



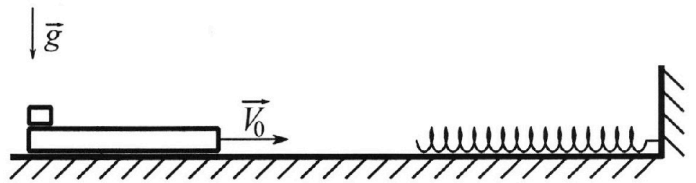
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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 брусок 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.

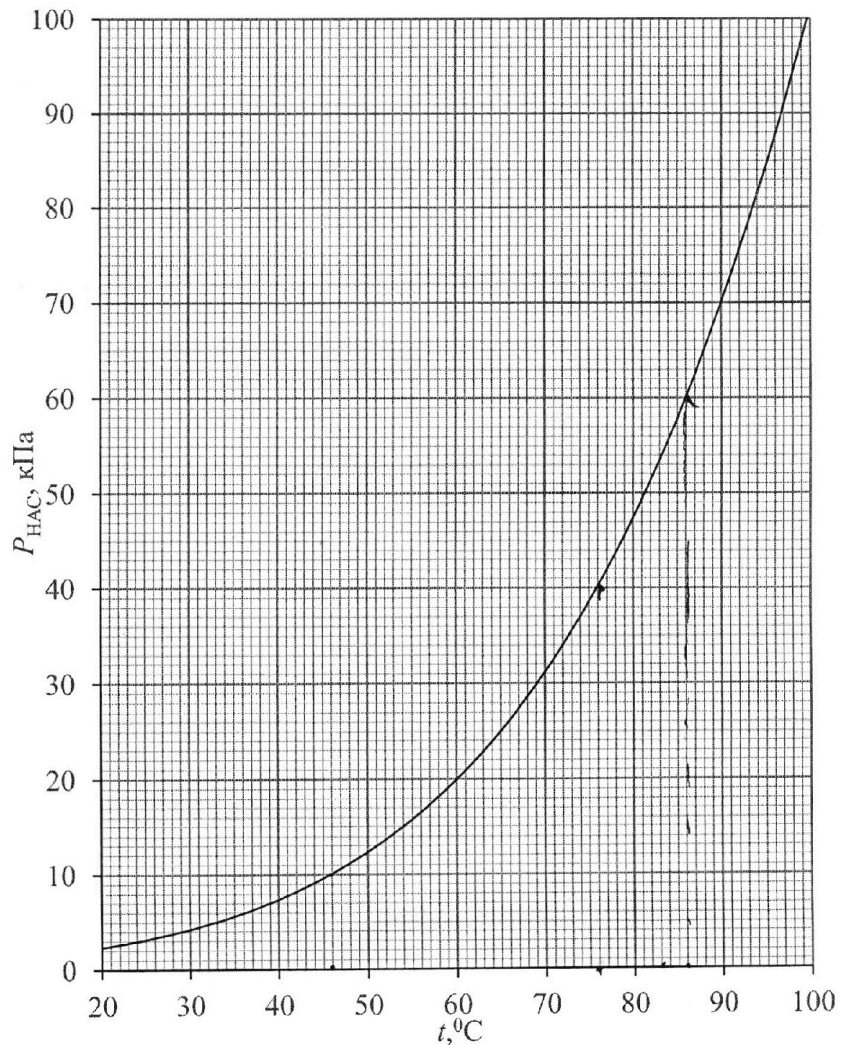


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





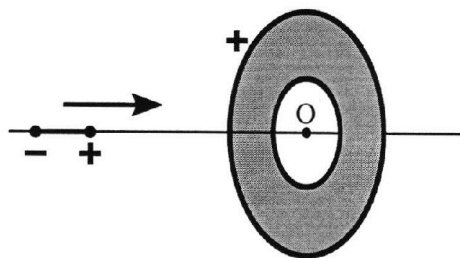
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



