



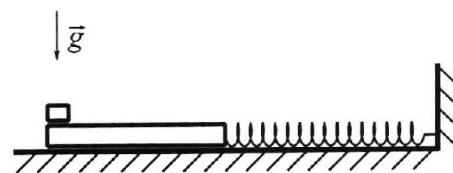
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинную доску массой $M = 2$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жесткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коеффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Доску отпускают, она начинает движение, а брускок начинает двигаться относительно доски. Начальное сжатие пружины подобрано так, что в момент, когда ускорение доски почти достигает нуля первый раз, относительное движение бруска по доске прекращается. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

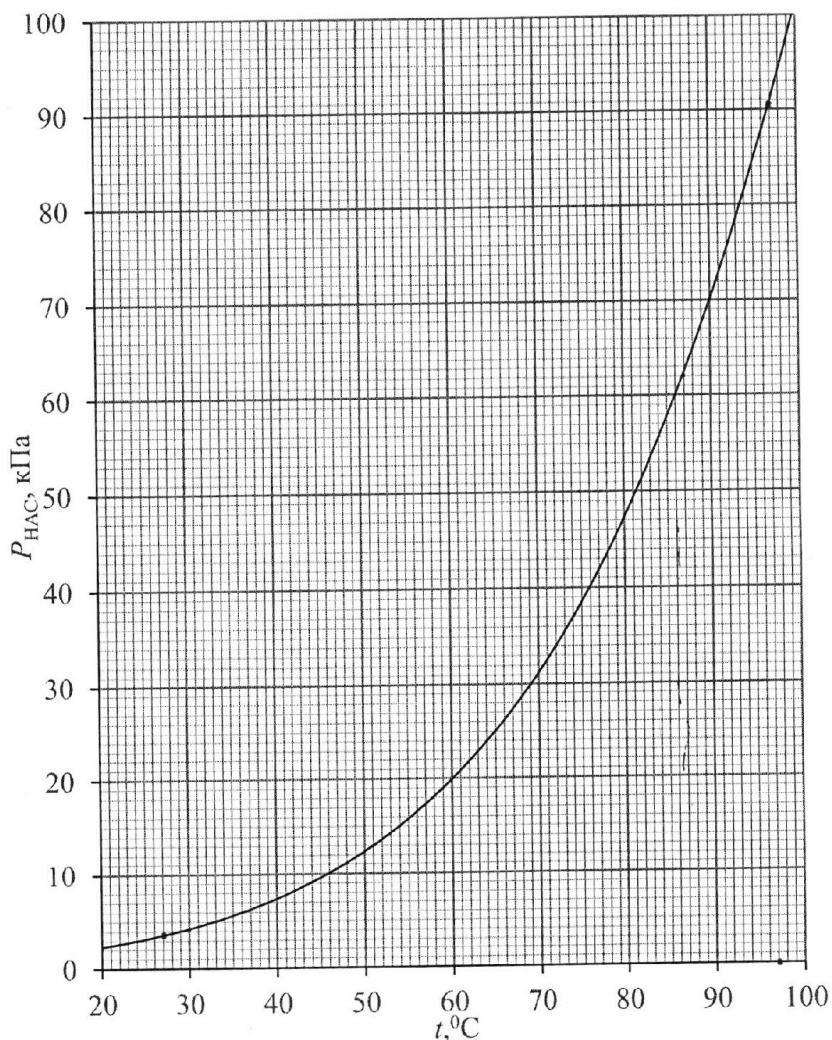


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидккая вода. Масса жидкой воды в 11 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 97$ °C. В результате вся вода превращается в пар. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти отношение масс пара в конце и в начале нагревания.
- 2) Найти температуру t^* , при которой прекратится испарение воды.
- 3) Найти относительную влажность ϕ в конце нагревания.

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





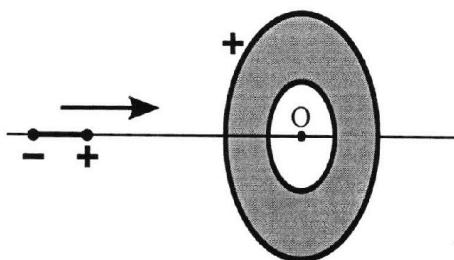
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-02

