



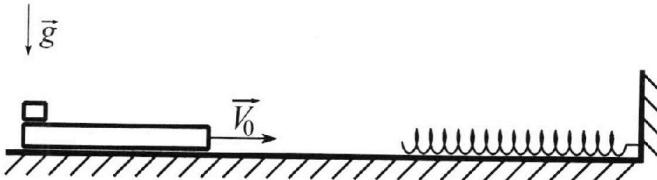
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

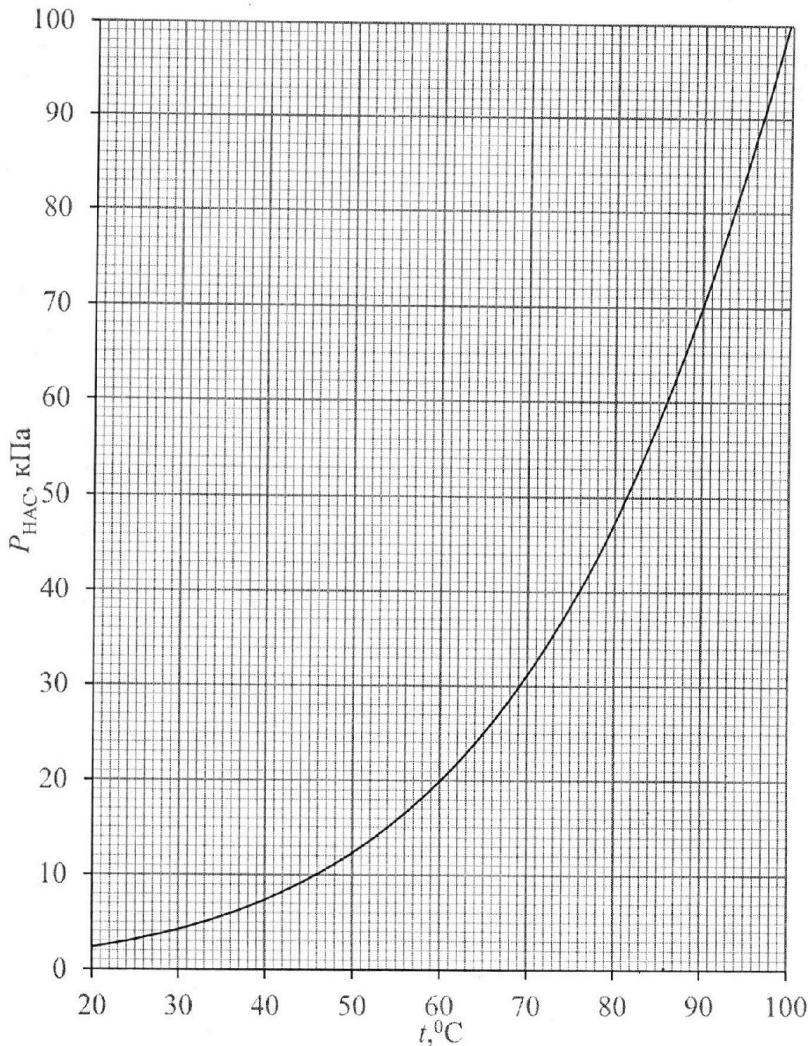


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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

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

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





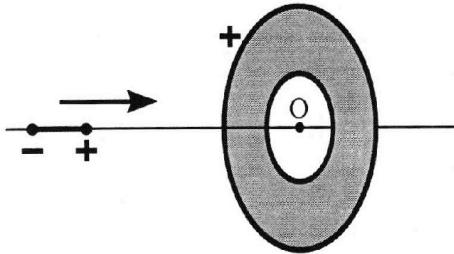
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

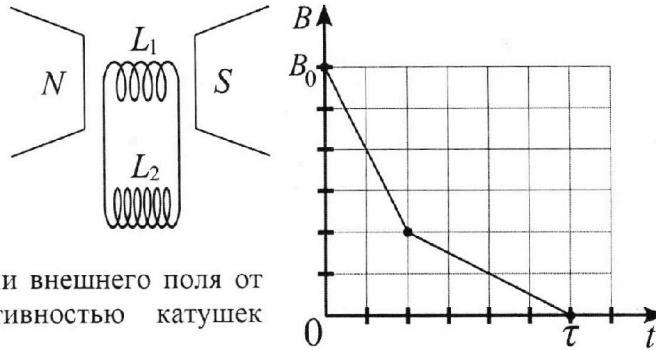
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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.