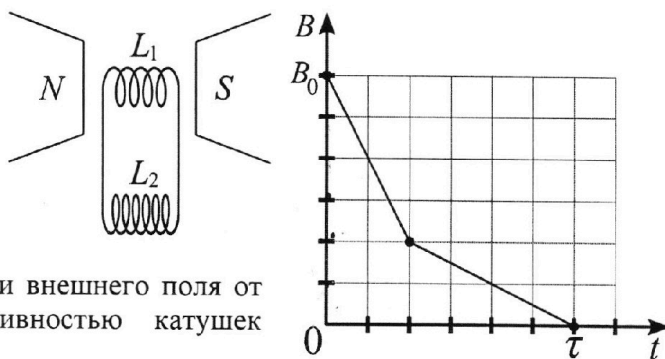
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

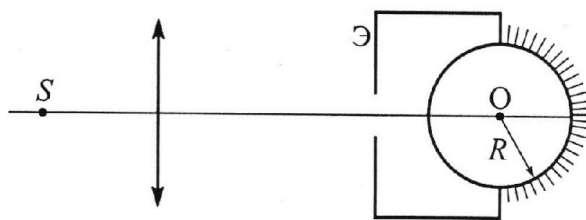
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 , удаленный 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 α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

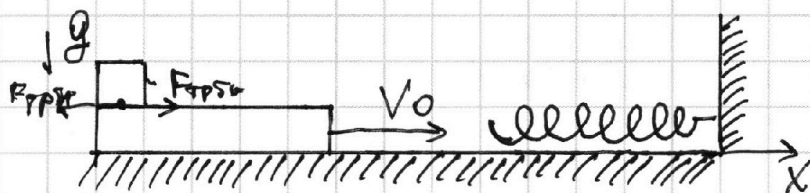


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 3

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



1) Относительное движение
начнется в тот момент,
когда ускорения будут
разными, т.е. когда начнется
скольжение.
Затем 23 Н для бруска

и доски:

$$-kx + F_{Tp \text{ бруска}} = -Ma$$

$$-F_{Tp \text{ бруска}} = -ma$$

В момент когда начнется скольжение

а еще будут равны, а $F_{Tp \text{ бруска}} = \mu N = \mu mg$

$$-kx + \mu mg = -Ma$$

$$-\mu mg = -ma$$

$$a = \mu g$$

$$-kx + \mu mg = -M \cdot \mu g$$

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

$$x = \frac{\mu g (M + m)}{k} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\pi \approx 3$$

$$S_{\text{тот}} - ?$$

$$(t_{\text{отн}} - t_0) - ?$$

$$a_m - ?$$



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 5

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

2) Возьмем 2 ВН для всей системы

$$-(M+m)a = -kS$$

$$S = x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}$$

Пусть $x_{\text{нач}} = 0$, тогда $S = x_{\text{кон}} = x$

$$(M+m)a - kx = 0$$

$$a = \ddot{x}$$

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

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

$$\frac{k}{M+m} = \omega^2$$

Координата меняется по закону $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

$$\varphi_0 = 0$$

$$A = S_{\text{max}}; \text{ ЗСЭ: } \frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{k S_{\text{max}}^2}{2}$$

$$S_{\text{max}} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$

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





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

1
☒2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
9 из 9

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!

$$X = \int_{\text{полн}} (из п. 1)$$

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

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

$$t = \frac{\arcsin \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{k}}}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} = \frac{\arcsin \frac{1}{6} \sqrt{\frac{1}{2}}}{\sqrt{k}}$$

$$= \frac{\pi}{6} \frac{1}{3} = \frac{1}{6} e$$

$$3) -k S_{\max} = -(M+m) a_{\max}$$

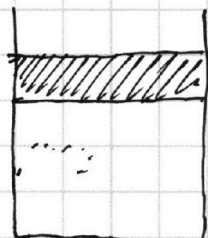
$$a_{\max} = \frac{k}{M+m} S = \sqrt{\frac{k}{M+m}} v_0 = 6 \frac{m}{c^2}$$



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.