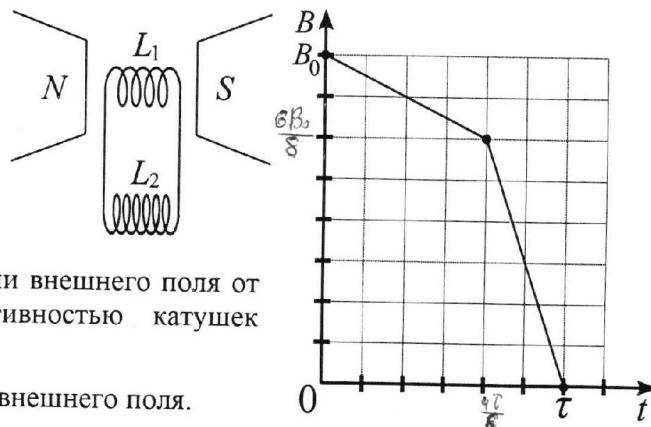
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 . Заряды диполя уменьшают по модулю в 2 раза и сообщают диполю начальную скорость V_0 .



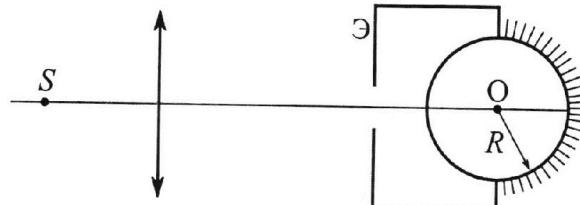
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $L_2 = 6L$ 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_2 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_2 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы расположены центр O прозрачного шара радиуса R и точечный источник S (см. рис.). Расстояние между источником S и центром линзы $a = 2R$. 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 $b = 7R$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти фокусное расстояние линзы F .

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы уменьшилось на $\Delta = 4R$, 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 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.

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

СТРАНИЦА
8 ИЗ 16

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 1.

Дано:

$$M = 2k_2$$

$$m = 1k_2$$

$$k = 50 \frac{N}{m}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\bar{x} \approx 3$$

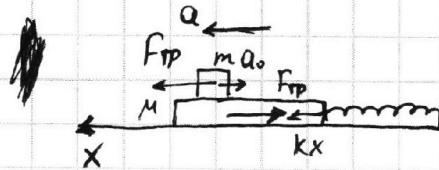
$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$1) X_1 - ?$$

$$2) \alpha - ?$$

$$3) V - ?$$

Решение:



$$1) \alpha_0 = 0$$

По 2-ому з-ну

Ньютона по ox :

$$ma - \cancel{F_fP} = \mu N = \mu mg \Rightarrow a = \mu g$$

$$\text{На всю систему: } (M+m)a = kx$$

$$(M+m)\mu g = kx$$

$$x = x_1 = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{(1+2) \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = 0,18 \text{ м}$$

2) Внешние насе начала движение они

~~будут~~ будут колебаться с периодом

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}} \Rightarrow w = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

Значит, $\alpha = Aw^2$, где $A = x_1$

$$\alpha = \cancel{x_1} \cdot \frac{k}{M+m} = 0,18 \cdot \frac{50}{2+1} = 0,06 \cdot 50 = 3 \frac{m}{s^2}$$

3) 3) Уз уравнение колебаний:

$$V = -Aw \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow V = x_1 w \sin \frac{\pi}{3} = 0,18 \cdot \sqrt{\frac{50}{2+1}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,09 \sqrt{50} \frac{m}{s}$$

Ответ: 1) 0,18 м; 2) $3 \frac{m}{s^2}$; 3) $0,09 \sqrt{50} \frac{m}{s}$.



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

СТРАНИЦА
3 из 16

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 2.

Дано:

$$T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T = 370 \text{ K}$$

$$1) k - ?$$

$$2) t^* - ?$$

$$3) \varphi - ?$$

Решение:

$$\text{Все вода испарилась: } k = \frac{m+M}{m} =$$

$$= \frac{m + 11m}{m} = 12, m - \text{масса пара в начале.}$$

Пар находился в равновесии с водой \Rightarrow

$$\Rightarrow p_0 = p_{\text{пар}} \approx 3,5 \text{ кPa} - \text{из графика.}$$

По уравнению Клапейрона - Менделеева:

$$pV = \cancel{RT}$$

$$\frac{p_0 V}{\cancel{R}} = \frac{m}{M} RT_0 - \text{в начале}$$

$$\frac{p V}{\cancel{R}} = \frac{12m}{M} RT - \text{в конце}$$

$$\frac{p_0}{p} = \frac{T_0}{12T} \Rightarrow p = \frac{12 T p_0}{T_0} = \frac{12 \cdot 370 \cdot 3,5}{300} \approx 51,8$$

kPa - наружальное давление наре в конце.

