



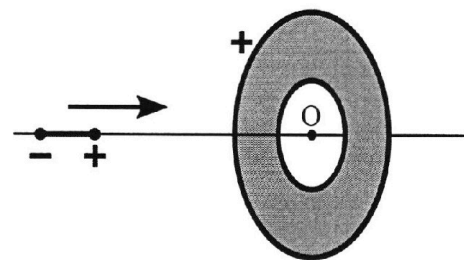
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

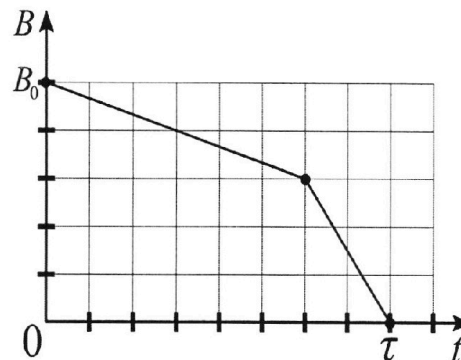
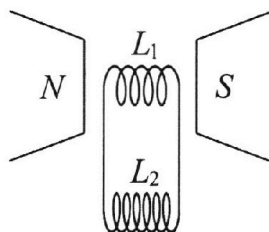


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 3 раза и сообщают диполью начальную скорость V_0 .



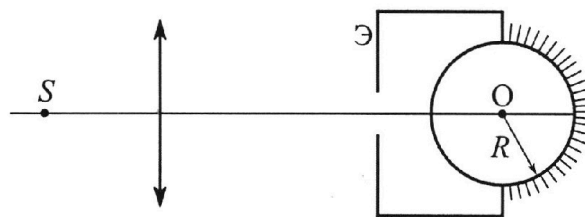
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = 5L$ 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 $L_2 = 8L$ 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 , удаленный от линзы на расстояние $a = 4,5R$ (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 $b = 8R$, 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 $\Delta = 3R$, 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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



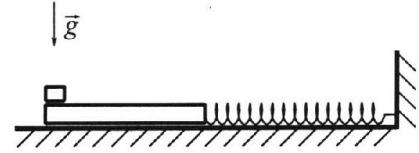
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Длинную доску массой $M = 4$ кг удерживают на горизонтальной гладкой поверхности. На одном конце доски лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 100$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,4$. Доску отпускают, она начинает движение, а брусок 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.