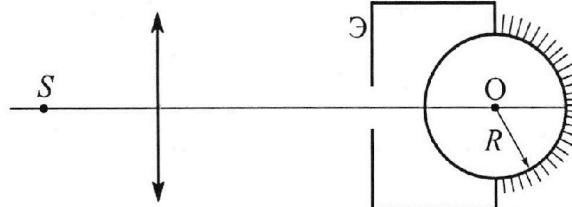
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.

2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от архитектурной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\pi \approx 3$$

1) $\Delta X_0 - ?$

2) $t - ?$

3) $\alpha_0 - ?$

Решение: 1)

выразим ускорение
первого бруска
считая мало, что F_{Tr} скажется

$$m\alpha_1 = \mu N \quad N = mg$$

$$\alpha_1 = \mu g$$

Второго: $M\alpha_2 = F_{um} - F_{Tr} = k\Delta X_0 - \mu mg$

надо чтобы началось относительное движение

$$\alpha_1 \neq \alpha_2 \Rightarrow \mu g \neq \frac{k\Delta X_0}{M} - \frac{\mu mg}{m} \quad 3\mu mg = k\Delta X_0 \quad \boxed{\Delta X_0 = \frac{1}{3} \text{ м}}$$

$$\Delta X_0 = \frac{3\mu X_0}{K} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 10}{27} = \frac{2 \cdot 3}{27} = \frac{4}{9} \text{ м} \quad \boxed{\Delta X_0 = \frac{4}{9} \mu}$$

2) Для начала относительного движения равны

$$ma = F_{Tr} \quad \text{Комплексный закон движения}$$

$$Ma = -kx - F_{Tr} \quad M\alpha = -kx - ma \quad (M+m)\alpha = -kx$$

$$\alpha + \frac{k}{M+m}x = 0 \quad \omega^2 = \frac{k}{M+m} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{27}{3m}} = 3$$

$$\Delta X_0 = X_{max} \sin(\omega t)$$

$$\frac{kX_{max}^2}{2} = \frac{(M+m)v_0^2}{2} \quad kX_{max}^2 = 3m v_0^2$$

$$X_{max} = \sqrt{\frac{3 \cdot 4}{27}} = \frac{2}{3}$$

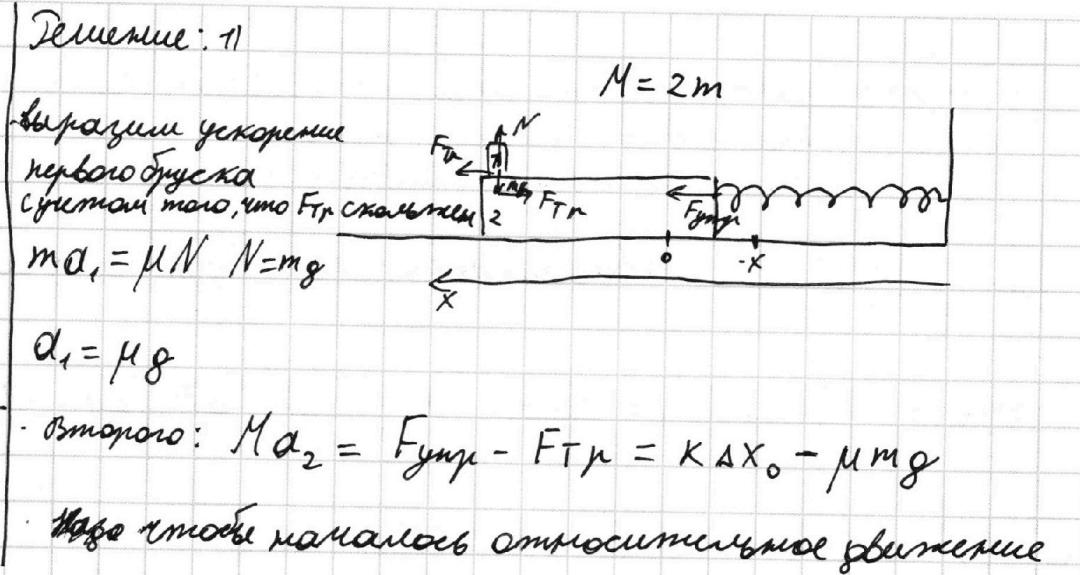
$$X_{max} = \sqrt{\frac{3m v_0^2}{K}}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{2}{3} \sin(\omega t) \quad \sin(\omega t) = \frac{2}{3} \quad \Delta X_0 = \frac{1}{3} \text{ м}$$

