



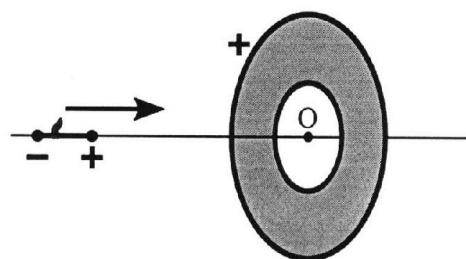
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

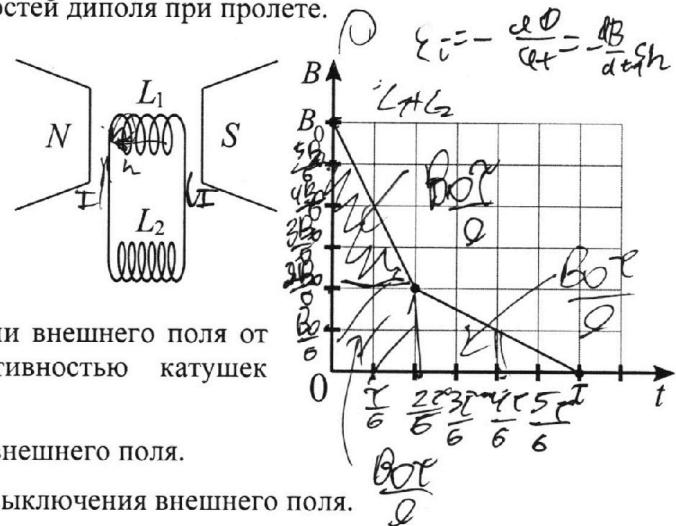
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.

2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

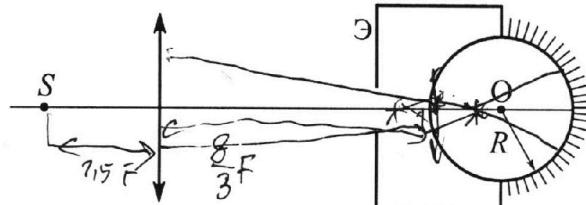
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



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

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

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



1) Найти радиус R шара.

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

2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



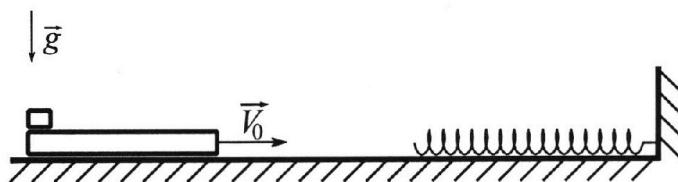
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

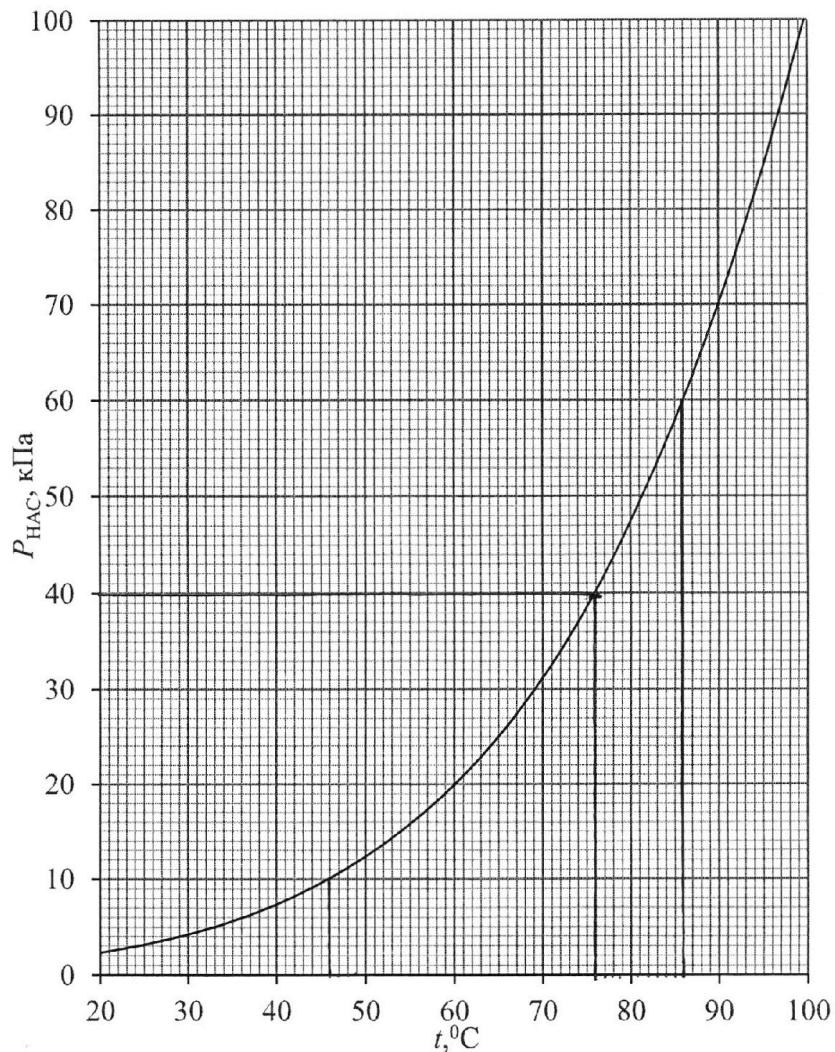


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 2/3$ (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.