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нр}}} , p_{\text{нр}} \approx 90,5 \text{ кPa} - \text{из графика (при } t = 97^\circ\text{C)}$$

$$\varphi = \frac{51,8}{90,5} \approx 0,56$$

Рассмотрим момент, когда все вода испарилась, но при этом сильно температура не изменилась.

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

СТРАНИЦА
4 из 16

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!

$$\left. \begin{array}{l} p_* V = \cancel{\frac{12m}{\mu}} R T^* \\ \div \end{array} \right\} p_0 V = \cancel{\frac{m}{\mu}} R T_0$$

- считаем, что ~~изотермический~~ процесс
квазистатический, из-за
медленного нагрева.

$$\frac{P^*}{P_0} = \frac{12 T^*}{T_0}$$

$$\cancel{\frac{P^*}{T^*}} = \frac{12 P_0}{T_0} = \frac{12 \cdot 3,5}{300} = 0,14 \frac{kPa}{K} \Rightarrow$$

\Rightarrow найдём такую точку на графике, что

$$\frac{P^*}{T^*} \approx \frac{28}{200} \frac{kPa}{K}$$

$$\text{Из } \cancel{\text{графика}} \Rightarrow \frac{P^*}{T^*} \approx \frac{60 kPa}{(86+273)k} \approx 0,15 \frac{kPa}{K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t^* = 86^\circ C.$$

Ответ: 1) 12; 2) $86^\circ C$; 3) 0,56.

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

СТРАНИЦА
1 из 16

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 3.

Дано:

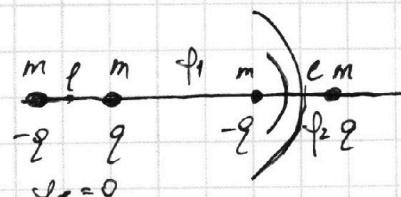
Решение:

$V_0;$

1) $V_1 - ?$

2) $V - ?$

До уменьшения заряда: Потенциал в центре диска: $\varphi_1;$



Потенциал в центре диска: $\varphi_1;$

Потенциал φ на расстоянии

l от диска: $\varphi_2, l -$

- длина диполя.

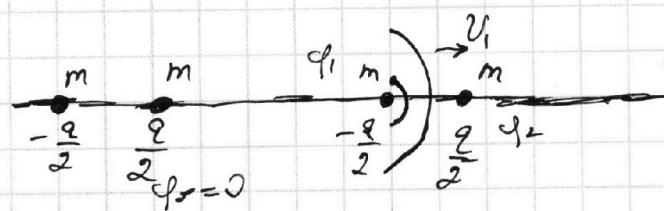
ЗСЭ: ~~$\Delta K + \Delta P = 0$~~

$$\left(0 - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + (\varphi_1 - \varphi_\infty)(-q) + (\varphi_2 - \varphi_\infty)q = 0, \varphi_\infty = 0$$

$$-mV_0^2 - \varphi_1 q + \varphi_2 q = 0$$

$$mV_0^2 = \varphi_2 q - \varphi_1 q$$

После уменьшения заряда (бролёт бирюса):



ЗСЭ:

$$\left(\frac{2mV_1^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + (\varphi_1 - \varphi_\infty)\left(-\frac{q}{2}\right) + (\varphi_2 - \varphi_\infty)\frac{q}{2} = 0$$

$$mV_1^2 - mV_0^2 + \frac{-\varphi_1 q}{2} + \frac{\varphi_2 q}{2} = 0$$

$$mV_1^2 - mV_0^2 - \frac{\varphi_1 q - \varphi_2 q}{2} = 0$$



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 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

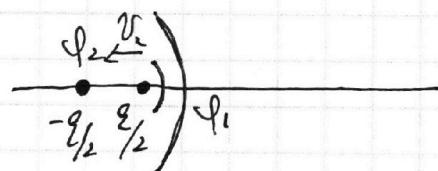
СТРАНИЦА
2 ИЗ 16

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!

$$m V_1^2 - m V_0^2 - \frac{-m V_0^2}{2} = 0$$

$$m V_1^2 = \frac{m V_0^2}{2} \Rightarrow V_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$$