1
☐2
☒3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐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!



$$p_0 = 180 \text{ кПа}$$

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

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

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

$$p_1(86^\circ \text{C}) = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\frac{V}{V_0} = ?$$

$$1) \varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}(86^\circ \text{C})} \cdot \frac{2}{3} = \frac{p}{60 \text{ кПа}}$$

$$p = 40 \text{ кПа}$$

2) И.т.к. процесс изобарический, газ — пар до конденсации будет вести себя как и.г. газ и т.д.

$$p_{\text{пар}} = p_{\text{сочет}} = p,$$

Значит конденсация будет тогда, когда

$$p_1 = p_{\text{нас}}(t^*) = 40 \text{ кПа}$$

$$\text{Из графика } p_{\text{нас}} \text{ } t^* = 76^\circ \text{C}$$

3) $t_k < t^*$ После конденсации $p_{\text{пар}} =$

$$p_{\text{нас}}(t) \rightarrow p_2 = p_0 - p_{\text{нас}}(t) = 180 - 10 = 170$$

Запишем два закона Менделеева-Клапейрона.

$$170 V_0 = \nu R T_0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T_0 \cdot 170}{T_1 \cdot 140} = \frac{319 \cdot 11}{359 \cdot 14}$$

$$140 V = \nu R T_1$$

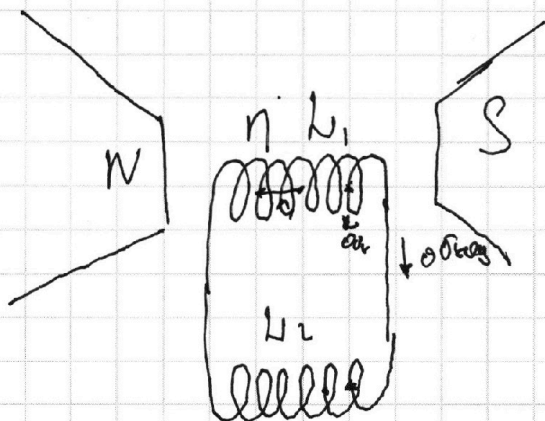


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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
 $I_0 = 0$
 $L_1 = L$
 $L_2 = 4L$
 S_1
 τ

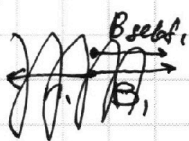
 I_0

Зададим направление обхода $\rightarrow$ n , направление
внеше

n_2 направление внешне

В катушке 1 поле меняется линейно с $(0$ по $\frac{2\tau_0}{6}$
и $(\frac{2\tau_0}{6}$ по τ_0)

Оно будет индуцировать B_{self1} , которое по правилу

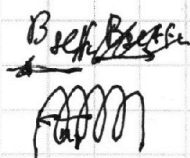


Ленца будет противостоять
 $\Delta\Phi$. $\Delta\Phi$ уменьшается

$\rightarrow B_{self1} \uparrow B_1$

L_1

Изменению тока отвечает противостоять $\mathcal{E}_{self1}$



В катушке L_2 ток тот же, который
и в катушке L_1 . Его ^{намагничивание} ~~увеличение~~ Φ в начале
порождает B_{self2} , которое в свою $= 0$
отперед, порождает $\mathcal{E}_{L2}$, противостоящее увеличению
тока



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 4

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

Из всего выше перечисленного следует что

$\mathcal{E}_{ext}$ (внешнее) направлено против обхода

$\mathcal{E}_{self1}$ направлено ~~против~~ по обходу

$\mathcal{E}_{self2}$ направлено по обходу

$$\mathcal{E}_{self1} + \mathcal{E}_{self2} - \mathcal{E}_{ext} = 0 \quad \begin{array}{l} \text{напряжение} \\ \text{напряжения} \\ \text{нет} \end{array}$$

$$-L_1 \frac{dI}{dt} + -L_2 \frac{dI}{dt} = \cancel{E_{ext}} n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -n S_1 \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) dI = -n S_1 dB$$

$$dI = \frac{-n S_1 (-\alpha dt)}{L_1 + L_2}$$

$$dI = \frac{n S_1 \alpha dt}{5L}$$

$$I_{np} \int_0^{\tau} dI = \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L} \int_0^{\tau} dt$$

$$\int_{I_{np}}^{I_0} dI = \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L} \int_0^{\tau} dt$$

$$I_{np} = \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L}$$

$$I_0 - I_{np} = \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L}$$

$$I_0 = \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L} + \frac{n S_1 \alpha_1 \frac{\tau}{3}}{5L} =$$