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

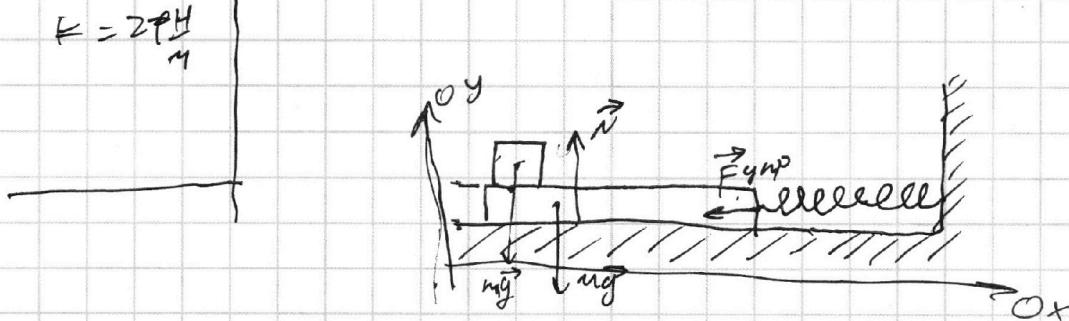
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

N1

Дано:

$$F = 2\mu M$$

Решение:



- 1) В момент прямо перед началом движения бруска от доски

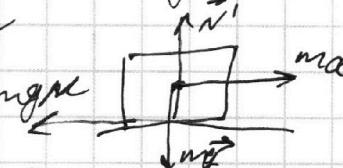
$$F_{mp} = mg\mu$$

перейдём в СО доски тогда

в проекции на OX

$$ma = mg\mu$$

(второй закон Ньютона с начальным ускорением)



$\alpha = g\mu$ α - ускорение доски и бруска,

$$\text{тогда } F_{ump} = (m+m)\alpha = k\Delta x$$

$$\alpha = \frac{k\Delta x}{M+m}$$

(второй З-й закон Ньютона для системы доска + груз на OX)

$$\begin{cases} \alpha = \frac{k\Delta x}{M+m} \\ \alpha = g\mu \end{cases}$$

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

$$\Delta x = \frac{M+m}{k} g\mu = \frac{2K_2 + 1F_2}{27\frac{\pi}{4}} \cdot 0\frac{\pi}{C^2} \cdot 0,3 = \\ = \frac{1}{3} M$$

8



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

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

СТРАНИЦА
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!

$$2) K\Delta x = (m+m)\alpha \quad \alpha = -\ddot{x}$$

$$\Delta x = x$$

$$-Kx = (m+m)\ddot{x}$$

$$\ddot{x} = -\frac{Kx}{m+m} = -\frac{Kx}{2m}$$

$$\ddot{x} = -\frac{K}{m+m}x$$

$\omega = \sqrt{\frac{K}{m+m}}$ - частота колебаний до отрыва

ЗСД:

$$\frac{m+m}{2} v_0^2 = \frac{K\Delta x^2}{2} + \frac{m+m}{2} v^2 \quad \checkmark \text{ конец}$$

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

v - скорость в

момент отрыва
(она одинакова для

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{K}{m+m} \Delta x^2} = \sqrt{3} \frac{m}{c} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \quad \text{доски и бруска)$$

$$\Delta x = \frac{1}{3} m$$

Последнее ускорение в начале столкновения = 0,
а скорость максимальна, то

$$x = A \sin(\omega t) \quad x = A \cos(\omega t) \quad A - \text{амплитуда}$$

$$\dot{x} = \omega A \cos(\omega t) \quad \dot{x} = -A \omega \sin(\omega t)$$

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

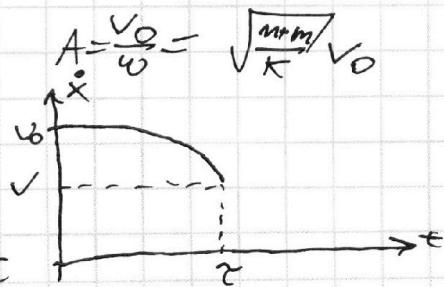
В начале столкновения $\omega t < 0 \quad \omega A \cdot \cos(0) = v_0$

запишем

$$v = v_0 \cos(\omega t)$$

$$\omega t = \arccos\left(\frac{v}{v_0}\right) = \arccos\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \frac{\pi}{6}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6} \omega = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{4mm}{K}} = \frac{3}{6} \cdot \sqrt{\frac{3Kz}{24m}} = \frac{1}{6} c$$



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.



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

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!

3)

После отрыва
 $M\alpha = k\Delta x$ — т.е. — 2-й 3-й момент
для доски

$$\alpha = -\ddot{x} \quad \Delta x = x$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}(x - \frac{m}{k}g\mu) \quad w' = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\ddot{x} = (x - \frac{m}{k}g\mu) = -\frac{k}{m}(x - \frac{m}{k}g\mu)$$

$$x - \frac{m}{k}g\mu = B \cos(\omega't + \delta) \quad \text{82}$$

$$\dot{x} = -w' B \sin(\omega't + \delta)$$

$$\ddot{x} = -w'^2 B \cos(\omega't + \delta)$$

В начале отрыва $x = B \cos \delta = \frac{m+m}{k}g\mu = \frac{2}{3}m$

В момент отрыва $\dot{x} = v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = Bs$