При падении обратно:



$$3CF: \left(\frac{2m V_2^2}{2} - \frac{2m V_0^2}{2} \right) + (\varphi_1 - \varphi_2) q_{1/2} + (\varphi_2 - \varphi_0) (-q) = 0$$

$$m V_2^2 - m V_0^2 + \frac{\varphi_1 q - \varphi_2 q}{2} = 0$$

$$m V_2^2 - m V_0^2 - \frac{m V_0^2}{2} = 0$$

$$V_2^2 = \frac{3}{2} V_0^2 \Rightarrow V_2 = \frac{\sqrt{6}}{2} V_0$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\sqrt{6}}{2} V_0 - \frac{\sqrt{2}}{2} V_0 = \frac{V_0}{2} (\sqrt{6} - \sqrt{2})$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{\sqrt{2}}{2} V_0; 2) \frac{\sqrt{6}}{2} (\sqrt{6} - \sqrt{2}).$$

~~Задача 2.~~

~~Дано:~~

~~$P_0 = 27 + 273 \text{ kPa}$~~

~~$T = (97 + 273) \text{ K}$~~

~~$k = ?$~~

~~$t^* = ?$~~

~~$\varphi = ?$~~

~~Решение:~~

~~В начале пар не смыкается, т.к. находятся в равновесии с воздухом $\Rightarrow P_0 = P_{H2} \approx 3,5 \text{ kPa}$~~

~~$m + 11m = 12m$, m - масса пары в нач.~~

~~$m + 11m = 12m$, m - масса пары в нач.~~

~~$m + 11m = 12m$, m - масса пары в нач.~~



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
5 из 16

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 4.

Дано:

Решение:

$L, n, B_0;$

2-ое правило Кирхгофа :

T

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{S_{11}} + \mathcal{E}_{S_{12}} = 0$$

1) $I_0 - ?$

$$-\frac{d\phi}{dt} - L \frac{dI_0}{dt} - 6L \frac{dI_0}{dt} = 0$$

2) $q - ?$

$$- \frac{d}{dt} [S_1, nB] = 7L \frac{dI_0}{dt}$$

$$-nS_1 \frac{dB}{dt} = 7L \frac{dI_0}{dt}$$

$$-nS_1 \int_{B_0}^0 dB = \int_0^{I_0} 7L dI_0, \text{ тока вначале нет, т.к. имеем} \\ \text{настенку.}$$

$$-nS_1 (0 - B_0) = 7LI_0$$

$$I_0 = \frac{nS_1 B_0}{7L}$$

$$A-ЧИО: - \frac{d\phi}{dt} - L \frac{dI}{dt} - 6L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$-nS_1 \frac{dB}{dt} - 7L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$7L dI = -nS_1 dB$$

4 эта участка: 1- от 0 до $\frac{4\pi}{6}$; 2- от $\frac{4\pi}{6}$ до π

$$\text{Первый: } 7L \int_0^{\frac{4\pi}{6}} dI = - \int_{B_0}^B nS_1 dB$$

$$7L I = -nS_1 (B - B_0) = -nS_1 B + nS_1 B_0$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
6 ИЗ 16

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!

$$\text{Уравнение } B(t) \text{ где } t=0: B(t) = -\frac{3B_0}{8\tau}t + B_0$$

$$+L\mathcal{I} = -nS_1 \left(-\frac{3B_0}{8\tau}t + B_0 \right) + hS_1B_0$$

$$+L\mathcal{I} = \cancel{\frac{3nS_1B_0}{8\tau}t}$$

$$\mathcal{I} = \frac{3nS_1B_0}{56L\tau}t + \int dt$$

$$\int_0^q dq = \int_0^t \frac{3nS_1B_0}{56L\tau} t dt$$

$$Q_1 = \frac{3nS_1B_0}{56L\tau} \cdot \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\frac{2}{3}\tau} = \frac{3nS_1B_0}{2 \cdot 56L\tau} \cdot \frac{4}{9}\tau^2 =$$

$$= \frac{nS_1B_0\tau}{84L}$$

$$I_1 = I\left(\frac{2}{3}\tau\right) = \frac{3nS_1B_0}{56L\tau} \cdot \frac{2}{3}\tau = \frac{nS_1B_0}{28L}$$

$$\text{Уравнение } B(t) \text{ где } 2-\text{я} \text{ участок: } B(t) = -\frac{\frac{6B_0}{8}}{\frac{2}{6}\tau}t +$$

$$+ \frac{\frac{6B_0}{8}}{\frac{2}{6}} = -\frac{36B_0}{16\tau}t + \frac{36B_0}{16} = -\frac{9B_0}{4\tau}t + \frac{9}{4}B_0$$

$$\text{A-чно: } +L\mathcal{I} = -\int nS_1 dB$$

$$I_{21} = \frac{3B_0}{4}$$

$$+L\mathcal{I} = nS_1 \frac{3B_0}{4}$$

$$+L\mathcal{I} = nS_1 \left(\frac{3B_0}{4} - B \right)$$

$$+L\mathcal{I} = nS_1 \frac{3B_0}{4} - nS_1 \left(-\frac{9B_0}{4\tau}t + \frac{9}{4}B_0 \right) + +L\mathcal{I}_1$$