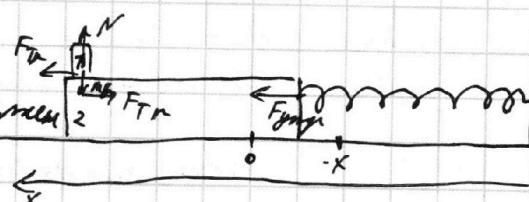
$$\frac{1}{3} = \frac{2}{3} \sin(\omega t) \Rightarrow \sin(\omega t) = \frac{1}{2} \quad \omega t = \frac{\pi}{6} \quad t = \frac{\pi}{6\omega} \quad t = \frac{\pi}{6 \cdot 3} = \frac{1}{6} \text{ с}$$

$$\boxed{t = \frac{1}{6} \text{ с}}$$

$$t = \frac{\pi}{6\omega} \cdot \sqrt{M+m}$$



$$M = 2 \text{ м}$$



надо чтобы началось относительное движение



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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

3) В момент максимального сжатия вся кин. энергия
шестерни переходит в энергию пружины.
· Относительное движение заканчивается

$$X_{\max} = \frac{\sqrt{3m v_0^2}}{K}$$
 · скоба работает как об. ограничение

$$3m d_0 = K X_{\max} \quad \alpha_0 = \frac{K X_{\max}}{3m} = \frac{K}{3m} \sqrt{\frac{3m v_0^2}{K}} = \frac{27}{3} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 4}{27}} = 9 \cdot \frac{2}{3} = 6 \frac{m}{c^2}$$

Ответ: $\Delta X_0 = \frac{1}{3} m$; $t = \frac{1}{6} c$; $\alpha_0 = 6 \frac{m}{c^2}$



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.

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!

Дано:

$$P_0 = 150 \text{ kPa}$$

$$t_0 = 86^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{2}{3}$$

$$t = 46^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{нас}}(t)$$

1) $P_1 - ?$

2) $t^* - ?$

3) $\frac{V}{V_0} - ?$

4)

Решение: 1)

• Найдем давление насыщенного пара при $t = 86^\circ\text{C}$

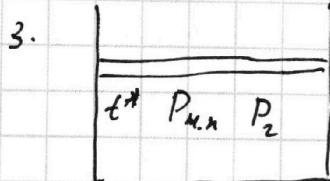
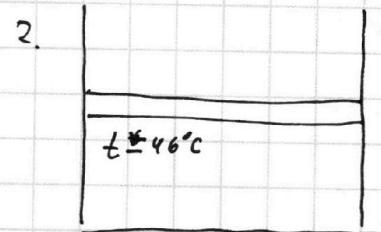
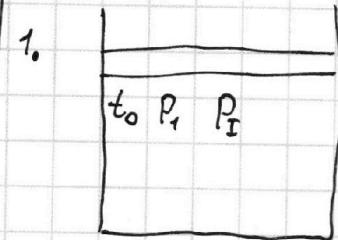
$$P_N = 60 \text{ kPa}$$

$$\varphi_0 = \frac{P_N}{P_H}$$

$$P_H = P_1$$

$$P_1 = P_N \cdot \varphi_0 = \frac{2}{3} P_N = 40 \text{ kPa}$$

$$P_1 = 40 \text{ kPa}$$



$$t = 46^\circ + 273 = 319 \text{ K}$$

$$t_0 = 86 + 273 = 359 \text{ K}$$

• Давление газа в начальне $P_{H,N} = P_0 - P_1 = 110 \text{ kPa}$

~~• До начала конденсации парциальное давление неизвестно~~

$$P_{O_2} \cdot V = \gamma R T_0 \quad P_2 \cdot V = \gamma R T^*$$

$$\frac{P_{O_2}}{P_2} = \frac{T_0}{T^*} \quad P_2 = P_{O_2} \frac{T^*}{T_0}$$

$$P_0 = P_2 + P_{H,N} \quad P_0 = P_{O_2} \frac{T^*}{T_0} + P_{H,N}$$

$$P_{H,N} = P_0 - P_{O_2} \frac{T^*}{T_0}$$

~~• найден парциальное давление насыщенных~~

$$P_1 V_0 = \gamma R T_0 \quad P_{O_2} V_0 = \gamma R T_0 \quad P_{H,N} V = \gamma R T^* \quad P_{O_2} V = \gamma R T^*$$