В конце δ некоторый угол, он изменяется из-за того что при $w't = 0$ $x \neq 0$

$$x = B \cos(0 + \delta) = \frac{m+m}{k}g\mu = \frac{1}{3}m$$

$$\dot{x} = -B w' \sin(0 + \delta) = v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = \sqrt{3} \frac{m}{c}$$

$$B \cos \delta = \frac{m+m}{k}g$$

$$B w' \sin \delta = -\frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \quad B \sin \delta = -\frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = -\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_0 m}{c}$$

$$B = \sqrt{B^2 \cos^2 \delta + B^2 \sin^2 \delta} = \sqrt{\left(\frac{m+m}{k}g\mu\right)^2 + \frac{3}{4} \frac{v_0^2 m^2}{c^2}} = \\ = \frac{\sqrt{3}}{3} M$$

Тогда максимальное ускорение

(оно соответствует максимальному
ускорению) $\cos(\omega't + \delta) = 1$

$$\text{т.ч. } a_{\max} = -\ddot{x} = w'^2 B = \frac{9\sqrt{3}}{2} \frac{m}{c^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \Delta x = \frac{m+m}{k}g\mu = \frac{1}{3}m \quad 2) \tau = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m+m}{k}} = \frac{1}{6}c \quad 3) a_{\max} = \frac{9\sqrt{3}}{3} \frac{m}{c^2}$$

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**.

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

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!



N 2

Дано:

$$\begin{aligned} t_0 &= 86^\circ\text{C} \\ P_0 &= 150 \text{ кПа} \\ \varphi_0 &= \frac{2}{3} \\ t &= 46^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Найти:

$$\begin{aligned} 1) \quad P_0 &= \frac{P_1}{\varphi_0} \quad \text{Приведем формулы} \\ P_{H.n} &= 60 \text{ кПа (из графика)} \\ 2) \quad P_1 &= \varphi P_{H.n} = \varphi_0 P_{H.n} \quad \text{Запишем ур-е Менделеева-Капел-} \\ &\quad \text{рона для пара} \end{aligned}$$

$$V P_n = \frac{m_n}{M_n} RT$$

$$P_n = \varphi P_{H.n} = P_{H.n} (в \text{ случае } \varphi = 1)$$

Для воздуха сухого.

$$V P_B = \gamma_B RT$$

$$\text{Тогда } P_n + P_B = \frac{RT}{V} \left(\gamma_B + \frac{m_n}{M_n} \right) = P_0 \quad (\text{т.к.}$$

$$V = \frac{RT}{P_0} \left(\gamma_B + \frac{m_n}{M_n} \right) \quad \text{воздух под постоян-} \\ \text{ным давлением}$$

$$P_n = \frac{m_n}{M_n} \frac{RT}{V} = \frac{P_0}{\frac{\gamma_B + 1}{\gamma_B}} \quad \text{значит давление} \\ \text{пара что меняется,} \\ \text{то меняется } P_{H.n}, \\ \text{значит надо найти по графику} \\ \text{точку, где } P_{H.n} = \cancel{60 \text{ кПа}} \quad P_1 = 40 \text{ кПа}$$

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

$$3) \quad \text{По графику } P_{H.n} \text{ при } t = 46^\circ\text{C}$$

$$P_{H.n} = 10 \text{ кПа}$$

поскольку сумарное давление $P_n + P_B = P_0$
(т.к. массовый пост. создаёт постоянное давление)



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$P_{\text{н}} + P_{\text{в}} = P_0$$

$$P_{\text{н}} = P_{4 \cdot n} = 10 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{в}} = 140 \text{ кПа}$$

Ур-е мендесева-клапейрона для воздуха (сухого)

$$\text{при } t_0 = 86^\circ\text{C} : (P_0 - P_1) V_0 = \gamma R (T_0 + t_0)$$

$$\text{при } t = 46^\circ\text{C} \quad P_{\text{в}} V = \gamma R (t + T_0)$$

$$T_0 = 273^\circ\text{C}$$

$$\frac{P_0 - P_1}{P_{\text{в}} V} \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{T_0 + t_0}{T_0 + t}$$

$$\begin{aligned} \frac{V}{V_0} &= \frac{P_0 - P_1}{P_{\text{в}} V} \cdot \frac{T_0 + t}{T_0 + t_0} = \frac{110 \text{ кПа}}{140 \text{ кПа}} \cdot \frac{273 \text{ К} + 46 \text{ К}}{273 \text{ К} + 86 \text{ К}} = \\ &= \frac{11}{14} \cdot \frac{319}{359} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7 \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: 1) } P_1 = 40 \text{ кПа}$$

$$2) \quad t = 46^\circ\text{C}$$

$$3) \quad \frac{V}{V_0} = \frac{3509}{5026} \approx 0,7$$

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



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

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!

$$v_{max} = v_0$$

Дано:



н 3

Решение:



1) сначала $+/-$ будет ближе к всем элементам диска чем $-/+$, значит диполь сначала будет отталкиваться, а не притягиваться $-/+$ будет ближе к всем элементам диска чем $+/-$, значит диполь будет притягиваться
~~(доказательство)~~ Пусть энергия необходимая для достижения центра

$$\Delta W = \cancel{q_1 q_2} \cancel{\frac{1}{4\pi\epsilon_0}}$$

Но! Правило, что энергия

силы действующей на

$$\text{диполь } F(x) = - (E_{(x+2)} - E_{(x)}) \cancel{q} q$$

диск симметричен

относительно верх оси, значит сила действующая на диполь на расстояние $-x$ до него и x одинаковая, тогда работа эта одна

$$\int_{-\infty}^0 F(x) dx = \int_0^\infty F(x) dx, \text{ значит}$$

чтобы счететь с $-\infty$ до $+\infty$ нужна энергия $\geq \Delta W$



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Задача 1) для динамики $v_0 =$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \Delta W$$

