{2}{3}$~~

$$t_1 = \frac{\pi}{6 \cdot 3} = \frac{\pi}{18}$$

~~$3) \ddot{x} = -V_0 \omega \sin \omega t \quad \frac{mg}{k} = 0.3 \cdot 7 \cdot 10 = \frac{21}{9} \quad V_1 = V_0 \cos \omega t_1 = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2}$~~

~~$3) \text{ при } x > x_1: M\ddot{x} = -kx + \mu mg$~~

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

$$\ddot{x} + \frac{k}{M}(x - \frac{\mu mg}{k}) = 0$$

~~$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t - \frac{\mu mg}{k}$~~

~~$x(0) = \frac{1}{3} \quad \rightarrow A = \frac{1}{3}$~~

~~$\dot{x}(0) = \frac{V_0}{\omega} \quad B = \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$~~



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 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!

$$\begin{aligned}
 3) & \cancel{3x_1^2} : \cancel{\frac{mV_0^2}{2}(m+n)} + kx_1^2 = \cancel{\frac{kx_1^2}{2}} + \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} \\
 & \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} = \cancel{\frac{k}{2}(x_1^2 - x_0^2)} \text{ турнаж} \\
 & \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} = \cancel{m\omega_0^2 t} + \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} \\
 & \cancel{\frac{k}{2}(x_1^2 - x_0^2)} = \cancel{m\omega_0^2 t} + \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} + \cancel{\frac{kx_1^2}{2}} - \cancel{\frac{kx_0^2}{2}} \\
 & \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} = \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} - \cancel{\frac{k}{2}(x_1^2 - x_0^2)} + \cancel{\frac{mV_0^2}{2}} \quad \cancel{m\omega_0^2 = \frac{2}{9}} \\
 & x > x_0 : \quad m\ddot{x} = -kx + m\omega_0^2 \\
 & w' = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{27}{2}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \quad x = \frac{m\omega_0}{k} + A \cos w't + B \sin w't \\
 & x(0) = x_0 = \frac{3}{2} \Rightarrow A = \frac{4}{9} \\
 & V(0) = V_0 = \frac{\sqrt{3}}{3} = w'B \Rightarrow B = \frac{2}{3} \\
 & x = \frac{m\omega_0}{k} + \frac{4}{9} \cos w't + \frac{2}{3} \sin w't \\
 & a = -\frac{4w^2}{9} \cos w^2 t - \frac{2}{3} \sin w^2 t \quad a = -\frac{4w^2}{9} \cos w^2 t
 \end{aligned}$$

$$a_{max} = \frac{6}{9} w^2 = \frac{2}{3} w^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{27}{4} = 9 \text{ м/с}^2$$

$$a_1 = \frac{2}{3} \cdot 3^2 \cdot \frac{2}{3} = 3$$

$$\text{Ответ: 1) } x_0 = \frac{3}{2} \text{ м} 2) t_1 = \frac{7}{6} \text{ с} 3) a_{max} = 9 \text{ м/с}^2$$



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

1

2

3

4

5

6

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!

$$\cancel{8) \dot{x}(t_0) = V_0 \cos \omega t_0 = \cancel{V_0} \cancel{\cos \omega t_0} E_{k0} = E_0}$$

$$(m + M) \frac{V_0^2}{2} = k x_m^2 \rightarrow x_m = V_0 \sqrt{\frac{m+M}{k}} = 2 \sqrt{\frac{3}{27+3}} = \frac{2}{3}$$

$$a_m = k x_m = V_0 \sqrt{\frac{2}{m+M}} = \frac{2}{\sqrt{27+3}} = \frac{2}{\sqrt{30}} \text{ (м/с}^2\text{)}$$

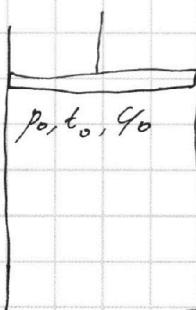
$$a_m = \frac{k x_m}{m+M} = \frac{27 \cdot \frac{2}{3}}{3} = 6 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

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

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

СТРАНИЦА  
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!