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

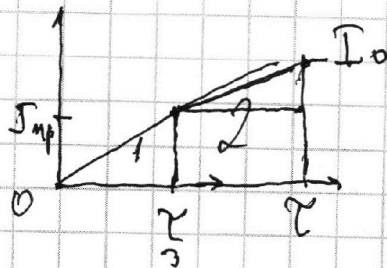
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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!

$$\begin{aligned}
 I_0 &= \frac{nS_1}{5L^3} (\alpha_1 \tau_1 + \alpha_2 \tau_2) = \frac{nS_1 \tau}{5L^3} (\alpha_1 \frac{\tau}{3} + 2\alpha_2 \frac{\tau}{3}) \\
 &= \frac{nS_1 \tau}{5L^3} (\frac{B_0 \tau^2}{2\tau} + 2 \frac{B_0 \tau}{3\tau}) \\
 &= \frac{nS_1 \tau}{5L^3} \frac{B_0 \tau}{2} + \frac{2B_0 \tau}{3\tau} = \frac{nS_1 B_0 \tau}{5L^3}
 \end{aligned}$$

2) Если в нашей системе I меняется линейно, а значит Δq — это площадь под линейным графиком



Сначала посчитаем площадь фигуры 1

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{1}{2} (I_{np} - 0) \frac{\tau}{3} = \frac{1}{2} \frac{nS_1 \alpha_1 \tau}{5L^3} \frac{\tau}{3} = \\
 &= \frac{1}{2} \frac{nS_1 \tau B_0 \tau}{5L^3} \frac{\tau}{3} = \frac{nS_1 B_0 \tau^3}{5L^3}
 \end{aligned}$$

$$S_2 = \frac{1}{2} (I_0 - I_{np}) \frac{2\tau}{3} + I_{np} \cdot \frac{2\tau}{3} = \frac{1}{2} \frac{nS_1 \alpha_2 (\frac{2\tau}{3})^2}{5L^3} + \frac{nS_1 \alpha_1 \tau^2}{5L^3}$$



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
4 из 4

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!

$$\begin{aligned} S_L &= \frac{n S_1 a_2 \tau^2}{5L g} + \frac{n S_1 a_1 a \tau^2}{5L g} = \frac{n S_1 a \tau^2 (a_2 + a_1)}{5L g} \\ &= \frac{n S_1 a \tau^2}{5L g} \left(\frac{B_0}{\tau} + \frac{B_0}{2\tau} \right) \\ &= \frac{n S_1 a \tau^2}{5L g} \frac{3}{2} B_0 = \frac{n S_1 B_0 \tau}{5L g} \end{aligned}$$

$$S_{\text{общ}} = \Delta Q = \frac{n S_1 B_0 \tau}{5L g} + \frac{n S_1 B_0 \tau}{5L g} = \frac{n S_1 B_0 \tau}{5L g} \frac{6}{5}$$

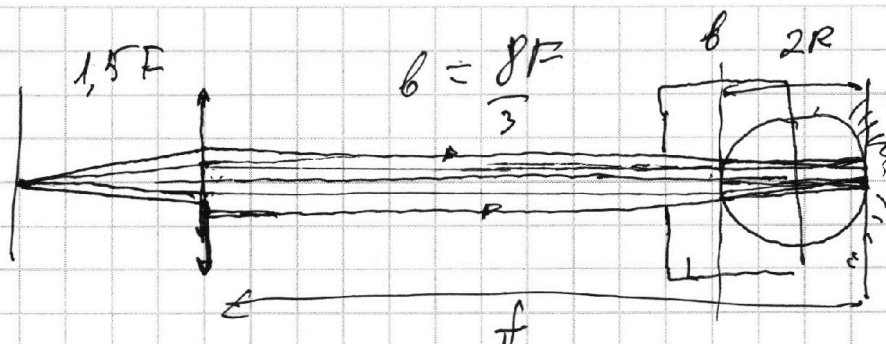


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



Условие, что изображение будет совпадать
при этом и выполняется, если

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

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

$$f = 3F$$

$$f = b + 2R$$

$$2R = f - b$$

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

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



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
☒

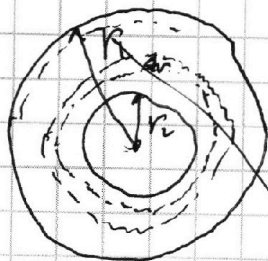
5
☒

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!



