



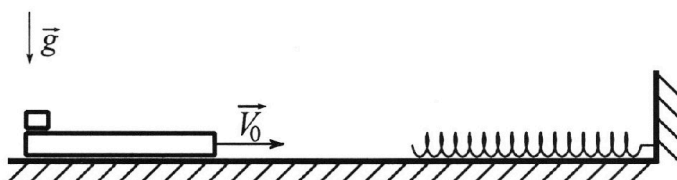
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

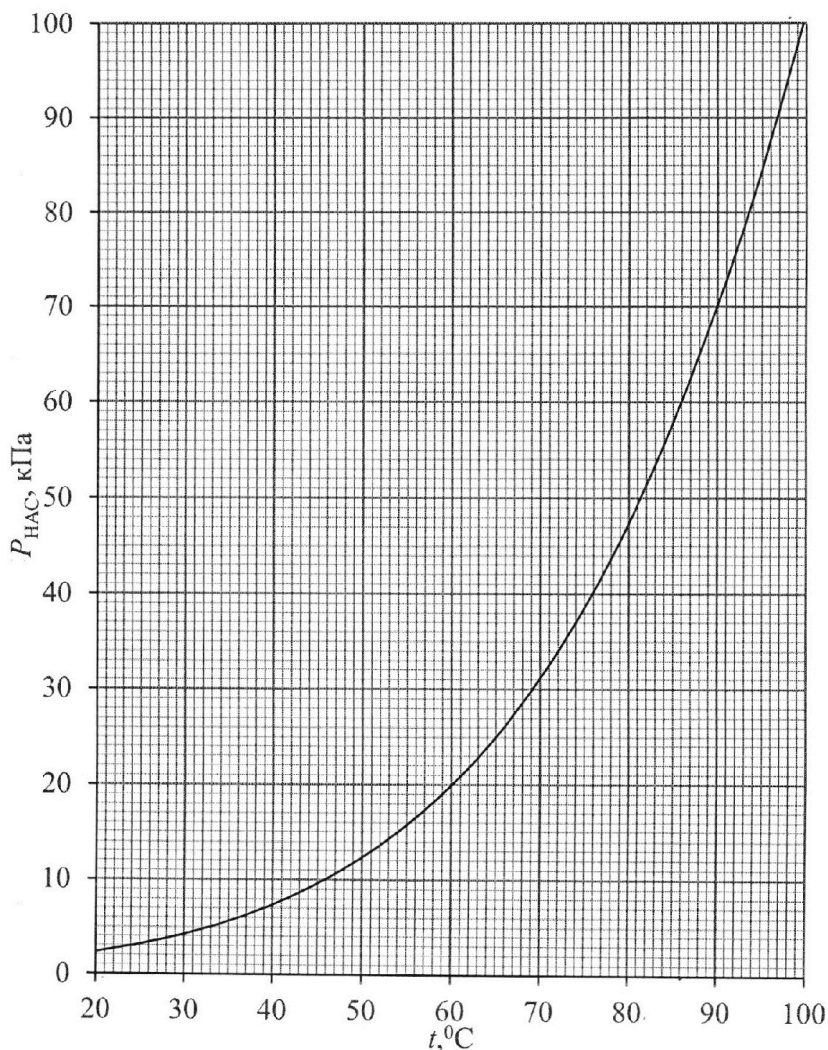


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

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





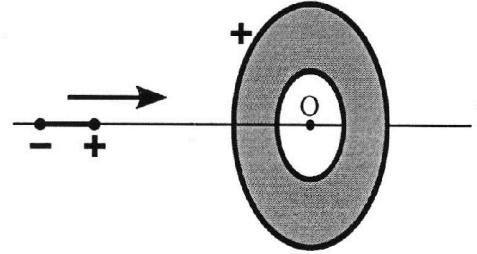
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