$$1) \rho_7 = \rho_{\text{воздух}}(76^\circ) = \frac{2}{3} \cdot 60 \cdot 10^3 = 40 \text{ кПа}$$

$p_{\text{воздух}}$  - давление сухого воздуха,  $\rho$  - давление пара

$$2) p_{\text{воздух}} + p_{\text{пар}} = p_0 = \text{const}$$

$$\cancel{p_{\text{воздух}}} \quad p_{\text{воздух}} = p_0 - p_7 = 790 \text{ кПа}$$

$$\frac{V p_{\text{воздух}}}{T} = p_{\text{воздух}} \frac{V_0}{T_0} \rightarrow p_{\text{воздух}} = p_{\text{воздух}} \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}$$

для  $t^*$ :  $\rho_{\text{воздух}} = \rho_{\text{воздух}}$

$$q_2 = 100\% = \frac{3}{2} q_0 \rightarrow \cancel{\rho_{\text{воздух}}}$$

$$\frac{p_7 V_0}{T_0} = \frac{p_7 V}{T} \rightarrow p_7 = p_7 \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}, \text{ при } p_7 \leq \rho_{\text{воздух}}(T)$$

$$(p_{\text{воздух}} + p_7) \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0} = p_0 \rightarrow \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0} = ? \rightarrow p_7 = p_0$$

найдём из графика  $T$ , когда  $\rho_{\text{воздух}} = p_7$ :  $\cancel{t^*} = 76^\circ$

$$3) \text{ в конце: } p_7' = \rho_{\text{воздух}}(46^\circ) = 70 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{воздух}}' = p_0 - p_7' = 790 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{воздух}}' = \cancel{p_{\text{воздух}}} p_{\text{воздух}} \frac{V_0}{V} \frac{T}{T_0}$$

$$\cancel{\frac{V}{V_0}} = \frac{p_{\text{воздух}}}{p_{\text{воздух}}'} \frac{T}{T_0}$$

$$\begin{aligned} 77 \cdot 379 &= 3790 + 359 = \\ &= 4149 \\ 75 \cdot 359 &= 3590 + 2435 = \\ &= 6025 \end{aligned}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{790}{740} \cdot \frac{46+273}{86+273} = \frac{79}{74} \cdot \frac{379}{359}$$

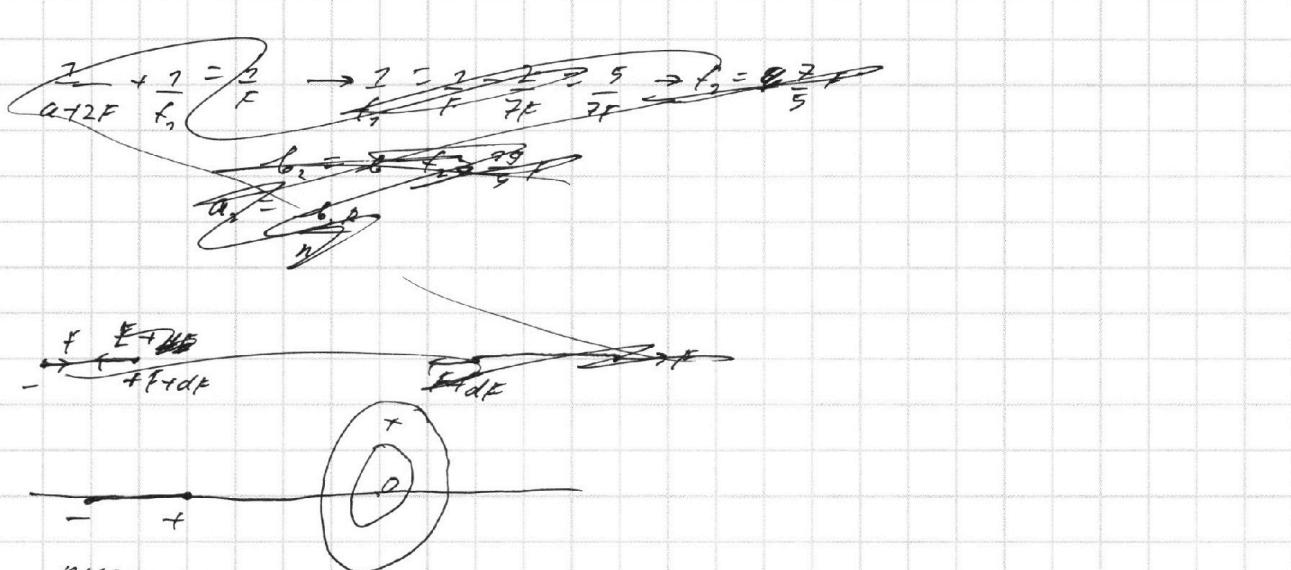
Ответ:  $p_7 = 40 \text{ кПа}$  2)  $t^* = 76^\circ$  3)  $\frac{V}{V_0} = \frac{77 \cdot 379}{74 \cdot 359} = \cancel{0.999}$