$$\frac{P_1}{P_{O_2}} = \frac{P_{H,N}}{P_2} = \frac{V_0}{V}$$

$$P_1 V_0 = \gamma R T_0 \quad P_2 V = \gamma R T^*$$

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



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$P_0 = P_{\text{н.н}} + P_2$$

$$\frac{P_{0.2}}{P_2} = \frac{T^{\circ}}{T} = \frac{t^{\circ} + 273}{t + 273}$$

$$P_0 = 150 \text{ кПа}$$

Допустим $P_{\text{н.н}} = 40 \text{ кПа}$, тогда $t^* = 76$

$$\frac{P_{0.2}}{P_2} = \frac{T^{\circ}}{T} = \frac{359}{349}$$

$P_2 = \frac{349}{359} P_{0.2}$, т.к. давление газа практически не изменяется при небольшом охлаждении

$$\frac{T^{\circ}}{T} = \frac{76 + 273}{t + 273} \approx 1$$

$$t^* = 76^*$$

$$3) P_0 = P_{\text{н.н}}(46) + P_{2.K} \quad P_{\text{н.н}}(46) = 10 \text{ кПа}$$

$$P_{2.K} = 140 \text{ кПа} \quad \text{в конде давление пара} = \text{давление Н.п. при } 46^{\circ}\text{C}$$

$$P_{0.2} V_0 = \nu R T_0 \quad P_{2.K} V = \nu R T_K \quad T_K = 319 \text{ К}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{0.2} \cdot T_K}{P_{2.K} \cdot T_0} = \frac{110 \cdot 319}{140 \cdot 359} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$$

Ответ: $P_i = 40 \text{ кПа}$, $t^* = 76^{\circ}\text{C}$; $\frac{V}{V_0} = \frac{11 \cdot 319}{14 \cdot 359}$



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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

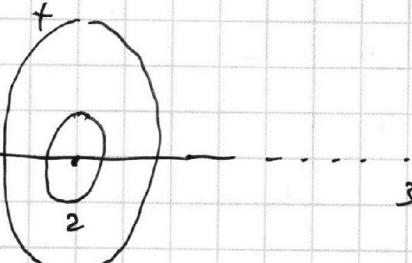
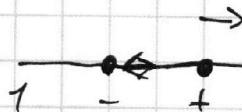
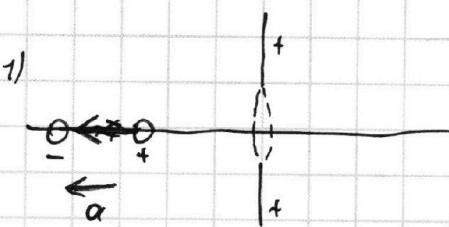
Дано:

$$v_0$$

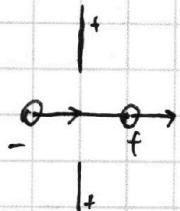
$$1) u - ?$$

$$2) \Delta v - ?$$

Демонстрация:



• Если тело проходит, значит оно большое . скорость подскакивает = 0 не вернется \Rightarrow работа диска минимальна = $\frac{m v_0^2}{2}$ - энергия, которую затрачивает диски, чтобы пролететь диск



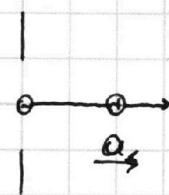
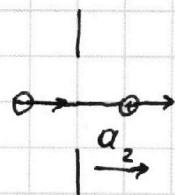
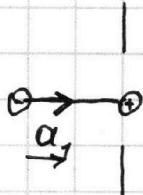
• Из симметрии видно, что половина энергии диска уходит тратится на первую попобегущую пути

$$t_{12} = \frac{t}{2} = \frac{m v_0^2}{4}$$

Задача:

$$\frac{m v_0^2}{2} = t_{12} + \frac{m u^2}{2} \quad 4 m v_0^2 = m v_0^2 + m u^2 \quad \frac{7}{2} v_0^2 = u^2 \quad u = v_0 \sqrt{\frac{7}{2}}$$

2) Рассмотрим пролет.