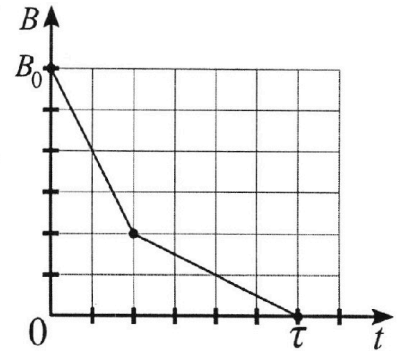
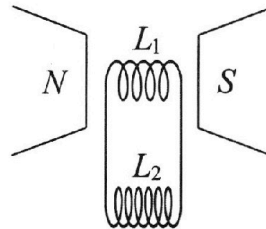


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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



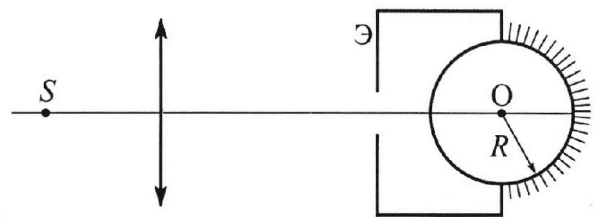
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

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



- 1) Найти радиус R шара.

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

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



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

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!

① Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

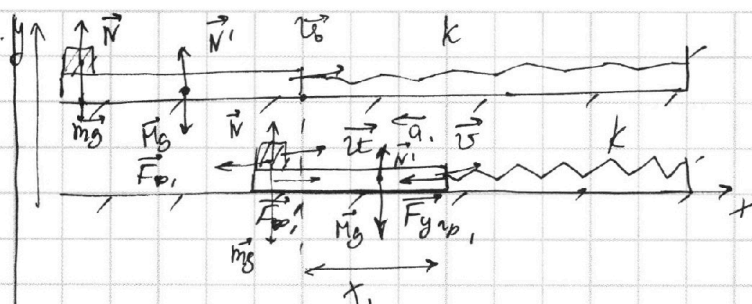
$$v_0 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\pi \approx 3$$



отн.-но

1) Дв-е бруска начнется тогда, когда $(F_{\text{упр}} = F_{\text{тр макс}})$, $F_{\text{тр макс}} = N\mu$

1) x_1 - ?

По III з. Н: $F_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}'$ $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}}'$

2) t_1 - ?

II з. Н. на ОХ: $-Ma_1 = -F_{\text{упр}} + F_{\text{тр}}'$, a_1 - ускор-е системы отн.-но ИСО

3) a - ?

(закон сохранения энергии) $-m\Delta\phi = -F_{\text{тр}}'$, где $\Delta\phi$ - изменение энергии системы отн.-но ИСО (гор. пов-во)

II з. Н. на ОУ: $0 = N - mg$ (где g - ускор-е)

Отн.-е дв-е бруска начнется в момент, когда

$a_{\text{бр}} > a_1$, ($a_{\text{бр}} = a_1 + a_{\text{отн}}$)

Критический момент: $F_{\text{упр}} = F_{\text{тр макс}}$, т.к. $\vec{a}_1 \uparrow$ ($F_{\text{упр}} \uparrow$, т.к. $x \uparrow$), $\Rightarrow F_{\text{упр}} \uparrow$, но эта момент $\uparrow$ только до макс. как раз крит. значение $F_{\text{тр макс}} = N\mu \Rightarrow$

$$\begin{cases} Ma_1 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр макс}} \\ F_{\text{тр макс}} = N\mu = mg\mu \\ F_{\text{упр}} = kx_1 \end{cases} \Rightarrow k(F_{\text{упр}} - mg\mu) = Mmg\mu$$

$$F_{\text{упр}} = mg\mu(m+1)$$

$$x_1 = \frac{mg\mu(m+1)}{k} = \frac{10 \cdot 0,3(1+2)}{27} = \frac{1}{3} \text{ (м)}$$

2) До момента начала отн.-ног. дв-е:

$$\begin{cases} Ma_1 = F_{\text{упр}} \\ Ma_1 = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \end{cases} \Rightarrow \text{выберем } (m+M)x = -kx$$

"", т.к. возвр. сила и она направлена против смещения.