Задача 2) для динамики $\Sigma v_0''$ (при пролёте через центр)

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = \Delta W + \frac{mu^2}{2}$$

$$u = \sqrt{3}v_0$$

2) Минимальная скорость будет на $+\infty$, тогда u_{min}

$$\frac{m(2v_0)^2}{2} = 2\Delta W + \frac{mu_{min}^2}{2}$$

$$2mv_0^2 = mv_0^2 + \frac{mu_{min}^2}{2}$$

$$u_{min} = \sqrt{2}v_0$$

Максимальная на $-\infty$ $u = 2v_0$

$$\Delta u = (u_{max} - u_{min}) = (2 - \sqrt{2})v_0$$

Ответ: 1) $u = \sqrt{3}v_0$

2) $\Delta u = (2 - \sqrt{2})v_0$



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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

Дано:

$$v_{min} = v_0$$

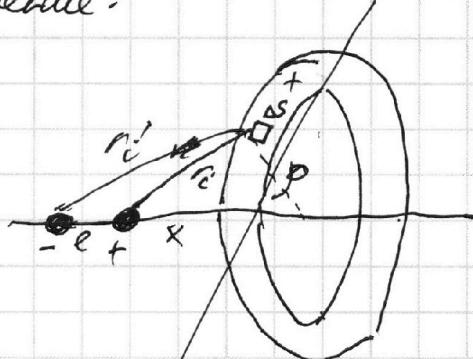
$$v = 2v_0$$

1) $u = ?$

1)

N3

Решение:



Пусть диски находятся на расстоянии x от центра диска (см. положительный заряд), а его длина ℓ , поверхность плотность σ , тогда каждый элемент dS_i вносит вклад в потенциал:

$$\Delta\Phi_i = k \frac{dS_i \sigma}{r_i}$$

заметив что $r_i < r_i'$ до правого заряда $< r_i'$ до левого (на пути к диску) гостить вб. Кин. энергия на пути

к диску уменьшается, на обратном пути увеличивается, тогда диске будет фиксированный потенциал

$$\varphi_0 = k \sum \frac{\Delta S_i \sigma}{r_i}, \text{ а на бесконечности}$$

может ЗС: $\frac{mv_0^2}{2} = \Delta W - \text{энергия необходимая для достижения}$

ЗС для второго случая:

$$\frac{m}{2}(2v_0)^2 = \Delta W + \frac{mu^2}{2} \quad u = \sqrt{3}v_0$$



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.

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!

$$L_1 = L$$

$$n_1 s_1$$

$$1) I_0 = ?$$

$$2) q = ?$$

Дано:

нч

Решение:

$$1) \Phi = B s_1 n - \text{поток через } L_1$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = -E_i = s_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$E_i = -s_1 n \frac{dB}{dt} \rightarrow \text{это выражение}$$

$$-s_1 n \frac{dB}{dt} (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$E_i + (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$E_i - L_1 \frac{dI}{dt} = L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$E_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} - s_1 n \frac{dB}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = -s_1 n \frac{dB}{dt} \cdot dt$$

$$(L_1 + L_2) dI = -s_1 n dB$$

$$(L_1 + L_2) I_0 = -s_1 n \Delta B$$

$$\Delta B = -B_0$$

$$I_0 = \frac{s_1 R B_0}{L_1 + L_2} - \frac{s_1 n B_0}{5L}$$

$$I(L_1 + L_2) = -s_1 n (B - B_0)$$

$$I = -\frac{s_1 n}{L_1 + L_2} (B - B_0) \text{ проинтегрировав}$$

$$q = -\frac{s_1 n}{L_1 + L_2} \left(\int B dt - B_0 t \right)$$

$$\int B dt = \text{площадь под графиком} = \frac{B_0^2}{3}$$

L



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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

$$q = \frac{s_1 n}{L_1 + L_2} (B_0 \tau - \frac{B_0 \tau}{3}) = \frac{2 B_0 \tau s_1 n}{3(L_1 + L_2)} = \frac{2 B_0 \tau s_1 n}{15L}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{s_1 n B_0}{5L}$

2) $q = \frac{2 B_0 \tau s_1 n}{15L}$

L

L



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

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

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!

Дано:

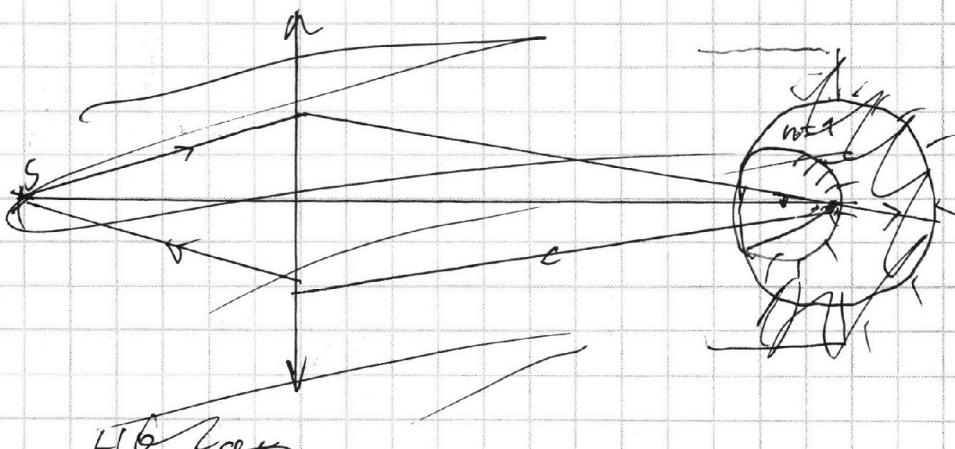
$$\begin{aligned} \alpha &= 1.5F \\ b &= \frac{8F}{3} \end{aligned}$$

