



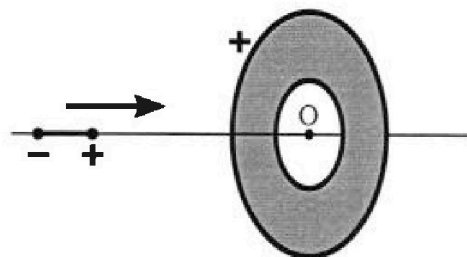
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

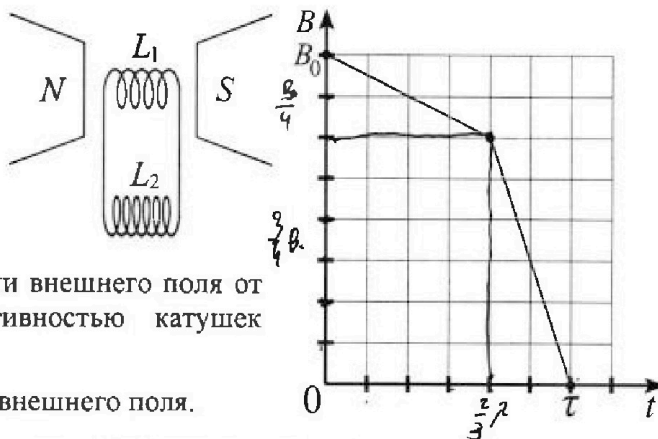


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



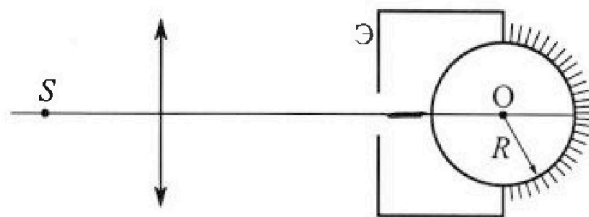
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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.

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



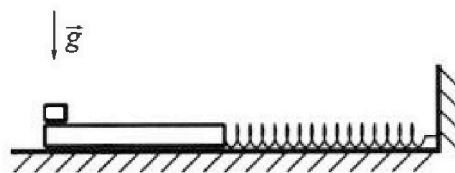
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-02

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 брусок массой $m = 1$ кг, а в другой конец упирается легкая сжатая пружина жёсткостью $k = 50$ Н/м, прикрепленная к стенке. Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. 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.

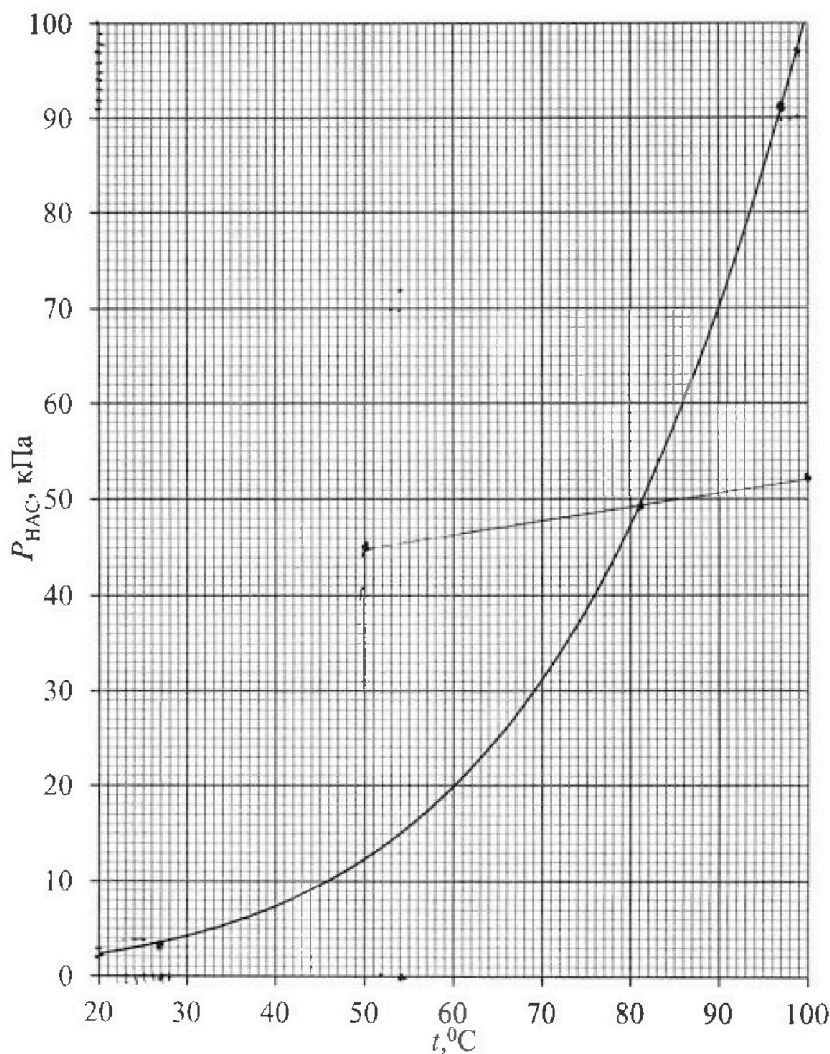


- 1) Найдите сжатие пружины в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным нулю, впервые после начала движения.
- 2) Найдите ускорение доски сразу после начала движения.
- 3) Найдите скорость доски в момент времени, когда относительное ускорение бруска и доски станет равным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

2. В сосуде постоянного объема находятся в равновесии влажный воздух при температуре $t_0 = 27$ °C и жидкая 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.





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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

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

$$m \ddot{x} + \frac{k}{m} x - \frac{m}{m} g = 0. \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x - \frac{m}{m} g = 0 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{и } \frac{\dot{x}}{\omega} \cdot (x)$$

Построим фазовую диаграмму

$$x = \frac{m g}{k}$$

$$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi) - \frac{m g}{k}$$

$$\dot{x} = A \omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\ddot{x} = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

$\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$

$$x_0 = \frac{k x_0^2}{2} \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{m}{2}$$

$$x_0 = \frac{m g}{k}$$

$U = m g x$ — функция энергии (потенциальная)

$t = \frac{\pi}{2 \omega}$ — время удвоения.