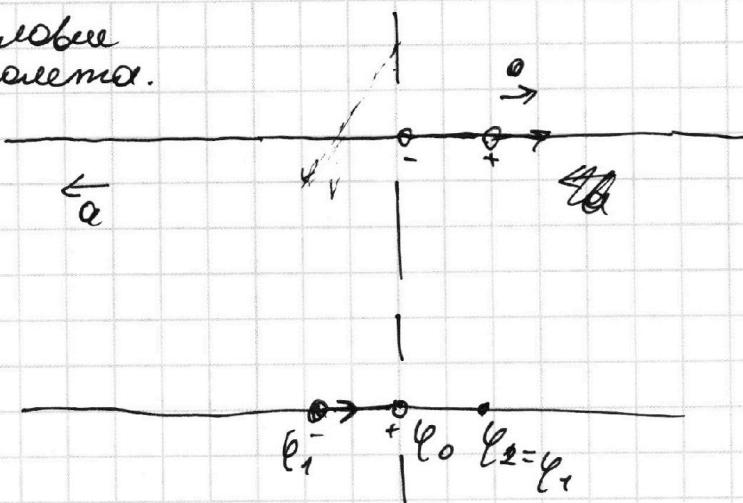
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

Числовое
решение.



• Если дать + заряду до точки 0, то он точно пролетит через катод

$$\frac{mv_0^2}{2} = -q\varphi_1 + q\varphi_0$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{3}v_0$$

• Пролетая через 0 дадут немного ускорения, а затем вновь начнут замедляться

• Минимальная скорость во время пролета будет, когда +q находится в точке 0

• Максимальная скорость, когда -q находится в точке 0

$$\frac{mv_1^2}{2} - q\varphi_1 + q\varphi_0 = -q\varphi_0 + q\varphi_1 + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2} = 2q\varphi_1 - q\varphi_0 \quad \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{4} = q\varphi_1 - q\varphi_0$$

$$\frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{4} = \frac{mv_0^2}{2} \quad v_0^2 - v_2^2 = 2v_0^2 \quad v_2^2 = v_0^2 \quad v_2 = v_0$$

$$\text{Ответ: } U = v_0 \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{2}} \quad SU = \sqrt{3}v_0 - v_0 = v_0(\sqrt{3} - 1)$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

Дано:

$L_1 = L$	n, S	B_0	$L_2 = 4L$	τ
-----------	--------	-------	------------	--------

Решение 1) $d\phi = nSd\beta$ • ток в катушках один, т. к. исследователем
содержание

$$|\mathcal{E}_i| = \left| \frac{d\phi}{dt} \right|$$

$$|\mathcal{E}_i| = nS \left| \frac{d\beta}{dt} \right| = -nS \frac{d\beta}{dt}$$

$$nSd\beta = (L_1 + L_2)dI \text{ пропущено}$$

$$1) I_0 - ?$$

$$2) Q - ? - nS \frac{d\beta}{dt} = -L_1 \frac{dI}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} \text{ пропущено}$$

$$nSAB = (L_1 + L_2) \Delta I \quad \Delta B = B_0 - \text{из уравнения}$$

$$\Delta I = I_0 - 0 \quad \text{т. к. между катушками ток в момент выключения пока } = 0$$

$$nS B_0 = 5L I_0$$

$$I_0 = \frac{nS B_0}{5L}$$

• Ток до начала выключения = 0, т. к.
 $\phi = \text{const}$

$$2) \frac{d\beta_1}{dt} = -\frac{4}{6} \frac{B_0 \cdot 6}{2\tau} = -2 \frac{B_0}{\tau} \quad \frac{d\beta_2}{dt} = -\frac{2}{6} \frac{B_0 \cdot 6}{4\tau} = -\frac{B_0}{2\tau}$$

$$-nS \frac{d\beta_1}{dt} = (L_1 + L_2) \cdot \frac{dI}{dt} \quad \frac{2nS B_0}{\tau} = 5L \frac{dI}{dt}$$

$$I_1 = \frac{2nS B_0 \cdot t}{5L\tau}$$

$$q_1 = \int_0^t \frac{dI}{dt} dt$$

$$I_{1k} = \frac{2nS B_0}{5L\tau} \cdot \frac{2\tau}{0} = \frac{2nS B_0}{15L}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{2nS B_0}{5L\tau} t$$

$$\int_0^t dQ = \frac{2nS B_0}{5L\tau} t dt \quad q_1 = \frac{2nS B_0}{5L\tau} \frac{2\tau^2}{36} = \frac{nS B_0 \tau}{45L}$$