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!



пусто - масса эпюры  
если диску слева от диска, то он отталкивается от диска, а если справа - то притягивается  
значит диску в конечном <sup>число</sup> начальном состоянии будет вращаться.

Пускай №1 на скользящем ско ско  $v_1 = 0$ , а скользя  $v_2 \neq 0$   
т.к. колесо совершает

Пускай колесо приводится к движению в. о., тогда  
на скользящем ско ско  $v_1 = -v_2$ ,  $v_2 = v$

Задача:

$$2) \frac{m v_0^2}{2} - \Delta W = 2W \rightarrow W = \frac{m v_0^2}{4}$$

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = W + \frac{m v^2}{2} \rightarrow v = v_0 \sqrt{\frac{4}{3} - \frac{1}{2}} = \frac{v_0 \sqrt{5}}{\sqrt{2}}$$

$$2) \frac{m v_{\min}^2}{2} + 2W = \frac{m(2v_0)^2}{2} \rightarrow v_{\min} = v_0 \sqrt{4 - \frac{4}{3}} = v_0 \sqrt{3}$$

$$v_{\max} - v_{\min} = v_0(2 - \sqrt{3})$$

$$\text{Ответ: 1) } v = v_0 \sqrt{\frac{5}{2}} \quad 2) \Delta v = v_0(2 - \sqrt{3})$$