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

СТРАНИЦА
1 из 16

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!

$$7LI = nS_1 B_0 + nS_1 \frac{9B_0}{4\tau} t - nS_1 \frac{9B_0}{4}$$

$$7LI = -\frac{nS_1 B_0}{4} + nS_1 \frac{9B_0}{4\tau} t \quad / \cdot dt$$

$$\begin{aligned} q_1 &= -\frac{nS_1 B_0}{28L} \cdot \frac{1}{3} \tau^2 + \frac{9nS_1 B_0}{84L} \cdot \frac{1}{3} \tau^2 = -\frac{nS_1 B_0 \tau}{84} + \frac{9nS_1 B_0 \tau}{168} \\ q_2 &= +\frac{nS_1 B_0 \tau^3}{84L} = \frac{(21 - 2)nS_1 B_0}{168} = \frac{19nS_1 B_0}{168} \\ q &= q_1 + q_2 = \frac{nS_1 B_0 \tau}{84L} + \frac{19nS_1 B_0 \tau}{168L} \end{aligned}$$

$$7LI = -\frac{nS_1 B_0}{4} + \frac{9nS_1 B_0}{4\tau} t$$

$$I = -\frac{nS_1 B_0}{4} + \frac{9nS_1 B_0}{4\tau} t \quad / \cdot dt$$

$$\int_0^{\tau_2} dq = \int_0^{\frac{1}{3}\tau} \left(-\frac{nS_1 B_0}{28L} + \int_0^{\frac{1}{3}\tau} \frac{9nS_1 B_0}{28L\tau} t \right) dt$$

$$q_2 = -\frac{nS_1 B_0}{28L} \cdot \frac{1}{3} \tau^2 + \frac{9nS_1 B_0}{56L\tau} \cdot \frac{1}{3} \tau^2$$

$$q_2 = -\frac{nS_1 B_0 \tau^2}{84L} + \frac{nS_1 B_0 \tau^3}{56L} = \frac{nS_1 B_0 \tau}{28 \cdot 6 L} = \frac{nS_1 B_0 \tau}{28 \cdot 6 L}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{nS_1 B_0 \tau}{84L} + \frac{nS_1 B_0 \tau}{84 \cdot 2 L} = \frac{3nS_1 B_0 \tau}{168L}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{nS_1 B_0}{7L}; 2) \frac{3nS_1 B_0 \tau}{168L}.$$



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
9 из 16

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 5.

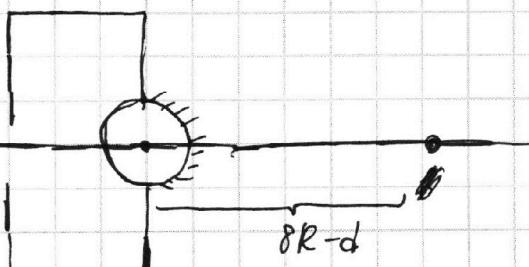
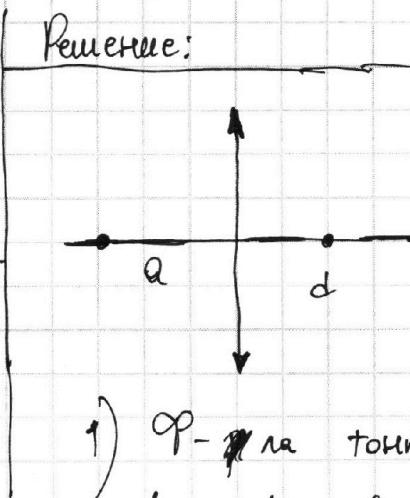
Дано:

$$a = 2R$$

$$b = 7R$$

$$1) F - ?$$

$$2) h - ?$$



1) Оп-на тонкой линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} ; \quad \frac{1}{8R-d} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = \\ = \frac{1}{8R-d} + \frac{1}{2R}$$

$$8R-d = d$$

$$d = 4R$$

$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{4R}{3}$$

Отв: 1) $\frac{4R}{3}$.