нб
Решение:

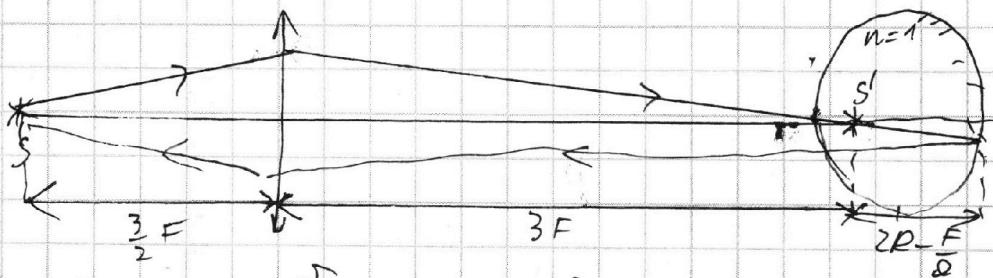
Раз изображение совпадает с источником при модуле n , то пусть $n=1$
изображение в чисте

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

$$f = 3F$$



нб кот



Зеркало будет работать как собирающее зеркало с $F_0 = \frac{2}{R}$
и $d = 2R - \frac{F}{2}$

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



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

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!

Тогда:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{s_3} = \frac{1}{F_0} = \frac{2}{R}$$

$$s_3 = \frac{F_0 d}{d - F_0} = \frac{\frac{R}{2}(2R - \frac{F}{2})}{\frac{3}{2}R - F}$$

После чего луч s_3 проходит через
милоу

$$d' = \frac{8F}{9} + 2R - s_3$$

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

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{3F} \quad d' = 3F = \frac{8}{9}F + 2R - s_3$$

$$\frac{\frac{R}{2}(2R - \frac{F}{2})}{\frac{3}{2}R - \frac{F}{2}} - s_3 = 2R - \frac{1}{9}K$$

$$(2R - \frac{F}{2}) \left(\frac{R}{3R - \frac{2F}{9}} - 1 \right) = 0$$

значит $R = \frac{F}{8}$, но ясно, что это должно быть

так, как в ответе симметрично относительно F_0 , значит $R = \frac{F}{18}$ или если мы пересекаем F_0 в точке s_3 на 1 пойдет не симметрично, где $R = \frac{F}{18}$ а при $R = \frac{F}{9}$ он чётко

всегда расходится (также подходит)



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

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
— ИЗ —



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

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

Дано:

$$a = \frac{3}{2} F$$

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

№5

Решение:

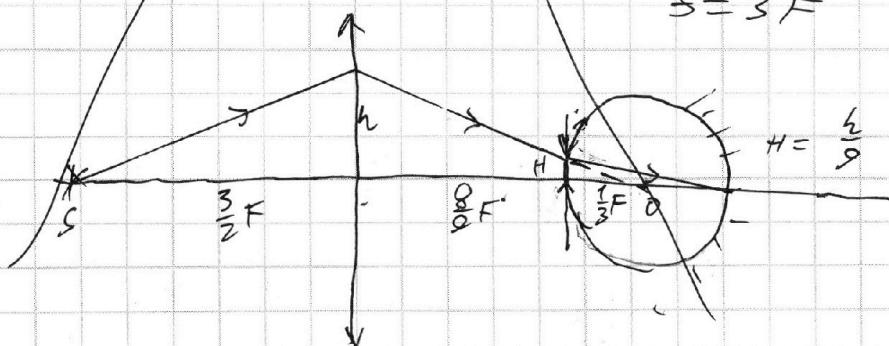
1) ~~s' совпадёт с s если ход лучей будет симметричен относительноГО (ан. рис.)~~
~~тогда F где бы было изображение если бы не симм.~~