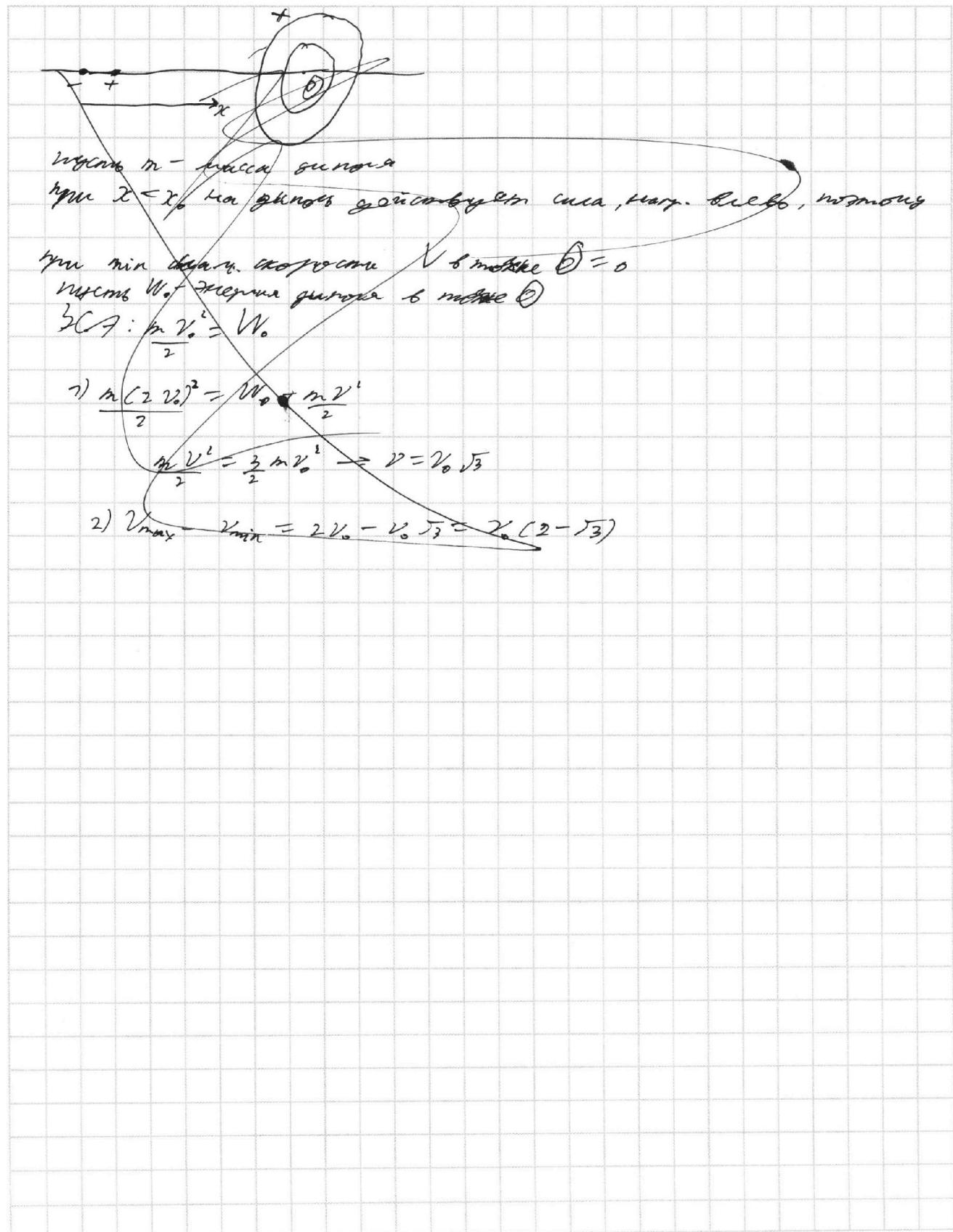


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



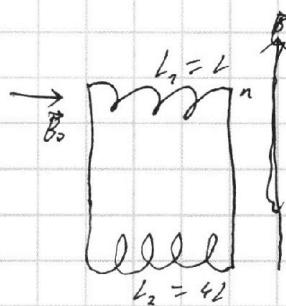
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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



$$\varepsilon_2 = -\frac{d\varphi}{dt}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = nS_2 \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = nS_2 \frac{dB}{dt}$$

$$1) (I_0 - 0)(L_1 + L_2) = nS_2(B_0 - 0)$$

$$I_0 = \frac{nS_2 B_0}{L_1 + L_2} = \frac{nS_2 B_0}{5L}$$

$$2) |I| = nS_2(B_0 - B)$$

$$|dI| = |I| dt = \frac{nS_2 B_0}{L_1 + L_2} dt - \frac{nS_2 B}{L_1 + L_2} dt$$

$$|I| = \frac{nS_2 B_0 t}{L_1 + L_2} - \frac{nS_2}{L_1 + L_2} \int^t_0 B dt = \frac{2}{3} \frac{nS_2 B_0 t}{L_1 + L_2}$$

$$\int^t_0 B dt \text{ это площадь под графиком } = \frac{2B_0}{3} \cdot \frac{\tau}{3} \cdot \frac{1}{2} + B_0 \cdot \frac{\tau}{3} +$$

$$+ \frac{2\tau}{3} \frac{B_0}{3} \cdot \frac{1}{2} = B_0 \frac{\tau}{3}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_0 = \frac{nS_2 B_0}{5L} \quad 2) |I| = \frac{2}{3} \frac{nS_2 B_0 t}{5L} = \frac{2}{75} \frac{nS_2 B_0 t}{2}$$

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

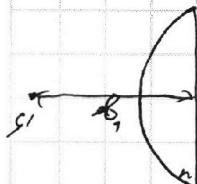
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 7

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 цапфы:  $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{R} \rightarrow F \cdot \frac{1}{a_1} = 3F$

шар можно рассматривать как полуподвеску, тогда  
расстояние между цапфами  $d = 2R$  и зеркало