$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

$$\dot{x}(0) = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$\ddot{x} = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$A = x_0$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{m \cdot (m g)^2 \pi^2}{k \cdot 4 \omega^2}}$$



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!

$$x_0 = \frac{\mu g \pi}{2 \omega} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x_0 = \frac{\mu \cdot g \cdot \pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x_0 = \frac{9.3 \cdot 10 \cdot 3}{2} \sqrt{2}$$

$$x_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 9.3 = \frac{9}{20} \sqrt{2} \text{ м.}$$

3)

$$\frac{k x_0^2}{2} = \frac{(m+m)}{8} u^2$$

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

$$x_0^2 = u \sqrt{\frac{m+m}{k}}$$

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

$$x_0 = \frac{\mu g \pi}{2 \omega} \sqrt{\frac{m+m}{k}}$$

$$x_0 = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{m+m}{k}}$$

$$x_0 = \frac{9}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} \text{ м.}$$

$$3) u = \mu g \frac{\pi}{2} \omega$$

$$u = \frac{\mu g \pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$u = \frac{3 \cdot 3}{2} \sqrt{\frac{2}{50}} = \frac{3 \cdot 3}{2} \sqrt{0.04} =$$

$$= \frac{9}{2} \cdot \frac{2}{20} = \frac{9}{10} = 0.9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

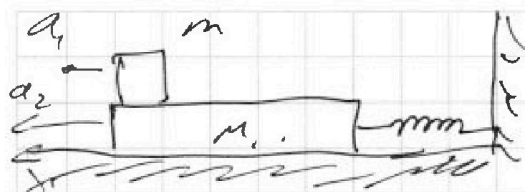


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$ma_1 = F_{\text{тр}}$$

$$ma_2 = -kx - F_{\text{тр}}$$

$$a_{\text{отн}} = a_1 - a_2 = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a$$

Из первого уравнения, то $a_{\text{отн}} = 0$, то $a_1 = a_2 = a$

то $F_{\text{тр}} = \mu mg$.

В С.О. формулы:

$$ma_{\text{отн}} = F_{\text{тр}} - ma_2$$

$$\Rightarrow ma = \mu mg \Rightarrow a_2 = \mu g$$

$\Rightarrow$ система движется с ускорением μg

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

$$\Rightarrow x_1 = \frac{(m + M)\mu g}{k}$$

Заметим, что пока $x_1 \neq 0$ $a_2 < a_1$, пока $x_1 \neq 0$ $\Rightarrow x_1 = \frac{(M + m) \cdot \mu g}{k}$

$$|a_2| > |a_1|$$

$$\begin{cases} ma_2 = -kx - \mu mg \\ ma_1 = \mu mg \end{cases}$$

$$|a_2| > |a_1| \Rightarrow$$

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

$$|a_1| < |a_2|$$

$$\begin{cases} ma_2 = -kx + \mu mg \\ ma_1 = -\mu mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} Ma_2 + kx - \mu mg = 0 \\ ma_1 = -\mu mg \end{cases}$$

$$a_2 + \frac{k}{m}x + \frac{\mu g m}{m} = 0$$

О осн. х отсчитывается

Заметим, что при $x=0$ от пола не раздвинутой пружины

$\Rightarrow$ будут проходить каждый

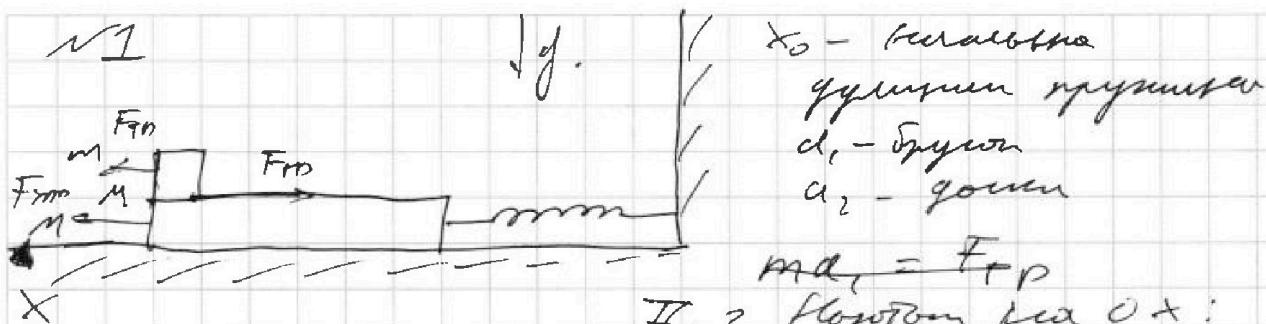


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{cases} ma_1 = F_{tr} \\ Ma_2 = -kx - F_{tr} \end{cases}$$

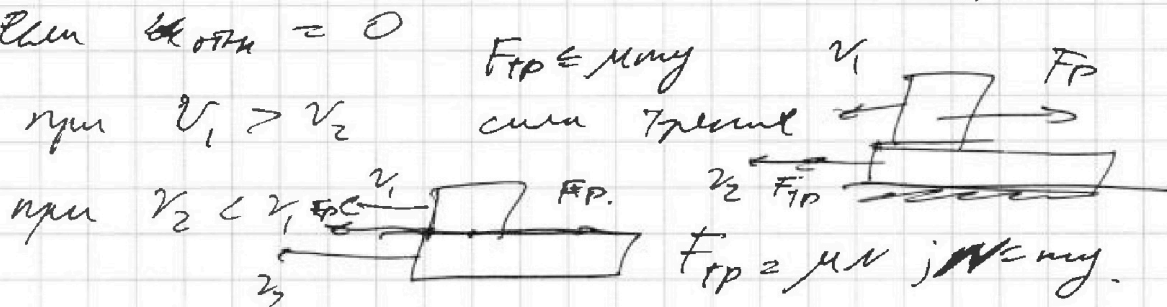
$$v_1 > v_2$$

$$v_2 < v_1$$

$$F_{tr} \in \mu m g$$

$$F_{tr} = \mu m g$$

$$Ma_2 + kx + F_{tr} = 0$$



В момент когда $d_2 = 0$ и $v_{отн} = 0$
 брусик и грузик движутся вместе с одной
 скоростью. Заметим, что в работе сила
 трения $= 0 \Rightarrow$ энергия сохраняется
 $3 \leq 21$
 $\Delta K + \Delta \Pi = A_{тр}$ $A_{тр} = 0$