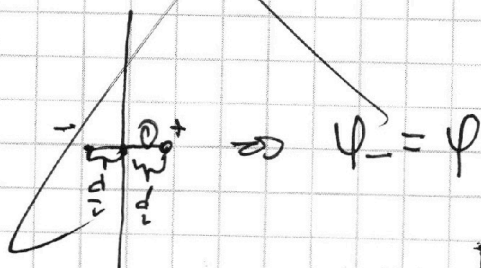
$$dq = \sigma dr 2\pi r \cdot dr$$

$$\varphi_0 = k \frac{dq}{r} = k \frac{\sigma 2\pi r dr}{r}$$

$$= k \sigma 2\pi (R - r)$$

$$\cancel{\varphi_0} = \cancel{\varphi_0}$$

$$R \cdot \sigma = 3F$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} - 1$$

$$d = 3F$$

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

$$f = 3F$$

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

$$\frac{8F}{3} + -3F$$

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

$$\frac{2}{3F} +$$



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!

$$-kS + F_{\text{тр}} = -Mg$$

$$-F_{\text{тр}} = -ma$$

$$-kS + ma = -Ma$$

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

$$(M+m)da = k dS$$

$$(M+m) \int_0^x da = k \int_0^x dS$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = k \frac{S^2}{2} + \frac{mv'^2}{2}$$

$$mv_0^2 - v'^2 = kS^2$$

$$mv_0^2 - kS^2 = mv'^2$$

$$\cancel{mv_0^2 - \frac{k}{m} S^2 = mv'^2}$$

$$mv_0^2 - mv'^2 = kS^2$$

$$mv_0^2 - v'^2 = \frac{kS^2}{m}$$

$$\frac{kS^2}{m} = 208$$

$$a_{\text{ср}} = \frac{kS}{2m}$$

$$(M+m) \frac{v_0^2}{2} = \frac{kS^2}{2}$$

$$\frac{(M+m)v_0^2}{k} = S^2$$

$$S = \sqrt{\frac{(M+m)v_0^2}{k}}$$

$$-kS + F_{\text{тр}} = -Mg$$

$$-kS + Mg = -Mg$$

$$-kx + Mg = -Mg$$

$$\cancel{(M+m)g - kx = 0}$$

$$(M+m)g - kx = 0$$

$$(M+m)x'' - kx = 0$$

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

$$\omega^2 = \frac{k}{M+m} \quad \frac{\mu g (M+m) \sqrt{k}}{k \sqrt{M+m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \frac{T_{\text{проех}}}{T}$$

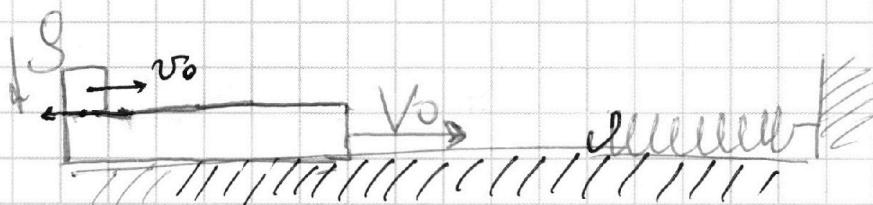


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 __ 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!



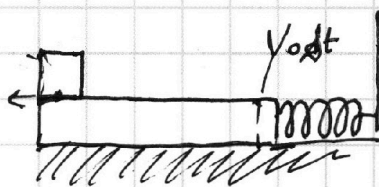
Черновик

$$k\Delta x = -ma$$

$$-k\Delta x + F_{тр} = -ma$$

$$-F_{тр} = -ma$$

$$\Delta x = \frac{ma}{k}$$



В момент когда $F_{тр} = \mu mg$, начинается скольжение.