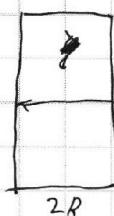
$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{n-1}{R}$$

$$a_1 = b_1 - b_2 = \frac{R}{3}$$

$$a_2 = \frac{R}{(n-1)b_2 - R}$$

$$a_2 = \frac{b_1 R}{(n-1)b_2 - R}$$

~~при вылете шар подходит пластинка для ско-  
рости падения~~

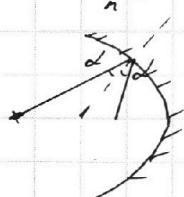
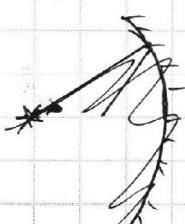


$$a_2 = \frac{b_1 R}{(n-1)b_2 - R}$$

смещение шар. в плоскости перпендикулярно радиусу:

к пластинке

$$a_1 = 2R - \frac{2R}{n} = 2R(n-1) \quad \text{и} \quad a_2 = \frac{b_1 R}{(n-1)b_2 - R} = \frac{(2R-2R)}{(n-1)b_2 - R}$$



$$= \frac{b_1 R n - (2R(n-1)(n-1) - b_2 - R)}{(n-1)b_2 - R}$$

$$a_1 = \frac{Fr}{F(a-1) + 3R}$$

$$a_2' = a_2 - \Delta = \frac{FrRn - 2RF(n-1)^2 + 6R^2(n-1)}{n(F(n-1) + 3R)} = R$$

$$Fr - 2F(n-1)^2 + 6R(n-1) = nFn - 2F(n-1)^2 + 6R(n-1) = nFn - 2F(n-1)^2 + 6R(n-1)$$

$$Fr - 2Fn^2 + 4Fn - 2F + 3Rn - 6R - h^2F + AF = 0, \text{ приравниваем ноль}$$

$$6Fn = 3Fn^2 - 2F + 3Rn - 6R = 0$$

$$Fr = 2R^2 \rightarrow R = \frac{F}{3}$$

$$3Fn^2 = 3Rn + 6Fn$$

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

$$3Fn^2 = 6Fn + 3Rn \rightarrow n = 2 + \frac{R}{F} = \frac{7}{3}$$

$$R = Fn - \frac{3Fn^2}{6} = 2F \quad (\text{имеем } \frac{R}{F} = \frac{7}{3} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{7}{3})$$



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"/> |

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 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!

$2F - 8F + 8F - 2F + 6R\beta - 6r\alpha \cancel{2F}$   
 $\beta d = (\beta + 2\alpha) f$   
 $\alpha = 1 - \beta = d \beta / (1 - \frac{\beta}{\beta + 2\alpha})$   
 $\frac{\alpha_1}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin \beta}$   
 $\frac{\alpha_2}{\sin \alpha} = \frac{r}{\sin(\beta + 2\alpha)}$   
 $\alpha_1 + \alpha_2 = R \left( \frac{\beta}{\beta + 2\alpha} + \frac{\beta}{\beta + 2\alpha} \right) = d - f$   
 $d - f = f(\beta + 2\alpha - 1) = f \frac{2\alpha}{\beta}$   
 $R \left( \frac{\beta}{\beta + 2\alpha} + \frac{\beta}{\beta + 2\alpha} \right) = f \frac{2\alpha}{\beta}$   
 $(\frac{R}{n} - 2r) n = -6 - 2R\alpha$   
 $f = \frac{R}{2} \left( 1 - \frac{1}{1 + \frac{2\alpha}{\beta}} \right)$   
 $n\alpha = \beta$   
 $4\alpha = 2\beta$   
 $\alpha = \frac{\beta}{2}$   
 $h^2 = R^2 - \frac{R^2}{4}$   
 $h^2 = \frac{3R^2}{4}$   
 $h = \frac{\sqrt{3}R}{2}$   
 $h^2 = 4P$   
 $h = 2\sqrt{P}$

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







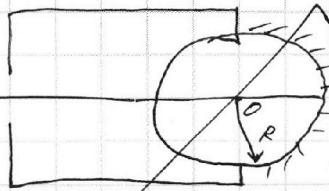
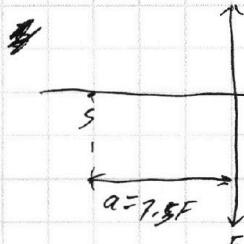






СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

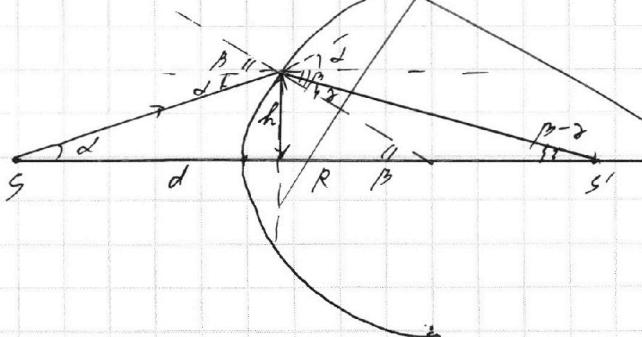
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



~~$$6 = \frac{8F}{3}$$~~

~~$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{2}{F}$$~~

~~$$f_1 = 3F$$~~



здесь нахожу членов:

~~$$d = np$$~~
~~$$2\pi p = np$$~~

$$L = R \cdot \beta = d \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{R}{d} \beta$$

$$\beta (\pi + \frac{R}{d}) = np$$

$$f(\beta - \alpha) = R \beta$$

$$f = \frac{R \beta}{\beta - \alpha} = \frac{R}{1 - \frac{\alpha}{\beta}}$$

$$f = \frac{R \cdot \alpha}{d(n - \pi) + R}$$

~~$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{n-1}{R}$$~~

~~$$f_1 = f_2 - (R - \frac{R}{n})$$~~



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

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

$$\alpha_2 = \frac{6_2 R}{(n-2) G_2 - R}$$

$$\frac{7}{G_2 F} + \frac{7}{F_2} = \frac{7}{F} \rightarrow \frac{7}{F_2} = \frac{7}{F} - \frac{2}{2F} = \frac{5}{2F}$$

$$f_2 = \frac{2}{5} F = \frac{24}{5} F$$

$$G_2 = \frac{8F}{3} + 2F - 34F = \frac{8F}{3} + 0,6F = \frac{49F}{15}$$

$$\alpha_2 = \frac{6_2 R}{(n-2) G_2 - R} = \frac{49FR}{49F(n-2) - 75R}$$

$$\alpha'_2 = \frac{49FRn - 49F(n-2)^2/2R + 30R^2/(n-2)}{n(49F(n-2) - 75R)}$$

$$49FRn - 49 \cdot 2R^2 n^2 + 49 \cdot 2F Rn - 49 \cdot 2F R + 30R^2 n - 30R^2 = (49Fn(n-2) - 75R)n$$

$$49 \cdot 2F R - 49Fn - 49F(n-2)(2(n-2) - n) + 75Rn = 0$$

$$49 \cdot 5F Rn - 49Fn^2 \cdot 2 - 49F \cdot 2 + 30R^2(n-2) - 49Fn(n-2) - 75Rn = 0$$

$$49 \cdot 6Fn - 49 \cdot 2F - 49 \cdot Fn^2 + 75Rn - 30R = 0$$
~~$$3Fn^2 - 2F = 49(6Fn - 2F - 3Fn^2)$$~~
~~$$30 = 15n$$~~
~~$$Fn - 2F = 49(6Fn - 2F - 3Fn^2)$$~~
~~$$7(2 - n + 72) + 6R = 6R$$~~
~~$$49 \cdot 7 \cdot R - 49 \cdot 6R - 49 \cdot \frac{8F^2}{3} + 35R - 30R = 0$$~~
~~$$R = 49(6Fn - 2F - 3Fn^2)$$~~
~~$$30 - 75n$$~~
~~$$(6Fn - 3Fn^2 - 2F) = 49(6Fn - 2F - 3Fn^2)$$~~
~~$$6 - 3n$$~~
~~$$30 - 75n = 294 - 74Fn$$~~
~~$$732n = 264 \rightarrow n = 2$$~~

$$R = \frac{72F - 72F - 2F}{6 - 6}$$