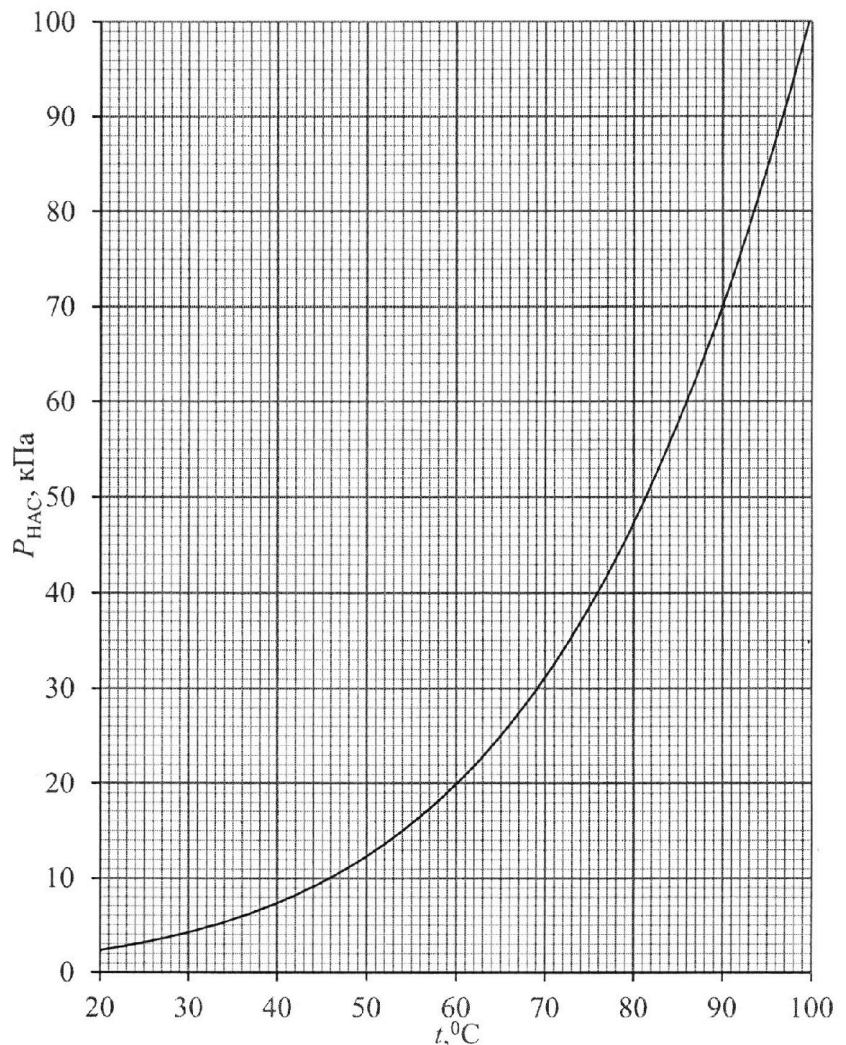


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °С и жидкая вода. Масса жидкой воды в 7 раз больше массы пара. Содержимое сосуда постепенно нагревают до температуры $t = 90$ °С. 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.





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
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!

$$1 = \frac{\pi}{2} \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \frac{2}{\pi} = \frac{2}{3} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \sin \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{2}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$v = \frac{\mu g \pi M}{2k} \cdot \sqrt{\frac{k}{M}} \sin \omega t$$

$$v = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 4}{2 \cdot 100} \cdot \sqrt{\frac{100}{4}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{16 \cdot 5 \cdot \sqrt{5}}{2 \cdot 100} = \frac{80}{200} \sqrt{5} = \frac{2}{5} \sqrt{5} \frac{\mu}{c}$$

Ответ: 1) $0,12 \mu$

2) $6 \frac{\mu}{c^2}$

3) $\frac{2}{5} \sqrt{5} \frac{\mu}{c}$



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!

$$1) \quad x = x_0 + A \cos(\varphi + \omega t)$$

x_0 - координ. полож. равновесия на нач. эт.
 ω - угл. скор. φ - нач. фаза

$$v = x'_t = -A\omega \sin(\varphi + \omega t)$$

$$\text{При } t=0 \quad v=0 \Rightarrow 0 = -A\omega \sin \varphi \Rightarrow \sin \varphi = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi = 0. \Rightarrow x = x_0 + A \cos \omega t$$

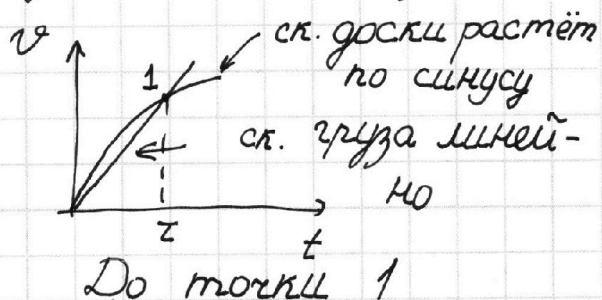
$$\text{или } \varphi = \pi \quad |v| = A\omega \sin \omega t$$

$$|a| = |v'_t| = A\omega^2 \cos \omega t$$

(a - ускор. доски, v - скор. доски)

$$\text{Когда } a = 0$$

$$v = u$$



$$a = 0 \Rightarrow |v| = A\omega$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

(Скор. и ускор. груза и доски сонапр. до

т. 1)

$$u = at \Rightarrow A\omega = \mu g z \Rightarrow A\omega = \mu g \frac{\pi}{2\omega}$$

$$z = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$A = \mu g \frac{\pi}{2\omega^2}$$

$$\frac{k}{M} = \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$A = \frac{\mu g \pi M}{2k}$$



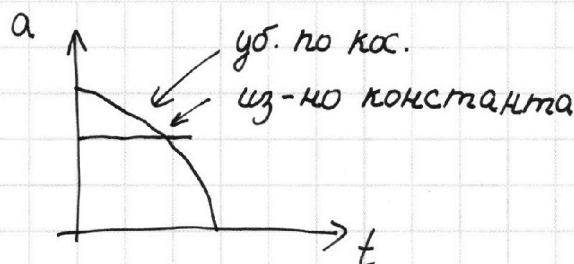
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$1) a_1 = a_2 = \mu g$$