$$-k\Delta x + \mu mg = -Ma$$

$$-\mu mg = -ma$$

$$mg = a$$

$$-k\Delta x + \mu mg = -M\mu g$$

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

$$-kS + \mu mg = -M\mu g$$

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

$$S = \frac{\mu g(m+M)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 3}{24} = \frac{9}{24} = \frac{1}{3}$$

$$-k\left(v_0 t - \frac{at^2}{2}\right) + F_{тр} = -Ma$$

$$-F_{тр} = -ma$$

$$\frac{F_{тр}}{m} = a$$

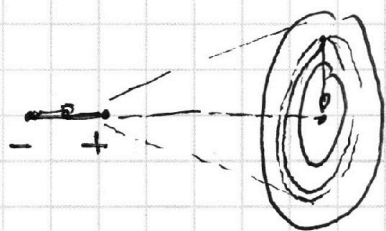


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{1}{2} \cdot \frac{n \delta_1}{3L} \frac{4\pi B_0}{6} \cdot \frac{2I}{b} \frac{dQ}{\sqrt{r^2 + c^2}}$$

$$k \frac{6 dr}{r}$$

$$k \frac{6 dr}{r}$$

$$k \frac{6 dr}{r}$$

$$k \frac{6 dr}{r}$$

N 4

$$\alpha = \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$n \delta_1 \frac{4\pi B_0}{6} = 3L I_0$$

$$I_0 = \frac{n \delta_1 4\pi B_0}{3L}$$

$$\frac{n \delta_1}{3L} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

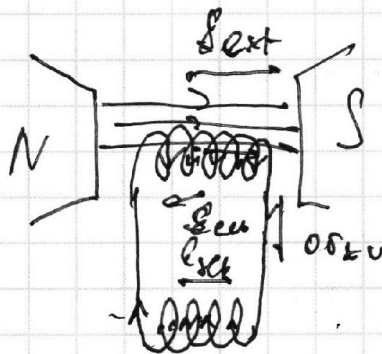
$$\frac{n \delta_1}{3L} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{|\Delta I|}{\Delta t}$$

$$n \delta_1 \frac{dB}{dt} = -3L \frac{dI}{dt}$$

$$n \delta_1 \frac{dB}{dt} = -3L \frac{dI}{dt}$$

$$n \delta_1 \alpha$$

$$\frac{n \delta_1 B_0}{3L} \Delta t$$



$$\frac{n \delta_1 4\pi B_0}{3L} = \Delta I$$

$$\frac{I}{t_1} = \frac{n \delta_1}{3L} \frac{4\pi B_0}{t_1}$$

$$I = \frac{n \delta_1 4\pi B_0}{3L}$$

$$I = \frac{n \delta_1 4\pi B_0}{3L}$$

$$\mathcal{E}_{em} + \mathcal{E}_{self 2} - \mathcal{E}_{self 1} = 0$$

$$n \delta_1 \frac{\Delta B}{\Delta t} + L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| - L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = 0$$

$$n \delta_1 \frac{\Delta B}{\Delta t} + L_2 = 3L \left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$



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

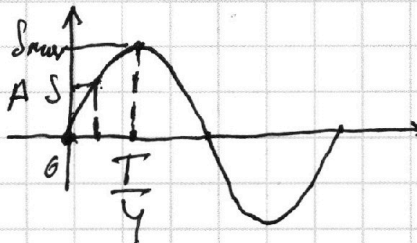
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$x = A \sin \omega t$$

$$\frac{d^2 y(M+m)}{dt^2} = \sqrt{\frac{M+m}{k}} \omega^2 \sin \omega t$$



$$\frac{\mu g}{\omega^2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} = \sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$$

$$t = \frac{\arcsin \frac{\mu g}{\omega^2} \sqrt{\frac{M+m}{k}}}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}}$$

$$t = \frac{\arcsin \frac{3}{2} \sqrt{\frac{3}{27}}}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}}$$

$$t = \frac{\frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{M+m}{k}}}{\sqrt{\frac{k}{M+m}}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{27}{3}} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ c}$$

~~$$-kS + \mu mg = -Ma$$~~

~~$$kS = \mu mg$$~~

~~$$S = \frac{\mu mg}{k}$$~~

~~$$S = \sqrt{\frac{M+m}{k}} v_0$$~~

$$-kS_{\max} = (M+m) a_{\max}$$

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

$$a_m = \sqrt{\frac{k}{M+m}} v_0$$

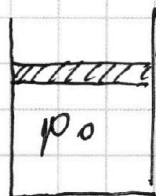
$$a_m = \sqrt{\frac{27}{3}} v_0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$



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.

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!