• аналогично: $\frac{nsB_0}{2\tau} = 5L \frac{dI_2}{dt} \quad dI_2 = \frac{nsB_0}{10\tau L} dt$

$$dI_2 = I_2 - I_{1k}$$

$$I_2 = I_{1k} + \frac{nsB_0}{10\tau L} t$$

$$q_2 = I_{1k} \frac{4\tau}{6} + \frac{nsB_0}{10\tau L} \int_0^t t dt$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$q_2 = \frac{2nS\beta_0}{15L} \cdot \frac{4\tau}{6} + \frac{nS\beta_0}{10\tau L} \cdot \frac{8\tau^2}{36} - \frac{4nS\beta_0\tau}{45L} + \frac{nS\beta_0\tau}{45L} = \frac{nS\beta_0\tau}{9L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{6nS\beta_0\tau}{45L}$$

$$\text{Ответ: } I = \frac{nS\beta_0}{5L} ; q = \frac{6nS\beta_0\tau}{45L}$$



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!

Дано:

$$a = 1,5 F$$

$$b = \frac{8}{3} F$$

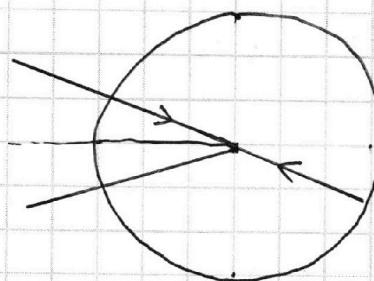
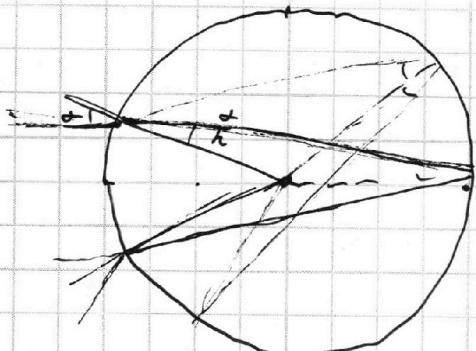
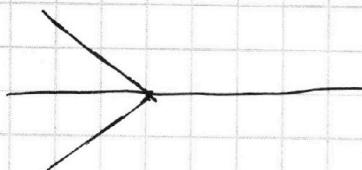
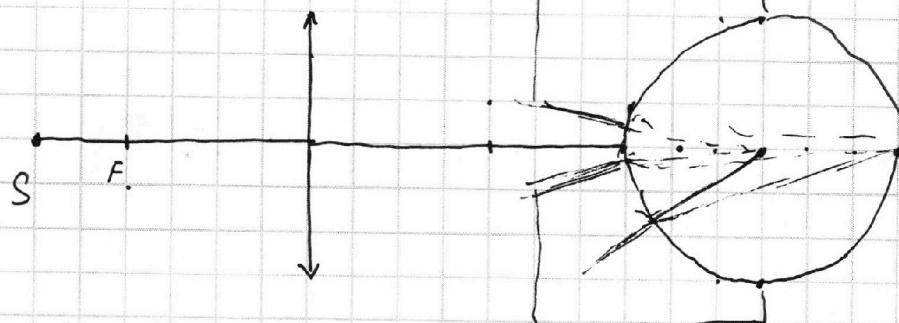
$$d = 2 F$$

$$1) R - ?$$

$$2) n - ?$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{3F} + \frac{1}{F} \quad f = 3F$$



• Если лучи будут идти по радиусу ($R = f - b$), то они не преломляются, отражаясь от зеркальной поверхности и пройдут тот же путь в обратном направлении, значит от n не зависит \Rightarrow все чудеса!