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

10 ИЗ 16

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
11 из 16

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~~

$$x_k = 0$$

$$\cancel{x} = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$\cancel{0} \cdot 0 = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} + \phi_0\right)$$

$$\cos(\phi_0 + \pi) = 0$$

$$\cancel{-} - \cos \phi_0 = 0$$

$$\cos \phi_0 \Rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{2\pi}{\omega} = \cancel{2\pi f \frac{m+n}{k}} =$$

$$= \omega = \sqrt{\frac{k}{m+n}} = \\ = \sqrt{\frac{50}{3}}$$

~~Задача~~

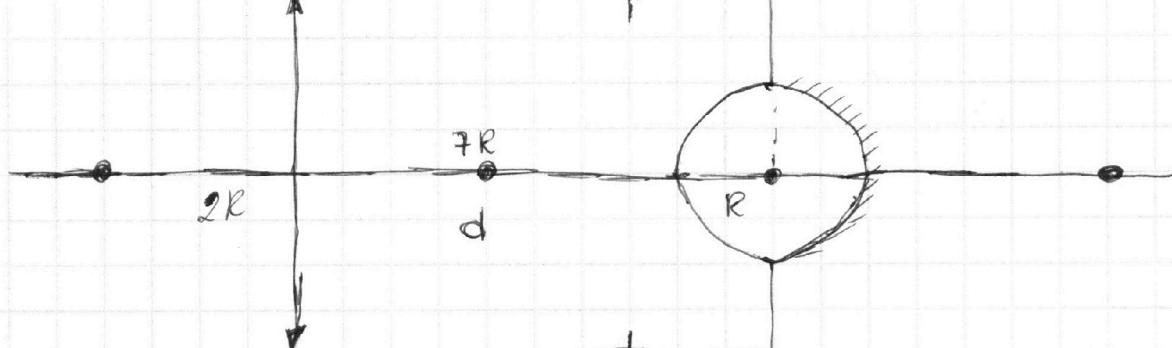
$$a = \frac{x_f - x_i}{2} \omega^2 =$$

$$Q = \frac{q \cdot d}{2} \cdot \frac{50}{3} = 0,06 \cdot 25 = \frac{6}{100} \cdot 25 = \frac{3}{2}$$

~~Задача~~

$$v = Aw \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} + \phi\right) = \cancel{\frac{x_f - x_i}{2} \cdot \sqrt{\frac{50}{3}}} =$$

$$= \cancel{0,09 \cdot \sqrt{\frac{50}{3}}} =$$



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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
12 из 16

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!

$$-nS_1 \frac{dB}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} - 6L \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$-nS_1 k_i \cancel{\frac{dB}{dt}} - 7L \frac{dI_2}{dt} + 7L = 0$$

$$-nS_1 \int_0^B dB = \int_0^I 7L dI_2$$

$$+ nS_1 (B - B_1) = 7LI$$

$$nS_1 (B_1 - B) = 7LI$$

$$\underbrace{nS_1 B_1}_{\text{const}} - \underbrace{nS_1 B}_{\text{1t}} = 7LI$$

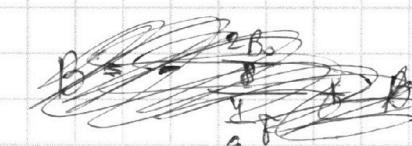
$$(1): \quad \cancel{nS_1 B_1} = \cancel{nS_1 B}$$

$$nS_1 B_0 - nS_1 \left(-\frac{3B_0}{8T} t + B_0 \right) = 7LI$$

$$\cancel{nS_1 B_0} \quad nS_1 \frac{3B_0}{8T} t = 7LI$$

$$\frac{3nS_1 B_0}{8T} t dt = 7LI$$

----- Инт. и Ачиш Г.



$$B_1 = kT + c$$

$$B_0 = c$$

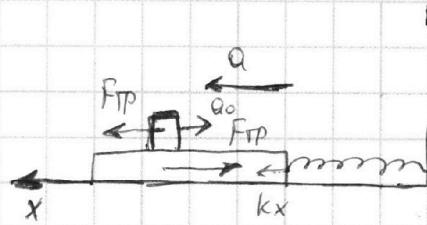


$$B_1 = \frac{-2B_0}{4T} t + B_0$$

$$B_1 = -\frac{B_0}{3T} t + B_0 =$$

$$= B_1 = -\frac{3B_0}{8T} t + B_0$$

5



$$ma = \mu mg$$

$$(M+m)a = kx_1$$

$$(M+m)g = kx_1$$

$$x_1 = \frac{(M+m)g}{k} = 0,18m$$

$$m(a - a_0) = \mu mg \Rightarrow a - a_0 = \mu g$$

$$Ma = kx - \mu mg$$



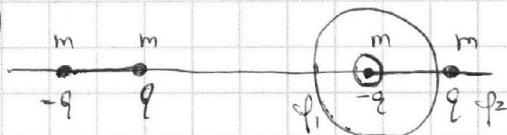
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
13 из 16