Когда $d_2 = 0$ и $v_{отн} = 0$
 брусик и грузик движутся вместе с одной
 скоростью. В момент когда
 нет проскальзывания ускорение брусика и грузика
 одинаково и $F_{tr} = ma_1$ $a_1 = a_2 = a$
 при $a_1 = a_2 = 0$ $F_{tr} = 0$
 $\Rightarrow k \Delta x = 0$ и $k a_2 = 0 \Rightarrow$ в этот момент
 не происходит, когда $d_2 = 0$



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
☐

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!

$$3) \quad \varphi = \frac{P_{пк}}{P_{амп}(t)}$$

$P_{пк}$ — *коэффициент*
передачи

$$P_{амп}(t) = 91 \text{ кВт}$$

т.к. *полезная мощность* *сигнала* *передачи* $\propto$ *амплитуде*
 $\propto$ *амплитуде*

$$\Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$$

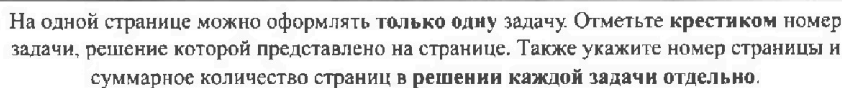
$$\frac{P_{пк}}{T^*} = \frac{P_{пк}}{T}$$

$$\Rightarrow P_{пк} = \frac{P_{пк} \cdot T}{T^*}$$

$$\varphi = \frac{P_{пк} \cdot T}{P_{амп} \cdot T^*}$$

$$\varphi = \frac{310}{637}$$

$$\varphi \approx$$



7
□

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$m_b = 11 m_n$$
$$T_0 = 300 \text{ K}$$
$$T = 370\text{K}$$

7) но чтоб все ^{то} было при
этом адекватно
и не искажалось

$$\Rightarrow \frac{m_B + m_A}{m_A} = \frac{1 + m_A}{m_A} = \frac{12}{1}$$

2) 2)

$$p_0 V_0 = n R T_0$$
$$P_0 = P_{\text{atm}}(T_0)$$
~~29) $P_4 V = RT$ 120, RT~~

~~Рис. 1~~ ~~Комплекс~~ ~~Забитый~~ ~~апр. 1~~

$$\frac{P_0}{P_{uc}} = \sqrt{\frac{T_0}{T_{2T}}}$$
$$p_n V_2 = n R T_2$$
$$P_B V_2 = V_B R T$$

всех водн при сепарации в 74 гв

Вн. гласување 612 рг.

P_{O_2} - давление при T^* , $P_{O_2} V = 12 \bar{V}_O R T^*$
~~давление~~ P_{O_2} - давление при T^* , $P_{O_2} V = 12 \bar{V}_O R T^*$

Заметим, что если комплексные функции f и g таковы, что

$P_A + P_B = P_{\text{out}}$

$$P_{B_1} V = \nu_e R T_0$$
$$p n_1 V = \nu n R T_0$$
$$V_n = \frac{P_n \cdot V}{eD}$$
$$\frac{P_{n2}(1)}{P_{n1}} = 12 \frac{T}{T_0}$$
 ~~$P_{n2} \in \mathbb{Z}^{P_{n1}}$~~
$$P_{n_2}(T) = 72 \frac{P_{n_1}}{T_0} \cdot T^x$$

по графикам определим

$$P_{n_1} = 3,5 \text{ кПа}$$

$$P = \frac{72 \cdot 35}{300} \cdot T^{\circ} = \frac{7}{50} (10^{\circ} + 273) = \frac{7}{50} \text{ atm} + \frac{7 \cdot 273}{50}$$

$$p \approx p_{n_2}(T)$$

$$\rho = \frac{7}{50} + \frac{7 \cdot 273}{50} \quad \leftarrow \text{воспримчивость}$$

пересечение с $P_n(T)$

$$P_{H_2} = 49 \text{ kPa}$$

$$T^{\circ} = 81^{\circ}\text{C}$$



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

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!

№3.

Точка находится в центре = φ_0
и φ_1 и φ_2 от центра
 φ - длина дуги.

Заметим, что направление к диску тем сильнее поворачивается $\Rightarrow \varphi$

Рассмотрим крайние положения вектора

Заметим, что когда φ_+ перелетает центр диска он перестает замедляться и начинает ускоряться.

ЗСД?

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

по п. 2 следует, что когда центр диска проходит, центр диска $\Rightarrow$ их потенциал равен ЗСД:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q}{2} (\varphi_2 - \varphi_1) + \frac{mv_1^2}{2}$$

$\Rightarrow \boxed{v_1 = v_0}$ - скорость в центре диска

ситуация при миним. скорости

ситуация при макс. скорости



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

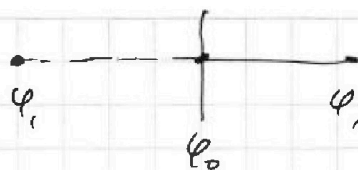
7
☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

3 б) 2 балла

$$\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{q}{2}(\varphi_0 - \varphi_1) + \frac{mv_{min}^2}{2}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q}{2}(\varphi_1 - \varphi_0) + \frac{mv_{max}^2}{2}$$

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

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{4} + \frac{mv_{min}^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{4} = \frac{mv_{min}^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_{min} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_{max}^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{v_{max}^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow \frac{v_{max}^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{v_0^2}{2}$$

$$v_{max} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$\Delta v = v_{max} - v_{min} = v_0 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\Delta v = \frac{\sqrt{3} - \sqrt{2}}{2} v_0$$



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
☐

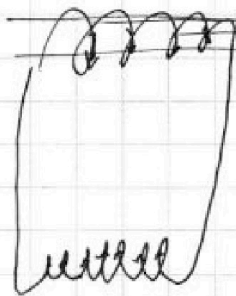
СТРАНИЦА

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!