$$R = f - b = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{F}{3}$$

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



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

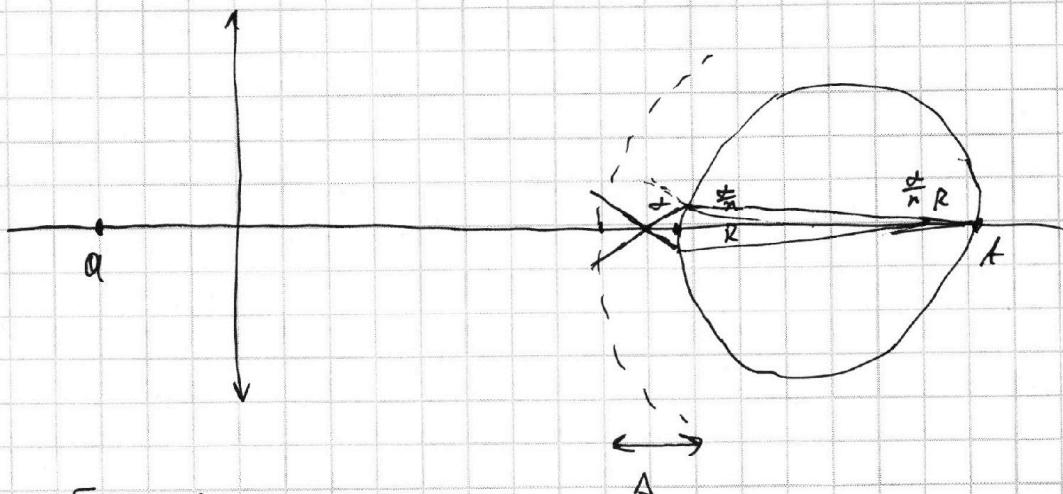
6

7

СТРАНИЦА

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!



Чтобы ~~то~~ второе условие выполнялось
радиус сферического ~~угла~~ ~~угла~~ ~~угла~~ ~~угла~~ ~~угла~~ ~~угла~~
нужно находиться в точке t

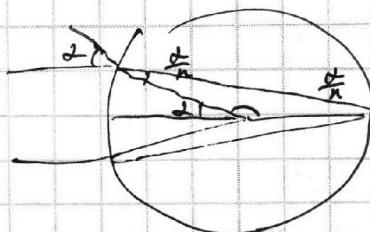


Это условие будет выполнено при
оказательстве равенства $\theta - \alpha = 2$

$$\theta = 2$$

$$\pi = \pi - \frac{2\alpha}{n} + \alpha \quad \frac{2\alpha}{n} = \alpha$$

$$n = 2$$



Ответ: $R = \frac{E}{3}$; $n = 2$



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.

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!

$$(m+M)\Delta v = K \Delta x t$$

$$t = \frac{(m+M)\Delta v}{K \Delta x}$$

$$\Delta x = m+$$

$$t = \frac{(m+M)}{K \Delta x} \sqrt{v_0^2 - \frac{K \Delta x^2}{m+M}}$$

$$t = \frac{m+M}{K \Delta x} \cdot \left(v_0 - \sqrt{v_0^2 - \frac{K \Delta x^2}{m+M}} \right)$$

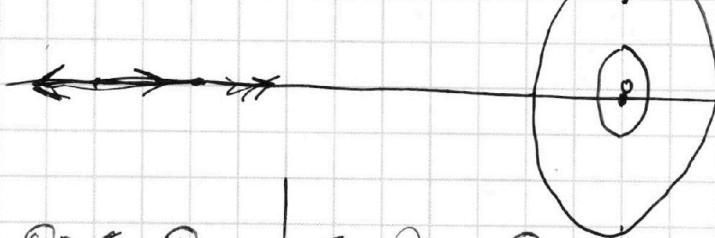
$$t = \frac{(m+M) * \mu mg}{\cancel{\mu mg}} \left(v_0 - \sqrt{v_0^2 - \frac{K(\mu mg)^2}{K(m+M)}} \right)$$

$$M = 2 \text{ м}$$

$$t = \frac{3}{\mu mg} \cdot \left(v_0 - \sqrt{v_0^2 - \frac{\mu^2 m g^2}{K \cdot 3 M}} \right)$$

$$t = \frac{3}{0.3 \cdot 1 \cdot 10} \cdot \left(2 \cdot \sqrt{4 - \frac{0.3 \cdot 0.3 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 3}} \right) = 2 \cdot \sqrt{4 - \frac{1}{3}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{11}{3}}$$