из-за сил трения



на доску напр. против (очевидно, что ускорен. срав-
её движ. доски в ЛСО: нются раньше скоростей,
т.к. иначе $a > a_2$ на всём
пути. $\Rightarrow v > u$ на всём
пути.)

$$a_{1x} + \frac{K}{M} x = \mu mg$$

$$a_{1x} = \mu g.$$

$$\mu Mg + Kx = \mu mg \Rightarrow Kx = \mu g(m - M) \Rightarrow x = \frac{\mu g(m - M)}{K}$$

$$\Delta l = \frac{\mu g(M - m)}{K} \quad (\Delta l - \text{сжатие}) \quad \Delta l = \frac{0,4 \cdot 10(4 - 1)}{100} = 0,12 \text{ м}$$

$$2) |a| = A\omega^2 \cos \omega t$$

$$\text{При } t=0 \quad a_0 = A\omega^2 = \mu g \frac{\pi}{2\omega^2} \omega^2 = \frac{\mu g \pi}{2}$$

(a_0 - уск. в нач. мом. врг.)

$$a_0 = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 3}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$3) a_{1x} = \mu g \Rightarrow \mu g = \frac{\pi \mu g}{2\omega^2} \omega^2 \cos \omega t \Rightarrow$$

$$\mu g = \frac{\mu g \pi}{2} \cos \omega t$$



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
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!

из-но $F_y =$

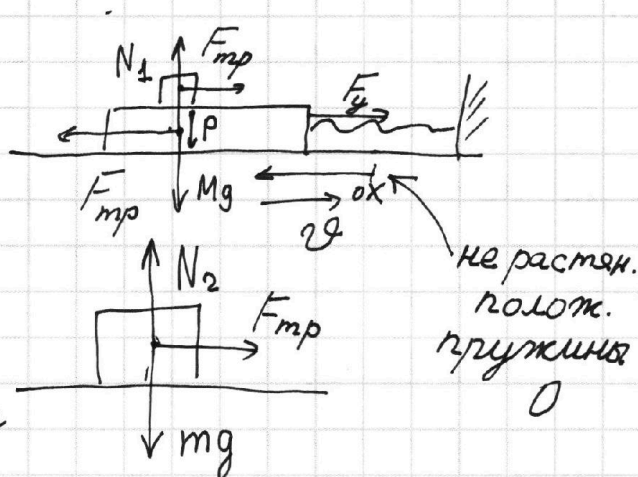
$$a_{1x} M = -kx + F_{\text{тр}x}$$

(x -коорд.)

a_{1x} - ускорение доски на ось x

$F_{\text{тр}x}$ - проекция силы

трения на ось x).



$$a_{1x} + \frac{k}{M} x = \frac{F_{\text{тр}x}}{M} \quad \left(\begin{array}{l} \text{колебания со смещенной} \\ \text{центр. (из-но } F_{\text{тр}x} = \pm \mu mg) \end{array} \right) \Rightarrow \frac{k}{M} = \omega^2$$

$$\left(\begin{array}{l} F_{\text{тр}} = \mu N_2 \\ N_2 = P \quad N_2 = mg \end{array} \right) \Rightarrow F_{\text{тр}x} = \pm \mu mg$$

$\omega = \text{угл. ск.}$

Скорость доски из-но ~~меняется по синусу~~, а $U = at =$

$$a_2 m = F_{\text{тр}} \quad (\text{X } a_2 - \text{ускорение груза})$$

$$a_2 m = \mu mg \Rightarrow a_2 = \mu g \Rightarrow U$$

$$U = a_2 t$$

(U - скор. груза, t - время прошедшее от отпуска-



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!

$$\frac{34 \text{ кПа}}{(72 + 273) \text{ К}} = \frac{34 \text{ кПа}}{345 \text{ К}} \approx \frac{1}{10}.$$

$$\Rightarrow t^* = 72^\circ \text{C}$$

3) При темп. T_2 давление насыщ. пара $p^* = 70 \text{ кПа}$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad pV = \frac{m}{\mu} RT_2 \Rightarrow p = \frac{\rho_1}{\mu} RT_2$$