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

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

$$t = 46^\circ$$

$$P_{86^\circ \text{C}} = P_{\text{кисл}} = 60 \text{ kPa}$$

$$P_{86^\circ \text{C}} = 60 \text{ kPa}$$

$$\varphi_0 = \frac{P_{\text{нер}}}{60 \cdot 10^3}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{P_{\text{нер}}}{60 \cdot 10^3}$$

$$40 \cdot 10^3 = P_{\text{нер}}$$

$$P_0 V = \frac{54}{11} RT$$

$$V_1 = \frac{11}{4} V_2$$

$$\frac{4V_1}{11} = V_2$$

$$\frac{P_0}{P_n} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_0}{P_n} - 1$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{180}{80} - 1$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{11}{4}$$

$$2) P_{\text{общ}} = \text{const} = P_0$$

При темп. 46°C кет конденсируется

$$P_0 = P_{\text{нер}} + P_0$$

$$P_0 = \frac{\nu RT}{V}$$

$$P_0 = P_{\text{нер}} + P_0$$

$$P_0 - P_{\text{нер}} = P_0$$

$$P_0 = \frac{\nu RT}{V}$$

$$P_0 V = (\nu_0 + \nu_1) RT$$

$$P_0 = P_0 - P_{\text{нер}} = \frac{\nu_1 RT}{V_1}$$

$$P_0 = \frac{\nu_1 RT}{V_1}$$

$$\frac{P_0}{P_{\text{нер}}} = \frac{T_0}{T}$$

$$\frac{\nu_1 RT}{V_1} = P_0 - P_{\text{нер}}$$

$$P_0 V = \nu_1 RT$$

$$P_n V = \nu_1 RT$$



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!

$$p_0 V = \frac{5V_1}{11} \text{ K } 319 \text{ K}$$

$$\frac{275}{46} = \frac{319}{11}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{p_{max}}{p_0} \quad \frac{11}{4} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$180 V = \frac{5V_1}{11} \text{ K } 319 \text{ K}$$

$$110 V_1$$

$$\frac{275}{46} = \frac{319}{11}$$

$$180 V_0 = \frac{5V_1}{11} \text{ K } 359$$

$$180 V_0 = \frac{5V_1}{11}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{359}{319}$$

$$t = 48^\circ$$

$$\frac{V_0 319}{359} = V$$

$$10 \text{ WPa} = p_{max}$$

$$p_0 = 140 \quad \frac{319}{359} V_0 = V_1 \text{ K } 319$$

$$p_0 = 140$$

$$140 V_1 = V_1 \text{ K } 319$$

$$110 V_0 = V_1 \text{ K } 359$$

$$110 V_0 = V_1 \text{ K } 359$$

$$\frac{110}{p_1} \frac{359}{319} = \frac{359}{319}$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{319}{359} \frac{11}{14}$$

$$p_1 = 110$$

$$p_{max} = 40 \Rightarrow t = 76^\circ \text{ C} - p_{max}$$



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!



$$1,5F +$$

$$\frac{1}{1,5F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \quad 3F$$

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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F}$$

$$f = 3F$$

2F

R

1,5F

1,5F



$$\tan \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{2R}$$

$$n = \frac{h}{l}$$

$$n = \frac{h}{2R}$$

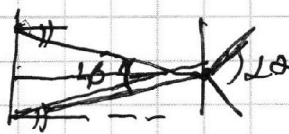
$$\alpha = n\beta$$

$$n\beta = \frac{h}{l}$$

$$R = \frac{h}{2\alpha}$$

$$n = \frac{2R}{l}$$

$$\alpha l = nR$$





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!

$$\varphi = k \frac{dq}{r}$$

$$\varphi = k \frac{\sigma dr}{r}$$

$$\oint \varphi_{\text{зам}} = k \sigma \int \frac{dr}{r} = k \sigma (\ln r_{\text{вн}} - \ln r_{\text{вн}})$$

$$= k \sigma \ln \frac{r_{\text{вн}}}{r_{\text{вн}}}$$

$$\varphi W_+ = k q \sigma \ln \frac{r_1}{r_2}$$

$$W_- = -k q \sigma \ln \frac{r_1}{r_2}$$

$$W_0 = 0$$