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!

Пр. первой задачи.

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

$$\ddot{x} + \frac{k}{M+m}x = 0 \quad - \text{гарм. коа-л} \Rightarrow$$

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

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

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

$$v = \dot{x} = \left(A \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right)\right)' = A\sqrt{\frac{k}{M+m}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right) = v_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t\right)$$

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

$$x_1 = \frac{v_0 \sqrt{M+m}}{\sqrt{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M+m}}t_1\right) \quad t_1 = \frac{\arcsin\left(\frac{x_1}{v_0} \sqrt{\frac{k}{M+m}}\right)}{\sqrt{k}}$$

$$\frac{1}{3} = 2\sqrt{\frac{2+1}{27}} \sin\left(\sqrt{\frac{27}{2+1}}t_1\right)$$

$$\frac{1}{2} = \sin(3t_1)$$

$$3t_1 = \frac{\pi}{6}(-1)^n + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{18}(-1)^n + \frac{\pi n}{3}, \quad n \in \mathbb{Z}$$

Что нас интересует самый первый момент времени $t_1 = \frac{\pi}{18} \approx \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \text{ (с)}$
т.к. в данный момент т.к. уже не будет, движение начнет движение
отт-по осм.

Ответ: 1) ~~1/6~~

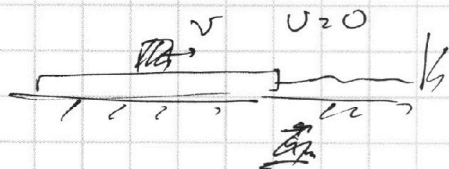


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$a_m \Rightarrow v_{\text{двиг}} = 0$$

$$\text{И. У.}: M a_m = -k x_m + k x_m$$

М

$$\text{Ответ: } 1) x_1 = \frac{1}{3} \text{ м} \quad 2) \frac{1}{6} \text{ с.}$$



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

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!

р2.

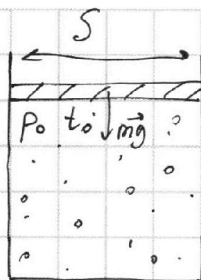
Дано:

$$p_0 = 150 \text{ кПа}$$

$$t_0 = 86^\circ\text{C} = 359\text{K}$$

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

$$t = 46^\circ\text{C} = 319\text{K}$$



$$1) \varphi_0 = \frac{p_1}{p_{\text{нас},1}}$$

$$p_1 = \varphi_0 p_{\text{нас},1} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ (кПа)},$$

т.к. $p_{\text{нас},1}$ (при $t_0 = 86^\circ\text{C}$) ≈ 60 кПа из графика.

$$1) p_1 - ?$$

$$2) t^* - ?$$

$$3) \frac{V}{V_0} - ?$$

2) Условие конденсации пара: давление внешнее равно давлению внутреннему, пар станет насыщенным.

$p_0 = p_1 + p_{\text{взв},1}$, где $p_{\text{взв},1}$ - давление сухого воздуха, p_1 - давление пара, при $t = 80^\circ\text{C}$, p_0 - внеш. давление.

$$p_{\text{взв},1} = p_0 - p_1 = 150 - 40 = 110 \text{ (кПа)} - \text{в.н. момент времени}$$

Давление внешнее состоит из давления поршня ($\frac{mg}{S}$) и, возможно, атмосферного.