ρ_1 - плотн. нас. паров
при T_2

$$p_2 = \frac{\rho_2}{\mu} RT_2$$

ρ_2 - плотн. ^{пара} в конце процесса

$$\varphi = \frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \Rightarrow \varphi = \frac{34 \text{ кПа}}{70 \text{ кПа}} \approx 50\%.$$

Ответ: ~~≈ 50~~ 1) 8

2) 72

3) 50%



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 2

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

1) Пусть масса пара изначально m , тогда воды $7m$. Когда ^{ся} вся вода превратится в пар его станет $m + 7m = 8m$. $\Rightarrow$ отнош. масс пара в конце и в начале $\frac{8m}{m} = 8$

2) $\downarrow$ Из-но пар насыщенный $\Rightarrow p_1 = 3,5 \text{ кПа}$
(по графику для т. $t_0 = 27^\circ \text{C}$).

p^* - давл. при темп. $p^* t^*$

p_2 - давл. в конце

V - объём сос. μ - мол. масса пара

$p_1 V$

T_1, T^*, T_2 - температур. t_1, t^*, t_2 но в Кельвинах

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} R T_1 \Rightarrow \frac{8 p_1}{T_1} = \frac{p_2^*}{T_2^*}$$

$$p_2^* V = \frac{8m}{\mu} R T_2^*$$

Обе точки лежат на гра-

фике (т.к. до темпер. T^* пар насыщ.)

$$\frac{8 p_1}{T_1} = \frac{8 \cdot 3,5 \text{ кПа}}{(27 + 273) \text{ К}} = \frac{28 \text{ кПа}}{300 \text{ К}} \approx \frac{1}{10}$$

Я подобр. т. (34°C ; 34 кПа , 72°C)



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 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!

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0.$$

$$\frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{V_0}{\sqrt{\frac{2}{3}} V_0} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Ответ: 1) V_0
2) $\sqrt{\frac{3}{2}}$



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 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!

Максимальная напряженность созд. электрост. поля в центре диска (т.к. это самая близкая т. на оси для все точек диска), а мин. на бесконечности. А-но для напряженности.

Пусть длина диполя l . Пусть Введем ось x направл. вправо и с о в т. O .

ЗСЭ:

$$\frac{mV_0^2}{2} = \varphi(x+l)q + \varphi(x) \cdot (-q) + \frac{mV^2}{2}$$

V - тем. скор.

$$\frac{mV_0^2}{2} = q l \frac{\varphi(x+l) - \varphi(x)}{l} + \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = q l \varphi'(x) + \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = q l E(x) + \frac{mV^2}{2} \Rightarrow$$

(q - заряд диполя
 $\varphi(x)$ - пот. на оси
 $E(x)$ - напряжён. на
 оси
 m - масса диполя)

$\Rightarrow$ скорость та же на бесконечности и минимальна в центре. Пусть Напряж. в центре $O. \Rightarrow V_0$
 ск. на беск. и в центре



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 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!

$$1) \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{3} E \ell \cdot 0 + \frac{m\mathcal{V}^2}{2} \Rightarrow \mathcal{V} = V_0$$

$$\text{т.к. } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{3} E \ell \cdot 0 + \frac{m\mathcal{V}^2}{2} \quad \mathcal{V} - \text{ск. во время}$$

пробега центра.

$$\mathcal{V} = V_0. - \text{это максим. ск. } \mathcal{V}_{\max} = V_0$$

2) Пусть ~~максимальн. разность потенц. $\Delta\varphi$~~ ,

тогда:

mV_0 Пусть ^{т.с.ней} макс напря. E_0 , в ней скорость минимальна

$$\text{Из-но: } \frac{mV_0^2}{2} = qE_0\ell \quad (\text{ск. в точке с напр. } E_0 - 0, \text{ т.к. } V_0 - \text{max}).$$

$E_0 - 0$, т.к. $V_0 - \text{max}$.

$$E_0 = \frac{mV_0^2}{2q\ell}$$

Когда заряд стал $\frac{q}{3}$:

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = \frac{q}{3} E_0 \ell + \frac{m\mathcal{V}_{\min}^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2 \cdot 3} + \frac{m\mathcal{V}_{\min}^2}{2} \Rightarrow \frac{2}{3} V_0^2 = \mathcal{V}_{\min}^2 \Rightarrow$$