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)



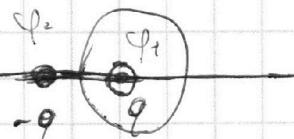
$$\left(0 - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + (\phi_1 - \phi_2)q + (\phi_2 - \phi_1)q = 0$$

$$\left(\frac{2mV^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + \cancel{\phi_1 - \phi_2}q + \cancel{\phi_2 - \phi_1}q = (-\phi_1q + \phi_2q) + (\phi_1q - \phi_2q) = 0$$

$$mV^2 - mV_0^2 \rightarrow \frac{\phi_1q - \phi_2q}{2} = 0$$

$$mV^2 - mV_0^2 + \frac{mV_0^2}{2} = 0$$

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



$$\left(\frac{2mV^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + (\phi_1q) + \phi_2(-q) = 0$$

$$mV^2 - mV_0^2 + \phi_1q/2 - \phi_2q/2 = 0$$

$$mV^2 - mV_0^2 + \frac{\phi_1q - \phi_2q}{2} = 0$$

$$mV^2 - mV_0^2 - \frac{mV_0^2}{2} = 0$$

$$mV^2 = \frac{3}{2} mV_0^2 \Rightarrow V^2 = \frac{3}{2} V_0^2 \Rightarrow V = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$V = \frac{\sqrt{6}}{2} V_0 - \frac{\sqrt{2}}{2} V_0$$

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.

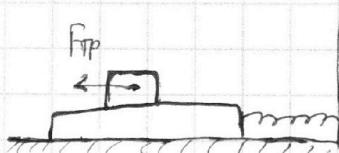


- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
14 из 16

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



~~$$F_{\text{pp}} = \mu \cdot F_{\text{N}}$$~~

$$\begin{array}{r} 370 \\ \times 14 \\ \hline 1480 \\ + 370 \\ \hline 5180 \\ - 4525 \\ \hline 655 \\ 3000 \mid 35 \\ \hline 51,80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \quad 14 \\ \hline 50 \end{array} = \frac{4}{350}$$

$$97 + 273 =$$

$$\frac{20}{67+273} = \frac{20}{340} = 370$$

$$\frac{1}{17}$$

②

$$p_0 V = \frac{m}{R} RT$$

$$\varrho = \Delta u + A$$

$$\frac{p_0}{p} = \frac{T_0}{T}$$

$$pV = \frac{12m}{R} RT$$

$$\frac{30}{77+273} = \frac{30}{350} =$$

$$p = \frac{12T - p_0}{T_0} = 0,14 \cdot 370 =$$

$$280 + 80 =$$

$$= 51,8 \text{ kPa}$$

$$\varrho = \frac{51,8}{90,5} = \frac{518}{905} \approx 0,57$$

$$\frac{62}{360} = \frac{31}{180}$$

~~360~~

~~8~~

$$t^* \approx (85^\circ; 87^\circ)$$

④ $\oint \left(\frac{dB_1}{dt} \right) ; \oint \left(\frac{dB_2}{dt} \right)$

4 (1): $\varepsilon_i = - \frac{d\varphi}{dt} = - \frac{d[B_1 n S_1]}{dt} = - n S_1 \left(\frac{dB_1}{dt} \right) = \text{const.}$

~~By~~ $\varepsilon_i = L \frac{dI_1}{dt} - 6L \frac{dI_2}{dt} = 0$

$$-nS_1 \frac{dB_1}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} - 6L \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$\int_{B_1}^0 nS_1 dB_1 + \int_0^I L dI_1 + \int_0^I 6L dI_2 = 0$$

$$-nS_1 B_0 + LI + 6LI = 0$$

$$nS_1 B_0 = -LI \Rightarrow I = \frac{nS_1 B_0}{-L}$$



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**.

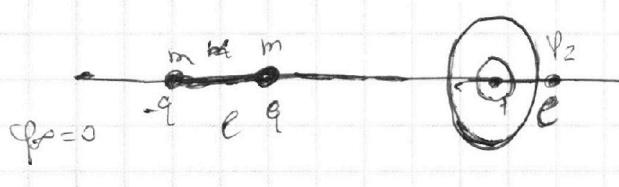
СТРАНИЦА
15 ИЗ 16

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!