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{F}$$

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

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

$$s = 3F$$





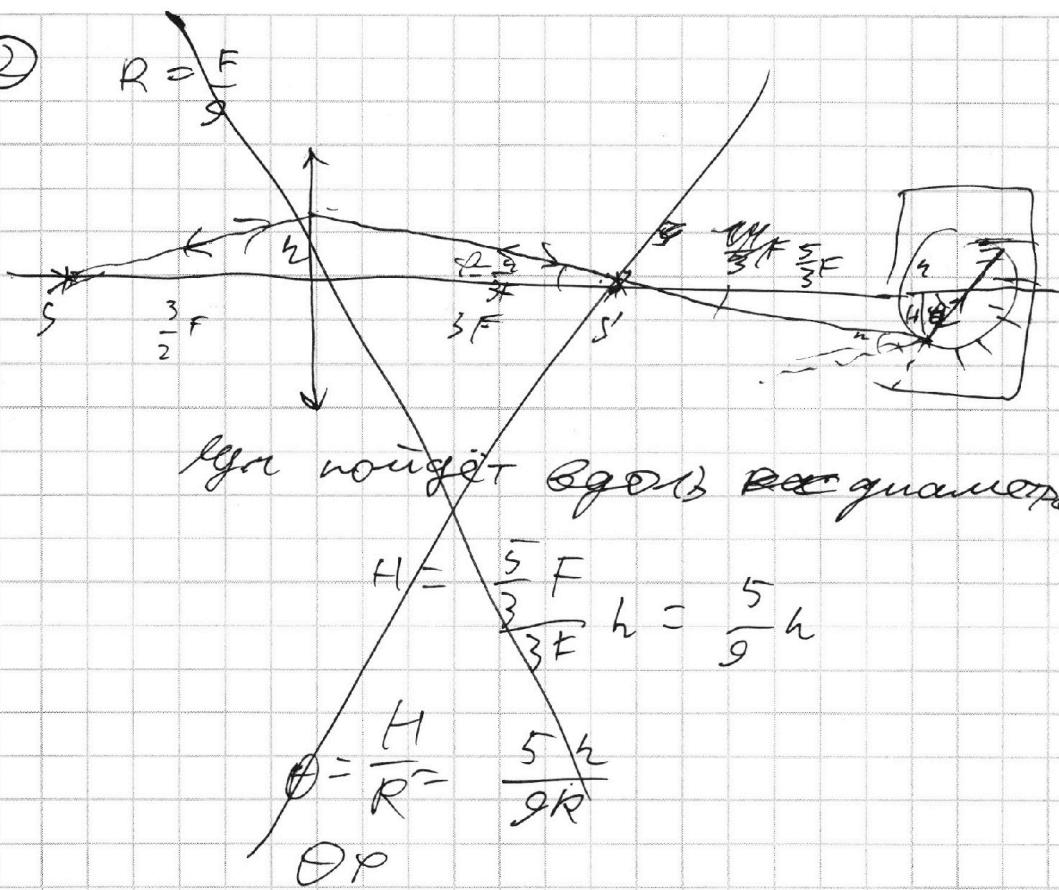
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

(2)





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

СТРАНИЦА
— 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!

I-

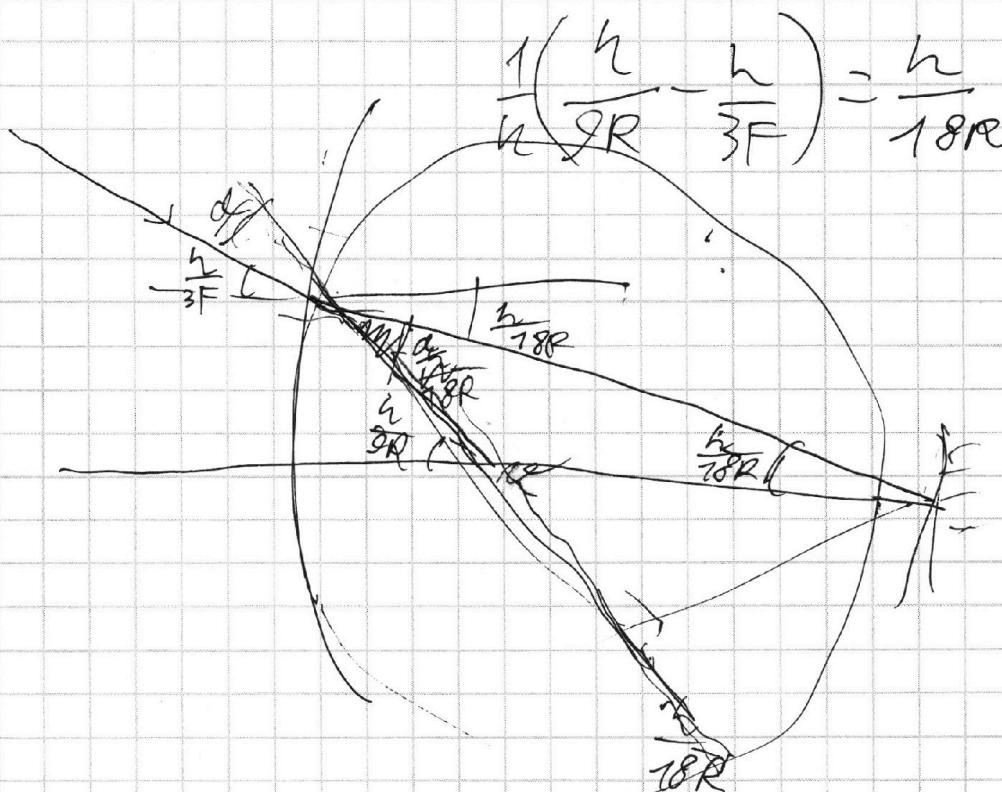


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
_ 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!