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
☐

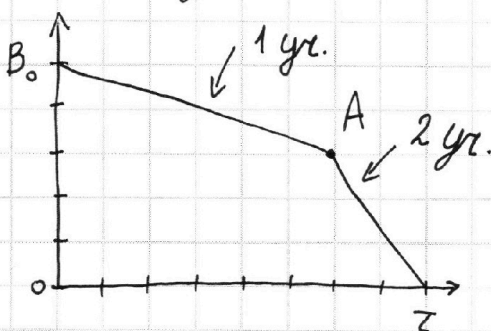
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Н $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ (ЭДС связанная с изменением внешнего поля)

$\mathcal{E}_1$ - ЭДС самоинд. I катушки.

$\mathcal{E}_2$ - ЭДС самоинд. II катушки



$$\mathcal{E} - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = 0.$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$$

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B n S_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta B}{\Delta t} n S_1 = K n S_1$$

$$(\Delta t. \quad \text{Тогда Участ. 1 - линейный} \Rightarrow K = \frac{\Delta B}{\Delta t})$$

можно найти как коэф. наклона.

$$K_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad \text{- на I участке}$$

$$K_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad \text{- на II участке}$$



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 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!

$$q_A = \frac{3 B_0 \tau n S_1}{20}$$

На участке 2:

$$\frac{12}{5} \frac{B_0}{L} n S_1 = 13 L I'_z$$

$$I'_z = \frac{12}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 \Rightarrow I = I_A + \frac{12}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 \left(t - \frac{6}{8} \tau \right)$$

I_B - ~~конечный~~ ток в момент t

$$I_B = \frac{2}{5} \frac{B_0}{L} n S_1 + \frac{12}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 \cdot \frac{1}{4} \tau =$$

$$= \frac{2}{5} \frac{B_0}{L} n S_1 + \frac{3}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 = \frac{29}{65} \frac{B_0}{L} n S_1$$

$$q_B = \frac{12}{65} \left(\frac{2}{5} + \frac{12}{65} \right) B_0$$

$$q_B = \frac{2}{5} \frac{B_0}{L} n S_1 + \frac{12}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 \cdot \frac{(\frac{2}{5} \tau)^2}{2} +$$

(из пол. А в пол. В)

$$+ \frac{12}{65} \frac{B_0}{L} n S_1 t \cdot \frac{2}{5} \tau \quad \text{Ответ: } 1) I = \frac{29}{65} \frac{B_0}{L} n S_1$$



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
2 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!

$$K_1 = - \frac{\frac{2}{5} B_0}{\frac{6}{8} \tau} = - \frac{2 \cdot 8 B_0}{6 \cdot 5 \tau} = - \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau}$$

$$K_2 = - \frac{\frac{3}{5} B_0}{\frac{2}{8} \tau} = - \frac{3 \cdot 8 B_0}{5 \cdot 2 \tau} = - \frac{12}{5} \frac{B_0}{\tau}$$

$$\mathcal{E}_1 = -L_1 I_t' \quad \mathcal{E}_2 = -L_2 I_t'$$

На I участке:

$$- \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau} n S_1 = -L_1 I_t' - L_2 I_t'$$

$$+ \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau} n S_1 = 13 L I_t'$$

$$I_t' = \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau L} n S_1 = \text{const} \Rightarrow I = \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau L} n S_1 t$$

t - прошедш. время

Изначально ток 0

$$I_A = \frac{6}{8} \tau \cdot \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau L} n S_1 = \frac{2}{5} \frac{B_0}{L} n S_1$$

(ток в точке A)

$$q_A = \frac{t^2}{2} \cdot \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau L} n S_1 = \frac{9 \tau^2}{32} \cdot \frac{8}{15} \frac{B_0}{\tau L} n S_1 = \frac{3 B_0 \tau}{20 L}$$