~~11/18/2013~~ ~~11/23~~
~~X₀~~ ~~49~~ ~~0.3-10~~ ~~X₀~~
k ~~50~~ ~~150~~

3

$$1) \quad \text{---} \quad \left(0 - \frac{m \omega_0^2}{2}\right) + (q_1 - q_0)q = 0$$



$$\left(\frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_0^2}{2} \right) + (\phi_1 - \phi_\infty) \varrho = 0$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{\Phi_1 q}{2} = -\frac{mv_0^2}{4}$$

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

$$4) \quad \left(0 - \frac{2m\omega_0^2}{g}\right) + (\varphi_1 - \varphi_3) - q + (\varphi_2 - \varphi_3)q = 0$$

$$m\ddot{\theta}^2 = \frac{2mV_0^2}{2} = \varphi_1 \dot{q}_1 + \varphi_2 \dot{q}_2 = -\cancel{(\varphi_1 \dot{q}_1 + \varphi_2 \dot{q}_2)} - q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\left(\frac{2mV^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2}\right) + \left(\varphi_1 - \varphi_3\right) - \varphi_2 + \left(\varphi_4 - \varphi_5\right)\varphi_2 = 0$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{\varphi_1 q}{2} + \frac{\varphi_2 q}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{1}{2}(\varphi_1 q - \varphi_2 q)$$

$$\left(\frac{2mV^2}{2} - \frac{2mV_0^2}{2} \right) + \left(f_1 - f_5 \right) - \frac{\varrho}{2} + \left(f_2 - f_5 \right) \frac{\varrho}{2} = 0$$

$$\cancel{m} \left(m V^2 - m V_0^2 \right) + \frac{q_1 q}{2} + \frac{q_2 q}{2} = 0$$

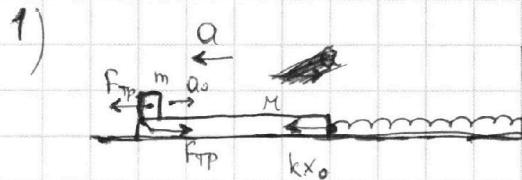
$$(m v^2 - m v_0^2) - \frac{1}{2} (\varphi_1 - \varphi_2) = 0$$



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
16 из 16

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!



$$a_0 = 0$$

2) $M = 12m$ 1) $k = \frac{m+M}{m} = \frac{12m}{m} = 12$

2) $V = \text{const}; P_0 = p_{HO} = 3,5 \text{ kPa}$; $273 + 27 = 300$

$$\frac{P_0}{P} V = \frac{m}{M} RT_0$$

$$\frac{P_0}{P} = \frac{T_0}{12T}$$

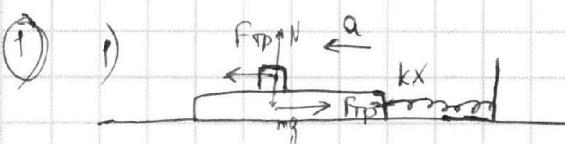
$$PV = \frac{12m}{M} RT$$

$$12T = P \cdot \frac{T_0}{P_0}$$

$$\frac{12T}{P} = \frac{T_0}{P_0} \Rightarrow \frac{T}{P} = \frac{T_0}{12P_0}$$

$$\frac{P}{T} = \frac{12P_0}{T_0} = 12 \cdot \frac{3,5 \text{ kPa}}{300} =$$

$$= \frac{6 \cdot 3,5}{150} = \frac{6 \cdot 0,7}{30} = \frac{0,7}{5} = 0,14 \frac{\text{kPa}}{\text{k}}$$



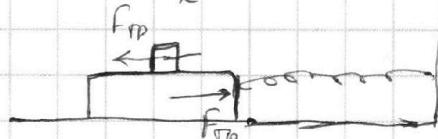
$$F_{TP} = Ma = \mu mg$$

$$(M+m)a = kx$$

$$(M+m)\mu g = kx$$



$$x = \frac{(M+m)\mu g}{k} = \frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{50} = \frac{9}{50} = 0,18 \text{ m}$$



$$Ma = kx_0 - \mu mg$$

$$(M+m)a = kx_0$$

$$a = \frac{kx_0}{M+m}$$

$$m(a - a_0) = +\mu mg$$

$$a - a_0 = \mu g$$

$$\frac{Mkx_0}{M+m} = kx_0 - \mu mg$$

$$\mu kx_0 = (M+m)kx_0 - \mu mg; \quad \cancel{\mu kx_0} = \cancel{Mkx_0} + m kx_0 - \mu mg$$