$$\frac{h}{9R} \left(\frac{1}{3F} - \frac{1}{18R} \right) = \frac{1}{9R} \left(\frac{1}{9R} - \frac{1}{3F} \right) = \frac{1}{18R}$$

$$\frac{1}{18R} = \frac{1}{9R} - \frac{1}{3F}$$

$$2R = 3R + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{2R - \frac{F}{9}} + \frac{1}{S_3} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{S_3} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} =$$

$$S_3 = \frac{F_0 d}{d - F_0}$$

$$\frac{3R - \frac{F}{9}}{2}$$



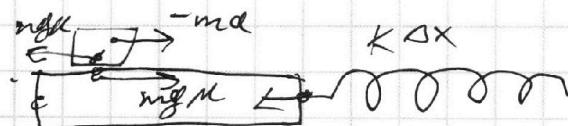
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА
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)



$$\left\{ \begin{array}{l} ma = k\Delta x - mg \\ mg = ma \end{array} \right. \quad \cancel{\text{mg}} \quad \cancel{ma} = \cancel{mg}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} ma = k\Delta x - mg \\ ma = mg \end{array} \right. \quad \cancel{ma} = \cancel{mg}$$

$$ma = -mg \quad \cancel{mg}$$

$$m\ddot{x} = m\ddot{a} \quad \cancel{m} \quad \cancel{a} = \cancel{a}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \\ m\ddot{x} = -kx \end{array} \right. \quad \cancel{\frac{m\dot{x}^2}{2}} \quad \cancel{\frac{kx^2}{2}} \quad \cancel{mV_0^2} \quad \cancel{-kx} \quad \cancel{m} \quad \cancel{\ddot{x}}$$

$$\ddot{x}(t) = -\frac{k}{m}x + \frac{m}{k}g$$

$$m\ddot{x} = \left(\ddot{x} - \frac{m}{k}g \right) - \frac{k}{m}\left(x - \frac{m}{k}g \right)$$

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

$$\ddot{x} = A\omega \cos(\omega t) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

$$\begin{aligned} \alpha &= V_0 \omega = V_0 \sqrt{\frac{k}{m}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{27}{3}} \\ &= 3 \sqrt{3} \cdot 2 = 36 \end{aligned}$$

I



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

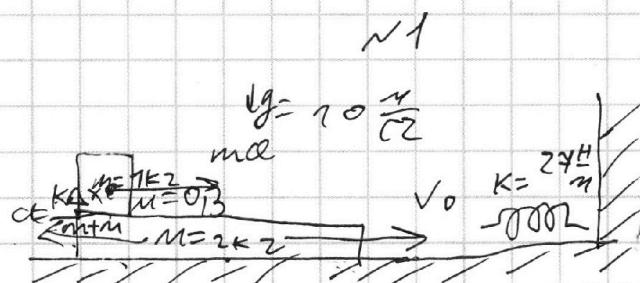
5

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!



$$\begin{aligned} 1) \quad -m\alpha &= mg\mu & m\alpha &= K\Delta x - mg\mu \\ \frac{K\Delta x}{m+\mu m} &= g\mu & m\alpha &= mg\mu \\ \frac{3}{2\pi} \cdot 3 &= 1 & \Delta x &= \frac{m+\mu m}{K} g\mu = \frac{3\pi^2}{2\pi \frac{1}{C}} \cdot 3 \frac{1}{C} = \frac{1}{3} m \\ & & & = 0,333 m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad +K\Delta x &= (m+m)\ddot{x} \\ \ddot{x} &= -\ddot{\alpha} = -\frac{K}{m+m} \Delta x \\ m &= \sqrt{\frac{K}{m+m}} \end{aligned}$$

$$\frac{K\Delta x^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{C} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\pi}{C} = \frac{\pi}{6}$$

$$\begin{aligned} \text{Diagram: } & \text{A circle with radius } r = \frac{V_0}{\omega}, \text{ center } O, \text{ angle } \theta = \omega t. \\ & V_x = r \omega \cos(\omega t) = \frac{V_0}{\omega} \cos(\omega t) \end{aligned}$$

$$\frac{m+\mu m}{2} V_0^2 - \frac{K\Delta x^2}{2} = \frac{m+\mu m}{2} V^2 \quad t = \frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{V}{V_0}\right) = \sqrt{\frac{m+\mu m}{K}} \frac{\pi}{6} =$$

$$\begin{aligned} V^2 &= V_0^2 - \frac{K\Delta x^2}{m+\mu m} = V_0^2 - \frac{2\pi^2}{C} = 3 \frac{\pi^2}{C} = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0^2 = \\ V &= \sqrt{3} \frac{\pi}{C} \end{aligned}$$



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!

3

$$\frac{1}{9} \cdot 3$$

$$\left(\frac{3}{6}\right) = \sqrt{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{1}{9} + 3 \cdot \frac{2}{27} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\sqrt{3} / 3$$

$$\frac{m}{m+n} + \frac{n}{m+n} = 1$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{K}{M} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2} = \frac{2\sqrt{3}}{2}$$

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

$$\left(\frac{m}{m+n} + \frac{n}{m+n} \right) = P_n = P_m (1 + \frac{n}{m})$$

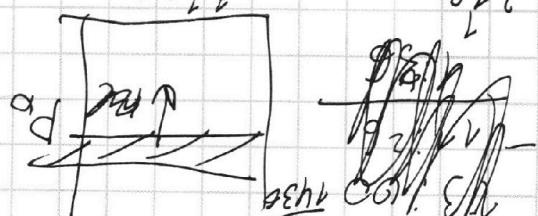
$$\frac{P_n}{P_m} = \frac{1 + \frac{n}{m}}{1 + \frac{m}{n}}$$