(q_A - заряд прот. к. мом. $\frac{6}{8} \tau$) $\cdot n S_1$

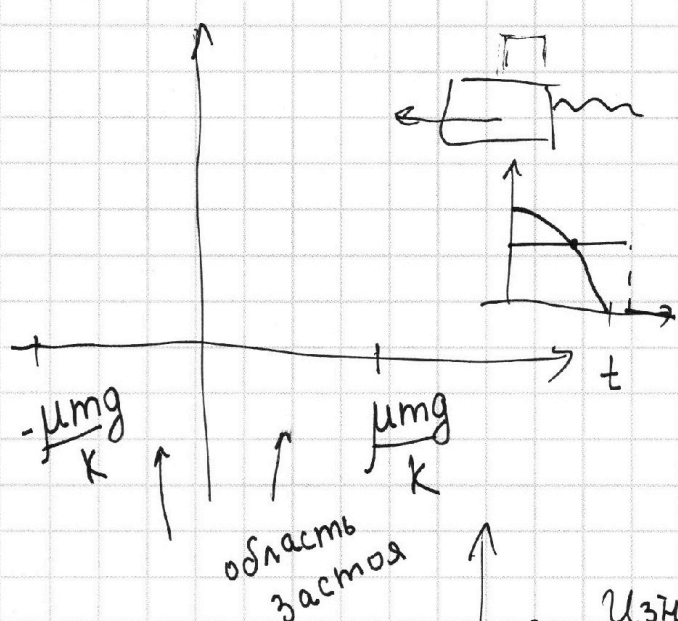


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$X = a = 0$$



$$v_1 = v_2$$

$$kx_0 = \mu mg$$

$$x_0 = \frac{\mu mg}{k}$$

область застоя

Узко растянутой, сжатой

$$\mu mg$$

Когда пружина сжата

$$-\frac{\mu mg}{M} = a + \frac{k}{M}x$$

$$-kx - \mu mg = aM \Rightarrow x_0 = 0. \quad \cos s(\omega t) = 0$$

$$k\Delta l - \mu mg = -aM$$

$$k\Delta l + aM = \mu mg$$

$$\frac{\pi}{2}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{2\omega} \quad a \rightarrow$$

$$v = A\omega \sin(\omega t)$$

$$\mu g = a = A\omega^2 \cos(\omega t)$$

$$\cos(\omega t) \rightarrow \sin(\omega t) \cdot A\omega$$

$$v_1 = A\omega$$

$$v_2 = \mu g t$$

$$\sigma_1$$

$$A\omega = \mu g \frac{\pi}{2\omega}$$

$$2A\omega^2 = \pi \mu g \Rightarrow A = \frac{\pi \mu g}{2\omega^2}$$

$$aM = -F \quad QM + kx = F_{mp} = a_2 m$$

$$a_2 m = F_{mp}$$



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!

$$\frac{x - x_0}{\omega^2 A} = \frac{a}{A \omega^2}$$

$$x - x_0 = \frac{a}{\omega^2} \Rightarrow x_0 = \frac{a}{\omega^2} + x.$$

нал. коорд. $x + \ddot{x} \omega^2 = 0$
от-но вращения

В момент когда $x = x_0$, $a = 0$

$$x_0 \omega^2 = a + x \omega^2$$

целые $\varphi(x) = \varphi(x)q - \varphi(x)q$

Самая больш. ном. $\varphi(x) = \varphi(x)q - \varphi(x)q$

$$du =$$

$$u = \sqrt{x^2 + r^2}$$

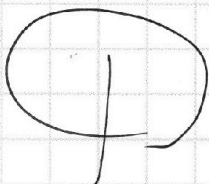
$$\frac{2}{m \omega^2} = \frac{2}{m \omega^2} = \frac{2}{m \omega^2}$$