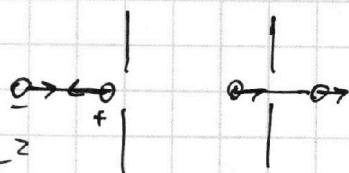
$$3 = m Q \quad \alpha = 3 \frac{m}{c^2}$$



$$\frac{m_4 v_0^2}{2} - \frac{m_2 v_0^2}{4} = \frac{8 m_2 v_0^2}{4} - \frac{m_2 v_0^2}{4} = \frac{7 m_2 v_0^2}{4} = \frac{m_2 v_0^2}{2}$$

$$\frac{m_2 v_0^2}{4} = \frac{7}{2} v_0^2 = v^2$$

$$v = v_0 \sqrt{\frac{7}{2}}$$



$$\frac{K \Delta x^2}{m+M} = v_0^2 - v_1^2$$

$$\frac{K \Delta x^2}{m+M} = v_0^2 - v_1^2$$

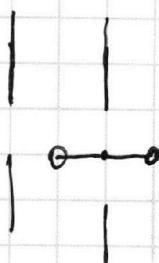
$$(v_0 - \sqrt{v_0^2 - \frac{K \Delta x^2}{m+M}}) = \sqrt{v_0^2 - \frac{K \Delta x^2}{m+M}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m+M}} = \sqrt{\frac{27}{3}} = 3$$

$$x = A_m \sin(\omega t)$$

$$v = \omega A_m \cos(\omega t)$$

$$a_{max} = \omega^2 A_m$$



$$\frac{m_4 v_0^2}{2} - \frac{m_2 v_0^2}{4} = \frac{8 m_2 v_0^2}{4} - \frac{m_2 v_0^2}{4} = \frac{7 m_2 v_0^2}{4} = \frac{m_2 v_0^2}{2}$$





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

Дано:
 $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $K = 2 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $\pi \approx 3$

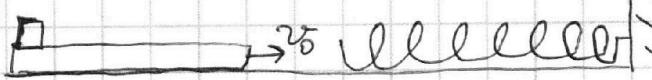
1) $\Delta x_0 - ?$
2) $t - ?$
3) $a - ?$

Демонстрация:

$$\frac{2}{9} \cdot \frac{1}{10} = 8$$

$$\frac{1}{45}$$

$$\vec{v}_{\text{add}} = \vec{v}_0 + \vec{u}$$



$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} + \frac{K\Delta x}{2} \quad Ma_F = F_{Tp}$$

$$Ma_2 = F_y - F_{Tp}$$

$$F_{Tp} = \mu m g \quad F_y = k \Delta x \quad F_y \geq F_{Tp}$$

$$\mu mg = K \Delta x_0 \quad \boxed{\Delta x_0 = \frac{\mu mg}{K}} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{2 \frac{1}{9}} = \frac{3}{2 \frac{1}{9}} = \frac{1}{9} \text{ м}$$

С постепенным увеличением статичной пружины будет увеличиваться и сила трения

$$v_g = \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{K \Delta x^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv_0^2}{2} - \frac{m v_g^2}{2} = \frac{Mv_0^2}{2}$$

$$v_{\text{окр}} \approx 2$$

$$K \Delta x^2 = (M+m)v_0^2 - (M+m)v_g^2 - (M+m)v_i^2$$

$$Q_1 = \frac{F_{Tp}}{m} \quad Q_2 = \frac{F_y - F_{Tp}}{M} \quad \mu mg \quad \mu g \neq \frac{K \Delta x - \mu mg}{M}$$

$$Q_{1K} = \mu g$$

$$\frac{K \Delta x^2}{m+M} = v_0^2 - v_i^2 \quad \mu M g \neq K \Delta x - \mu mg$$

$$F_{Tp} \cdot dx = \Delta t$$

$$0,3 \cdot 2 \cdot 10 + 2 \frac{1}{9} \cdot 1 \cdot 10 - 0,3 \cdot 10 \cdot 1$$

$$F_{Tx} \cdot dx - F_{Tp} \cdot dx = \Delta t \quad \frac{K \Delta x^2 - 27}{2 \cdot 9 \cdot 9} = \frac{3}{18} = \frac{1}{18} \quad \text{или } 3 \neq 2 \frac{1}{9} \cdot 10$$

$$Ma = Kx - ma \quad \frac{Mdv}{dt} = Kx - ma \quad Ma = Kxt - ma$$

$$(M+m)a + Kx = 0 \quad a + \frac{K}{M+m}x = 0 \quad \omega^2 = \frac{K}{M+m}$$

$$(M+m)\Delta v = Kx -$$