$$P_n V = \frac{3}{33} = \frac{3}{33} \cdot P_m$$

$$\frac{P_n}{P_m} = \frac{m}{n}$$

P₀

$$V = RT(P_0 + \frac{m}{M})$$



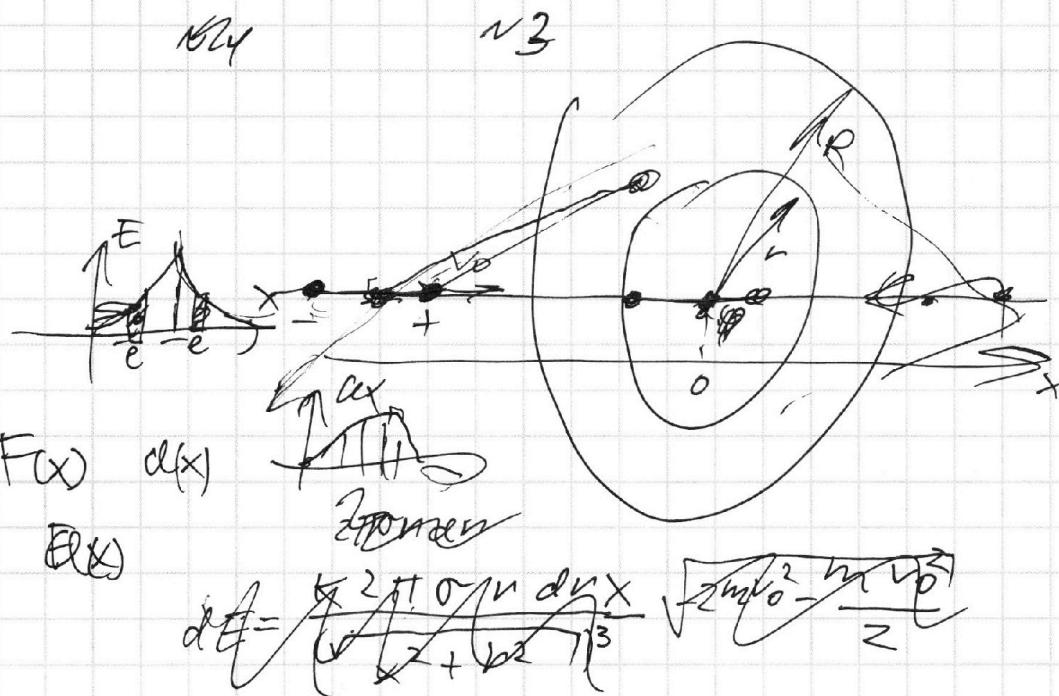


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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!



$$u^2 = \gamma v_0^2 - v_0^2$$

$$\frac{k \cdot 2\pi \hbar \sigma dx}{K}$$

$$u = \sqrt{3} v_0$$

$$\Delta x = 2v_0 - \sqrt{3}v_0$$
$$2\Delta x v_0^2 = \Delta x_{\min}^2$$

$$\frac{k \cdot 2\pi \hbar \sigma dx}{\sqrt{x^2 + v_0^2}}$$

$$2m_0 u^2$$

$\epsilon \sim c$



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.

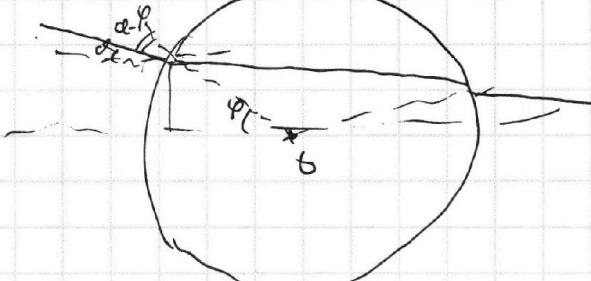
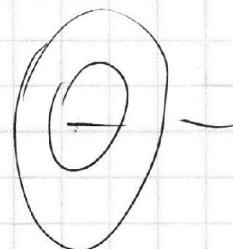
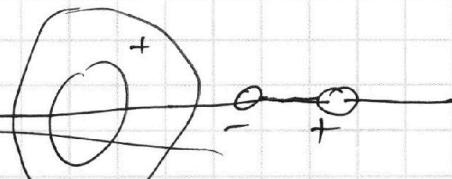
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

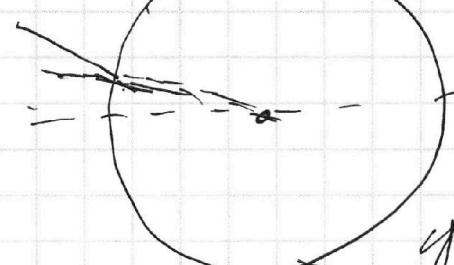
2)

После прохождения
центра диска начнёт

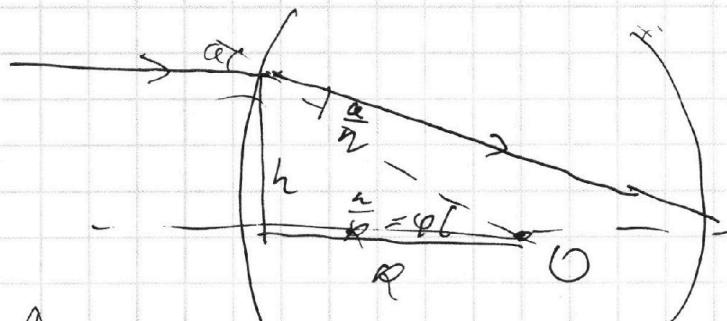


(4)

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



$$F = \frac{R \rho}{n-1}$$



$$F = \frac{R}{n-1} + R$$

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