№4.

1)

 B_0

$$L_1 = L \text{ in } S_1$$

$$L_2 = 6L$$

Так сопротивление катушки
отсутствует $\Rightarrow$
уменьшение сопротивления

$$\Phi_B = B_0 \cdot N \cdot S_1$$

I_0 — ток
в катушке
обмотки.

$$\Phi_{\text{ind}} = L_1 I_0 + 6L_2 I_0$$

$$\Rightarrow B_0 N S_1 = 6L I_0 + 6L I_0$$

$$\Rightarrow I_0 = \frac{B_0 N S_1}{7L}$$

2)

 $\frac{dB}{dt}$

тогда ток в катушке равен I_1

$\frac{2}{3} \pi \gamma \uparrow$ — ток в катушке равен I_2

$\gamma_0(0, \frac{2}{3} \pi)$

$$\text{так } \frac{dB}{dt} = \text{const.}$$

 $\frac{dB}{dt}$

$$\Phi_B = B N S_1 + 7L \cdot I - \text{суммарный магн.}$$

$$- 7L \frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} N \cdot S_1$$

$$- 7L \int_0^I dI = \int_{B_0}^B dB N S_1$$

$$I = \frac{(B_0 - B) N S_1}{7L} \Rightarrow I(B)$$

$$dq = I dt$$

$$\Rightarrow \Delta q = \int I dt$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{B_0 N S_1}{7L} - \frac{N S_1}{7L} \int_0^{\gamma} B dt$$

$\int_0^{\gamma} B dt$ — площадь под графиком.



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
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!

$$\Delta \varphi = \frac{B_0 n S \tau}{7L} - \frac{n S}{7L} \cdot S_{\text{средн}}$$

$$S_{\text{средн}} = B_0 \tau \cdot \left(\frac{1}{3} \tau \cdot \frac{\frac{3}{4} B_0 + B_0}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \tau \cdot \frac{2}{4} B_0 \right) =$$
$$= \left(\frac{1}{3} \tau \cdot \frac{7}{4} B_0 + \frac{1}{8} B_0 \tau \right) = \left(\frac{7}{12} B_0 \tau + \frac{1}{8} \tau \right) = \frac{17}{24} B_0 \tau$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = \frac{B_0 n S \tau}{7L} \left(1 - \frac{17}{24} \right) = \frac{B_0 n S \tau}{7L} \cdot \frac{7}{24}$$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta \varphi = \frac{B_0 n S \tau}{24L}}$$

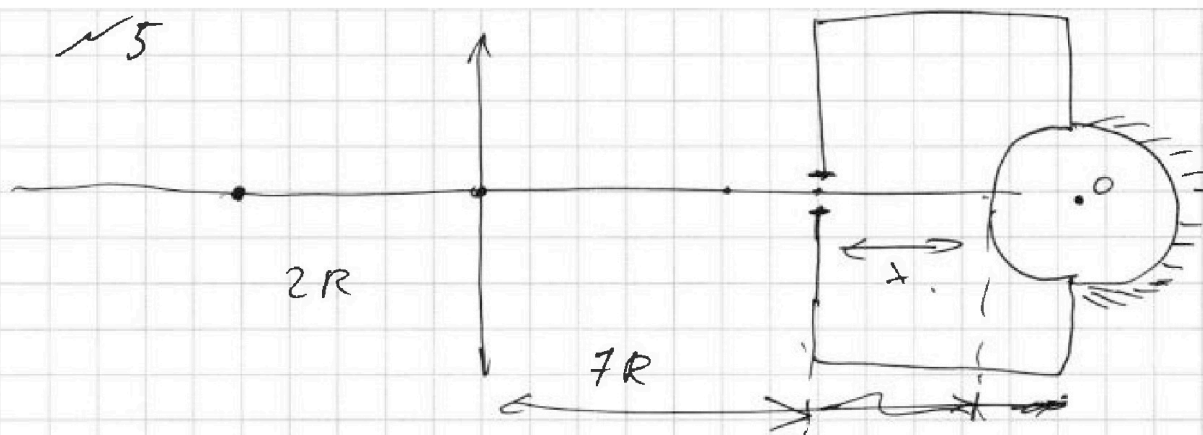


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

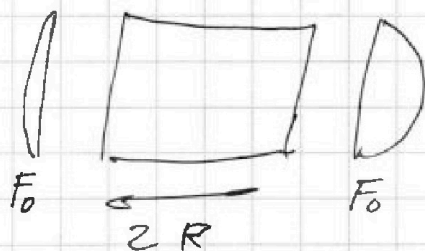
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!



Запишем закон на 2 конца и плоскую параллельную пластину.



F_0 - давление газа на поверхность пластины

$$\frac{1}{F_0} = (n-1) \frac{1}{R}$$

$$F_0 = \frac{R}{n-1}$$

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

Экран фокусирует лучи т.к. изогнутые

действуют как плоской линзы.

⇒ линза фокусирует, изображение, т.к. от отверстия.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{7R}$$

т.к. раск. пластины от центра фокусировки.

⇒ поле в параллельном и фокусном поле раск. пластины

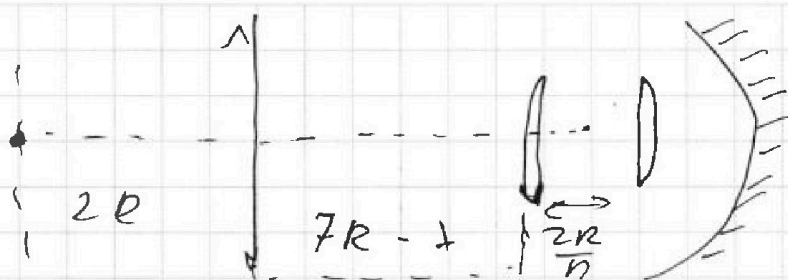


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

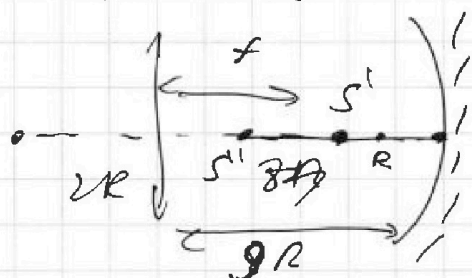
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