$$\frac{2}{m \omega^2} = \frac{2}{m \omega^2} = \frac{2}{m \omega^2}$$

$$\varphi = k \sqrt{x^2 + r^2}$$

$$d\varphi = \frac{k r dr \cdot 2\pi \theta}{\sqrt{x^2 + r^2}} = 2\pi \theta k$$

Помени. коды



$$- E(x + dx)q + E(x)q$$

$$\Delta \varphi = \text{const}$$

$$E(x)$$

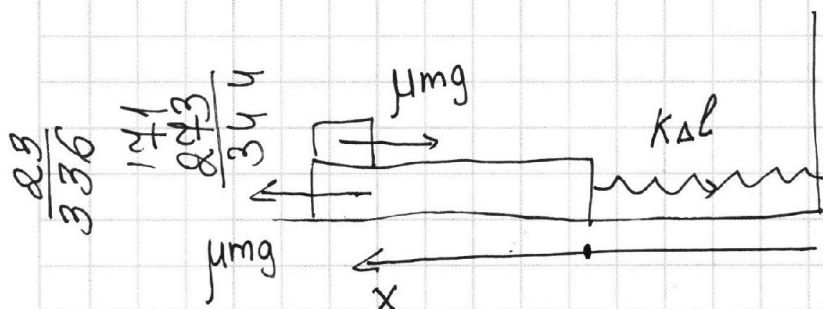


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\mu = 0,4$$

$$Kx \leq \mu mg$$

$$x \leq \frac{\mu mg}{K}$$

$$\frac{K}{M} = \frac{H}{\mu \cdot K_2}$$

$$Kx + \mu mg = aM$$

$$-Kx + \mu mg = aM$$

$$aM = \mu mg - Kx \Rightarrow a + \frac{K}{M}x = \frac{\mu mg}{M}$$

$$\omega^2 = \frac{K}{M} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

$$\mu g + \frac{K}{M}x = \frac{\mu mg}{M}$$

$$\mu Mg + Kx = \mu mg$$

В этот

момент $F_{\text{тр}} = \frac{\mu g(m-M)}{K}$ меняет напр.

$$x = X_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$v = A\omega \sin(\omega t + \varphi)$$



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!

$$a + \frac{k}{M} x = -\frac{\mu mg}{M}$$

Пока

$$\mu mg \leq a m$$

323

$$\mu g \leq -\frac{\mu mg}{m} - \frac{k}{m} x$$

20
333

$$-kx - \mu mg = a m \Rightarrow a = -\frac{kx}{m}$$

$$a = 0$$
$$b.m. x = \Delta l = 0$$

42 нм

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1 + T}{T_2 + T}$$

$$\frac{7}{75} =$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1 - u}{v_2 - u}$$

$$\frac{348}{800} =$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \text{const}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = 1$$

$$\frac{343}{34}$$

$$v = v_1$$

$$T = 300 K$$

$$p_{\text{нас}} = 3,5 \text{ кПа}$$

7*

$$\frac{343}{90}$$

$$\frac{90}{70}$$

пукачу

$$\frac{90}{70}$$

$$\frac{m}{1}$$

$$T = 90^\circ C = 363 K$$

$$M = 7 m$$

$$70 + 273$$

$$\frac{27}{273}$$

$$T_0 = 27^\circ C = 300 K$$



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
☐

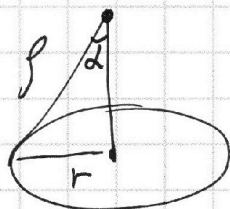
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

В первоначальный момент угл. скорость 0 $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \varphi = \varphi_0 \sin(\omega t) \quad (\omega)$

Напряжённость на оси диска

1) Напряжённость на оси кольца:



$$E = \frac{kQ}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$dE = \frac{kQ \cdot k dx \cdot 2\pi r}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

$$E = 2\pi kQ \frac{dr \cdot r \cdot r}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad \begin{array}{l} \text{Замена} \\ u = r^2 + x^2 \\ du = 2r dr \end{array}$$

$$dE = \frac{k dr \cdot 2\pi r \cdot \sin^2 \alpha}{r^2}$$

$$\frac{du}{2u}$$

$$2\pi kQ \frac{du}{u} \Rightarrow \ln kQ$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\cancel{x = x_0 + y = y_0 + A \cos(\omega t + \varphi)}$$

~~y - положение рав-ия~~

$$\begin{aligned} I' &= \frac{B_0 n S_1 B_0 n S_1}{8 B_0 n S_1} = \frac{32 \cdot 15}{45} \\ \varepsilon + 5 L I' - 8 L I' &= 0 \\ \varepsilon &= \overline{\Delta \Phi} \\ \varepsilon &= L_1 I' \end{aligned}$$

$$\varepsilon = B_0 n S_1$$

$$\overline{\Delta \Phi} = \Delta B n S_1$$

$$L_1 = 5 L$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta B n S_1}{\Delta t} = \frac{5 \cdot B_0 n S_1}{2 \cdot 4 \cdot B_0 n S_1} = \frac{5 \cdot 3}{6 \cdot 2} = \frac{5}{4}$$