лучи падают

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{f_1}$$

$$f = \frac{1}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{f_1}}$$

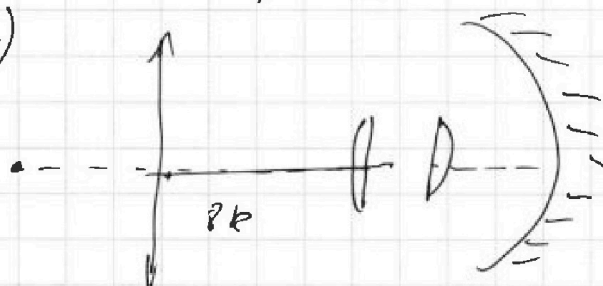


$$\frac{2}{R} = \frac{1}{9R - f} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{9R - f_2}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{9R - \frac{1}{\frac{1}{2R} + \frac{1}{f_1}}} + \frac{1}{f_2}$$

2)





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

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!

22. $72 - 3,5 = \frac{85}{25} = \frac{97}{5} = \frac{7}{50} (1 + 273)$

$\frac{7}{50} \times 1 = \frac{7}{50}$

$\frac{7}{50} \times 273 = \frac{1911}{50}$

$\frac{7}{50} + \frac{1911}{50} = \frac{1918}{50} = 38,36$

$310 \div 7 = 44,28$

$310 \div 13 = 23,84$

$310 \div 2 = 155$

$310 \div 4 = 77,5$

$310 \div 5 = 62$

$310 \div 6 = 51,67$

$310 \div 7 = 44,28$

$310 \div 8 = 38,75$

$310 \div 9 = 34,44$

$310 \div 10 = 31$

$310 \div 11 = 28,18$

$310 \div 12 = 25,83$

$310 \div 13 = 23,84$

$310 \div 14 = 22,14$

$310 \div 15 = 20,67$

$310 \div 16 = 19,37$

$310 \div 17 = 18,23$

$310 \div 18 = 17,22$

$310 \div 19 = 16,32$

$310 \div 20 = 15,5$

$310 \div 21 = 14,76$

$310 \div 22 = 14,09$

$310 \div 23 = 13,48$

$310 \div 24 = 12,92$

$310 \div 25 = 12,4$

$310 \div 26 = 11,92$

$310 \div 27 = 11,48$

$310 \div 28 = 11,07$

$310 \div 29 = 10,69$

$310 \div 30 = 10,33$

$310 \div 31 = 10$

$310 \div 32 = 9,69$

$310 \div 33 = 9,39$

$310 \div 34 = 9,12$

$310 \div 35 = 8,86$

$310 \div 36 = 8,61$

$310 \div 37 = 8,38$

$310 \div 38 = 8,16$

$310 \div 39 = 7,95$

$310 \div 40 = 7,75$

$310 \div 41 = 7,56$

$310 \div 42 = 7,38$

$310 \div 43 = 7,21$

$310 \div 44 = 7,05$

$310 \div 45 = 6,89$

$310 \div 46 = 6,74$

$310 \div 47 = 6,59$

$310 \div 48 = 6,46$

$310 \div 49 = 6,33$

$310 \div 50 = 6,2$

$310 \div 51 = 6,08$

$310 \div 52 = 5,96$

$310 \div 53 = 5,85$

$310 \div 54 = 5,74$

$310 \div 55 = 5,64$

$310 \div 56 = 5,54$

$310 \div 57 = 5,44$

$310 \div 58 = 5,34$

$310 \div 59 = 5,25$

$310 \div 60 = 5,17$

$310 \div 61 = 5,08$

$310 \div 62 = 5$

$310 \div 63 = 4,92$

$310 \div 64 = 4,84$

$310 \div 65 = 4,77$

$310 \div 66 = 4,7$

$310 \div 67 = 4,63$

$310 \div 68 = 4,56$

$310 \div 69 = 4,49$

$310 \div 70 = 4,43$

$310 \div 71 = 4,37$

$310 \div 72 = 4,31$

$310 \div 73 = 4,25$

$310 \div 74 = 4,19$

$310 \div 75 = 4,13$

$310 \div 76 = 4,07$

$310 \div 77 = 4,02$

$310 \div 78 = 3,96$

$310 \div 79 = 3,91$

$310 \div 80 = 3,87$

$310 \div 81 = 3,83$

$310 \div 82 = 3,79$

$310 \div 83 = 3,75$

$310 \div 84 = 3,71$

$310 \div 85 = 3,67$

$310 \div 86 = 3,63$

$310 \div 87 = 3,59$

$310 \div 88 = 3,55$

$310 \div 89 = 3,51$

$310 \div 90 = 3,47$

$310 \div 91 = 3,42$

$310 \div 92 = 3,38$

$310 \div 93 = 3,34$

$310 \div 94 = 3,3$

$310 \div 95 = 3,26$

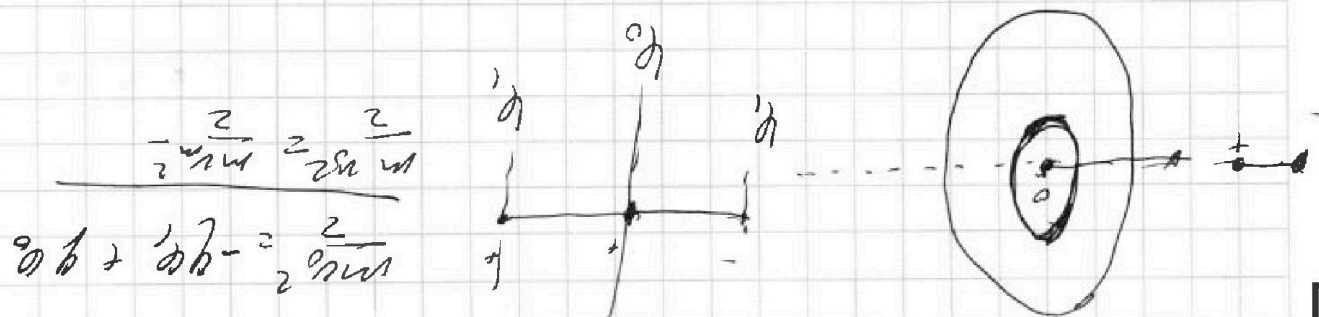
$310 \div 96 = 3,22$

$310 \div 97 = 3,18$

$310 \div 98 = 3,15$

$310 \div 99 = 3,13$

$310 \div 100 = 3,1$



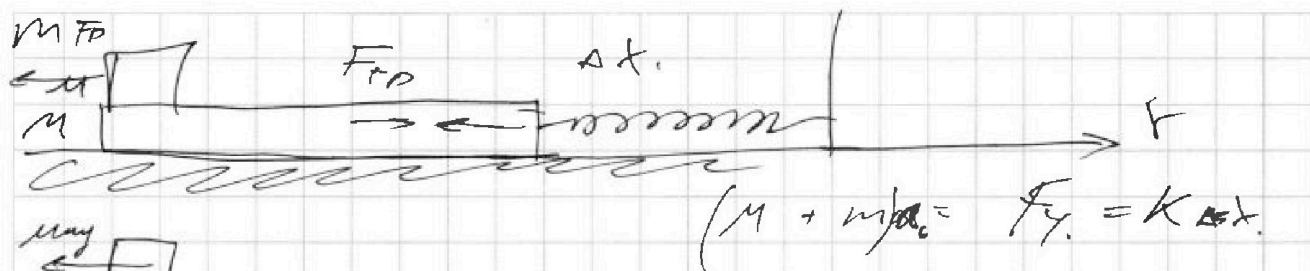


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



когда $a_c > \mu g$ условие проскальзывания.

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

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M + m}}$$

$$x = A \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

$$\dot{x} = -A\omega_1 \sin(\omega_1 t + \varphi)$$

$$\ddot{x} = -A\omega_1^2 \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

$$\frac{Ax_0 k}{M + m} = -A\omega_1^2 \cos \varphi$$

$$x = 0 \Rightarrow \sin \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$A = x_0$$

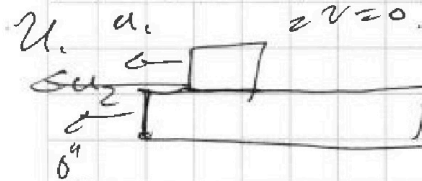
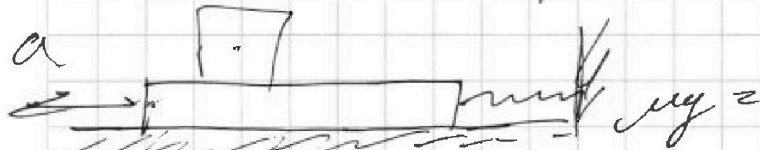
$$\frac{x_0 k}{M + m} \cos(\omega_1 t)$$

$$\cos(\omega_1 t) = \frac{\mu g (M + m)}{x_0 k}$$

$$\mu g = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ м/с}^2$$

$$a_c = \frac{x_0 k}{M + m}$$

$$\Sigma A_{tr} = 0, \quad a_{cm}$$





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!

3,5.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

33.

34.

35.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

42.

43.

44.

45.

46.

47.

48.

49.

50.

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57.

58.

59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

68.

69.

70.

71.

72.

73.

74.

75.

76.

77.

78.

79.

80.

81.

82.

83.

84.

85.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

110.

111.

112.

113.

114.

115.

116.

117.

118.

119.

120.

121.

122.

123.

124.

125.

126.

127.

128.

129.

130.

131.

132.

133.

134.

135.

136.

137.

138.

139.

140.

141.

142.

143.

144.

145.

146.

147.

148.

149.

150.

151.

152.

153.

154.

155.

156.

157.

158.

159.

160.

161.

162.

163.

164.

165.

166.

167.

168.

169.

170.

171.

172.

173.

174.

175.

176.

177.

178.

179.

180.

181.

182.

183.

184.

185.

186.

187.

188.

189.

190.

191.

192.

193.

194.

195.

196.

197.

198.

199.

200.

201.

202.

203.

204.

205.

206.

207.

208.

209.

210.

211.

212.

213.

214.

215.

216.

217.

218.

219.

220.

221.

222.

223.

224.

225.

226.

227.

228.

229.

230.

231.

232.

233.

234.

235.

236.

237.

238.

239.

240.

241.

242.

243.

244.

245.

246.

247.

248.

249.

250.

251.

252.

253.

254.

255.

256.

257.

258.

259.

260.

261.

262.

263.

264.

265.

266.

267.

268.

269.

270.

271.

272.

273.

274.

275.

276.

277.

278.

279.

280.

281.

282.

283.

284.

285.

286.

287.

288.

289.

290.

291.

292.

293.

294.

295.

296.

297.

298.

299.

300.

301.

302.

303.

304.

305.

306.

307.

308.

309.

310.

311.

312.

313.

314.

315.

316.

317.

318.

319.

320.

321.

322.

323.

324.

325.

326.

327.

328.

329.

330.

331.

332.

333.

334.

335.

336.

337.

338.

339.

340.

341.

342.

343.

344.

345.

346.

347.

348.

349.

350.

351.

352.

353.

354.

355.

356.

357.

358.

359.

360.

361.

362.

363.

364.

365.

366.

367.

368.

369.

370.

371.

372.

373.

374.

375.

376.

377.

378.

379.

380.

381.

382.

383.

384.

385.

386.

387.

388.

389.

390.

391.

392.

393.

394.

395.

396.

397.

398.

399.

400.

401.

402.

403.

404.

405.

406.

407.

408.

409.

410.

411.

412.

413.

414.

415.

416.

417.

418.

419.

420.

421.

422.

423.

424.

425.

426.

427.

428.

429.

430.

431.

432.

433.

434.

435.

436.

437.

438.

439.

440.

441.

442.

443.

444.

445.

446.

447.

448.

449.

450.

451.

452.

453.

454.

455.

456.

457.

458.

459.

460.

461.

462.

463.

464.

465.

466.

467.

468.

469.

470.

471.

472.

473.

474.

475.

476.

477.

478.

479.

480.

481.

482.

483.

484.

485.

486.

487.

488.

489.

490.

491.

492.

493.

494.

495.

496.

497.

498.

499.

500.

501.

502.

503.

504.

505.

506.

507.

508.

509.

510.

511.

512.

513.

514.

515.

516.

517.

518.

519.

520.

521.

522.

523.

524.

525.

526.

527.

528.

529.

530.

531.

532.

533.

534.

535.

536.

537.

538.

539.

540.

541.

542.

543.

544.

545.

546.

547.

548.

549.

550.

551.

552.

553.

554.

555.

556.

557.

558.

559.

560.

561.

562.

563.

564.

565.

566.

567.

568.

569.

570.

571.

572.

573.

574.

575.

576.

577.

578.

579.

580.

581.

582.

583.

584.

585.

586.

587.

588.

589.

590.

591.

592.

593.

594.

595.

596.

597.

598.

599.

600.

601.

602.

603.

604.

605.

606.

607.

608.

609.

610.

611.

612.

613.

614.

615.

616.

617.

618.

619.

620.

621.

622.

623.

624.

625.

626.

627.

628.

629.

630.

631.

632.

633.

634.

635.

636.

637.

638.

639.

640.

641.

642.

643.

644.

645.

646.

647.

648.

649.

650.

651.

652.

653.

654.

655.

656.

657.

658.

659.

660.

661.

662.

663.

664.

665.

666.

667.

668.

669.

670.

671.

672.

673.

674.

675.

676.

677.

678.

679.

680.

681.

682.

683.

684.

685.

686.

687.

688.

689.

690.

691.

692.

693.

694.

695.

696.

697.

698.

699.

700.

701.

702.

703.

704.

705.

706.

707.

708.

709.

710.

711.

712.

713.

714.

715.

716.

717.

718.

719.

720.

721.

722.

723.

724.

725.

726.

727.

728.

729.

730.

731.

732.

733.

734.

735.

736.

737.

738.

739.

740.

741.

742.

743.

744.

745.

746.

747.

748.

749.

750.

751.

752.

753.

754.

755.

756.

757.

758.

759.

760.

761.

762.

763.

764.

765.

766.

767.

768.

769.

770.

771.

772.

773.

774.

775.

776.

777.

778.

779.

780.

781.

782.

783.

784.

785.

786.

787.

788.

789.

790.

791.

792.

793.

794.

795.

796.

797.

798.

799.

800.

801.

802.

803.

804.

805.

806.

807.

808.

809.

810.

811.

812.

813.

814.

815.

816.

817.

818.

819.

820.

821.

822.

823.

824.

825.

826.

827.

828.

829.

830.

831.

832.

833.

834.

835.

836.

837.

838.

839.

840.

841.

842.

843.

844.

845.

846.

847.

848.

849.

850.

851.

852.

853.

854.

855.

856.

857.

858.

859.

860.

861.

862.

863.

864.

865.

866.

867.

868.

869.

870.

871.

872.

873.

874.

875.

876.

877.

878.

879.

880.

881.

882.

883.

884.

885.

886.

887.

888.

889.

890.

891.

892.

893.

894.

895.

896.

897.

898.

899.

900.

901.

902.

903.

904.

905.

906.

907.

908.

909.

910.

911.

912.

913.

914.

915.

916.

917.

918.

919.

920.

921.

922.

923.

924.

925.

926.

927.

928.

929.

930.

931.

932.

933.

934.

935.

936.

937.

938.

939.

940.

941.

942.

943.

944.

945.

946.

947.

948.

949.

950.

951.

952.

953.

954.

955.

956.

957.

958.

959.

960.

961.

962.

963.

964.

965.

966.

967.

968.

969.

970.

971.

972.

973.

974.

975.

976.

977.

978.

979.

980.

981.

982.

983.

984.

985.

986.

987.

988.

989.

990.

991.

992.

993.

994.

995.

996.

997.

998.

999.

1000.

1001.

1002.

1003.

1004.

1005.

1006.

1007.

1008.

1009.

1010.

1011.

1012.

1013.

1014.

1015.

1016.

1017.

1018.

1019.

1020.

1021.

1022.

1023.

1024.

1025.

1026.

1027.

1028.

1029.

1030.

1031.

1032.

1033.

1034.

1035.

1036.

1037.

1038.

1039.

1040.

1041.

1042.

1043.

1044.

1045.

1046.

1047.

1048.

1049.

1050.

1051.

1052.

1053.

1054.

1055.

1056.

1057.

1058.

1059.

1060.

1061.

1062.

1063.

1064.

1065.

1066.

1067.

1068.

1069.

1070.

1071.

1072.

1073.

1074.

1075.

1076.

1077.

1078.

1079.

1080.

1081.

1082.

1083.

1084.

1085.

1086.

1087.

1088.

1089.

1090.

1091.

1092.

1093.

1094.

1095.

1096.

1097.

1098.

1099.

1100.

1101.

1102.

1103.

1104.

1105.

1106.

1107.

1108.

1109.

1110.

1111.

1112.

1113.

1114.

1115.

1116.

1117.

1118.

1119.

1120.

1121.

1122.

1123.

1124.

1125.

1126.

1127.

1128.

1129.

1130.

1131.

1132.

1133.

1134.

1135.

1136.

1137.

1138.

1139.

1140.

1141.

1142.

1143.

1144.

1145.

1146.

1147.

1148.

1149.

1150.

1151.

1152.

1153.

1154.

1155.

1156.

1157.

1158.

1159.

1160.

1161.

1162.

1163.

1164.

1165.

1166.

1167.

1168.

1169.

1170.

1171.

1172.

1173.

1174.

1175.

1176.

1177.

1178.

1179.

1180.

1181.

1182.

1183.

1184.

1185.

1186.

1187.

1188.

1189.

1190.

1191.

1192.

1193.

1194.

1195.

1196.

1197.

1198.

1199.

1200.

1201.

1202.

1203.

1204.

1205.

1206.

1207.

1208.

1209.

1210.

1211.

1212.

1213.

1214.

1215.

1216.

1217.

1218.

1219.

1220.

1221.

1222.

1223.

1224.

1225.

1226.

1227.

1228.

1229.

1230.

1231.

1232.

1233.

1234.

1235.

1236.

1237.

1238.

1239.

1240.

1241.

1242.

1243.

1244.

1245.

1246.

1247.

1248.

1249.

1250.

1251.

1252.

1253.

1254.

1255.

1256.

1257.

1258.

1259.

1260.

1261.

1262.

1263.

1264.

1265.

1266.

1267.

1268.

1269.

1270.

1271.

1272.

1273.

1274.

1275.

1276.

1277.

1278.

1279.

1280.

1281.

1282.

1283.

1284.

1285.

1286.

1287.

1288.

1289.

1290.

1291.

1292.

1293.

1294.

1295.

1296.

1297.

1298.

1299.

1300.

1301.

1302.

1303.

1304.

1305.

1306.

1307.

1308.

1309.

1310.

1311.

1312.

1313.

1314.

1315.

1316.

1317.

1318.

1319.

1320.

1321.

1322.

1323.

1324.

1325.

1326.

1327.

1328.

1329.

1330.

1331.

1332.

1333.

1334.

1335.

1336.

1337.

1338.

1339.

1340.

1341.

1342.

1343.

1344.

1345.

1346.

1347.

1348.

1349.

1350.

1351.

1352.

1353.

1354.

1355.

1356.

1357.

1358.

1359.

1360.

1361.

1362.

1363.

1364.

1365.

1366.

1367.

1368.

1369.

1370.

1371.

1372.

1373.

1374.

1375.

1376.

1377.

1378.

1379.

1380.

1381.

1382.

1383.

1384.

1385.

1386.

1387.

1388.

1389.

1390.

1391.

1392.

1393.

1394.

1395.

1396.

1397.

1398.

1399.

1400.

1401.

1402.

1403.

1404.

1405.

1406.

1407.

1408.

1409.

1410.

1411.

1412.

1413.

1414.

1415.

1416.

1417.

1418.

1419.

1420.

1421.

1422.

1423.

1424.

1425.

1426.

1427.

1428.

1429.

1430.

1431.

1432.

1433.

1434.

1435.

1436.

1437.

1438.

1439.

1440.

1441.

1442.

1443.

1444.

1445.

1446.

1447.

1448.

1449.

1450.

1451.

1452.

1453.

1454.

1455.

1456.

1457.

1458.

1459.

1460.

1461.

1462.

1463.

1464.

1465.

1466.

1467



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
☐

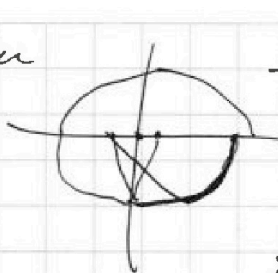
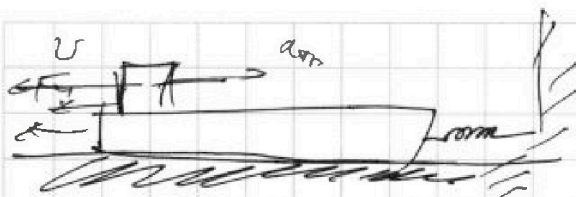
5
☐

6
☐

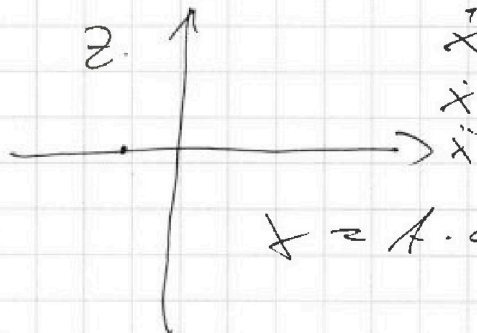
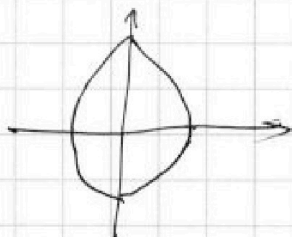
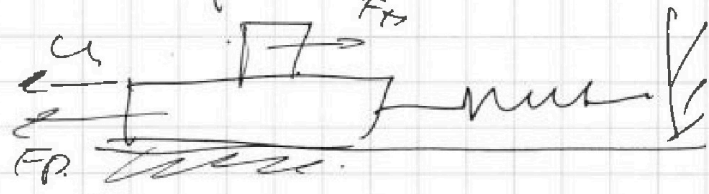
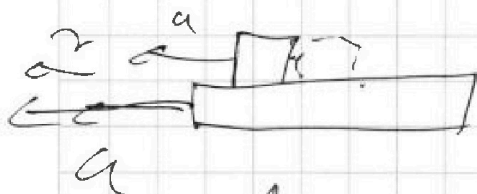
7
☐

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!



$$\frac{2+1}{50} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{9^{12}}{5} = 1,8 \text{ м}$$



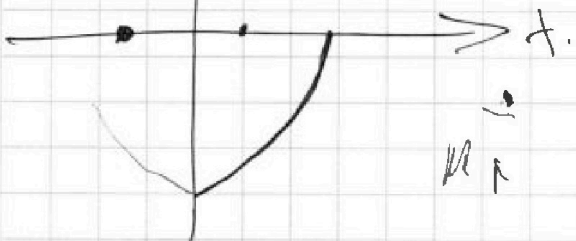
$$\begin{aligned} \ddot{x} &= \ddot{z} \cdot \cos \theta \omega t \\ \ddot{x} &= A \omega^2 \cdot \cos \omega t \end{aligned}$$

$$x = A \cdot \omega \frac{\mu m y}{m}$$

$$\begin{aligned} z &= A \cdot \sin \omega t \\ \dot{z} &= A \omega \cdot \cos \omega t \end{aligned}$$

$$A^2 \sin^2 \omega t + \frac{z^2}{A^2} + \frac{\dot{z}^2}{\omega^2} = A^2$$

$$\begin{aligned} \frac{A}{m} \cdot \frac{K}{A} x - \frac{\mu m}{A} y &= 0 \\ x &= \frac{\mu m y}{A} \end{aligned}$$





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!