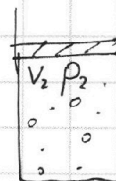
$$\frac{mg}{S} = \text{const}, p_{\text{атм}} = \text{const} \Rightarrow p_{\text{внеш}} = \frac{mg}{S} + p_{\text{атм}} = \text{const} \Rightarrow$$

уравнение статки и в t момент

$$p_{\text{взв}} + p_n = \text{const} = p_0 \text{ (з.н. Дальто)}$$

В момент начала конденсации: $p_{\text{нас}} \cdot V_2 = \nu_{\text{оп}} R T_{\text{нас}}$

В нач. момент: $p_1 \cdot V_0 = \nu_{\text{оп}} R T_0$ $p_{\text{взв},1} \cdot V_2 = \nu_{\text{взв}} R T_{\text{нас}}$



т.к. конг. не началась, то кол-во сж. в-ва в паре ($\nu_{\text{оп}}$) в момент равно.

$$\frac{p_{\text{нас}}}{p_{\text{взв},1}} = \frac{\nu_{\text{оп}}}{\nu_{\text{взв}}} = \frac{p_1}{p_{\text{взв},1}}; p_{\text{нас}} + p_{\text{взв},2} = p_0 \Rightarrow p_{\text{нас}} \cdot p_{\text{взв}} = p_1 (p_0 - p_{\text{нас}})$$

$$p_{\text{нас}} = \frac{p_1 p_0}{p_{\text{взв},1} + p_1} = \frac{p_1 p_0}{p_0 - p_1 + p_1} \approx p_1 = 40 \text{ (кПа)} \Rightarrow t^* = 76^\circ\text{C} \text{ (из графика)}$$



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) Пар досылает сост. нас $\Rightarrow$ его давление равно $p_{нас}^*$ в
т. соотв. момент времени, т.е. при $t = 40^\circ\text{C}$ $p_{нас3} = 10 \text{ кПа}$

(из графика) $\Rightarrow p_{об3} = p_0 - p_{нас3} = 150 - 10 = 140 \text{ (кПа)}$

$$\begin{cases} p_{об3} V = \nu_{об} R T \\ p_{об1} V_0 = \nu_{об} R T \end{cases} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \frac{p_{об1}}{p_{об3}} = \frac{110}{140} = \frac{11}{14}$$

Ответ: 1) $p_1 = 40 \text{ кПа}$ 2) $t^* = 76^\circ\text{C}$ 3) $\frac{11}{14}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

3. Дано: $v_{\min} = v_0$
 $v_{\max} = 2v_0$
 1) $v_y = ?$
 2) $v_{\max} - v_{\min} = ?$

на полюсе: $\vec{F}_{\text{эл}1}, \vec{F}_{\text{эл}2}$
 сила на электр. заряд со стороны кольца
 II. з. н. на диполь: $ma_1 = \frac{qQk}{x} - \frac{qQk}{x+l} = \frac{qQkl}{x(x+l)}$
 $ma_1 = \frac{qQk}{x} - \frac{qQk}{x+l} = \frac{qQkl}{x(x+l)}$
 ускорение $a_1 = f(x)$

Т.к. v_0 - мин скорость где пролета, то после него у диполя достигается скорость минималь энергии,

$$W_{\text{пот}} = 0 \Rightarrow W_k = 0 \Rightarrow v_k = 0$$

А также понятно, что $v_{\min}$ будет в конце.

ЗСД: $A_{\text{эл}1} = W_{\text{эл}1} - W_{\text{эл}2}$, где $A_{\text{эл}1}$ - работа, которую диполь выполняет на протяжении $F_{\text{эл}1}$

$$A_{\text{эл}1} = E_{\text{эл}1} - E_{\text{эл}2}$$

и $F_{\text{эл}1}$ от кольца в конце

$$\text{ЗСД: } A_{\text{эл}2} = W_{\text{эл}2} - W_k$$

$$A_{\text{эл}2} = E_{\text{эл}2} - E_k$$

$$A_{\text{эл}2} = E_{\text{эл}2} - E_k$$

т.к. $F_{\text{эл}} \neq f(r)$ и расстояние r изменяется (из ∞ до ∞), т.к. $f(r)$ не постоянна и $A_{\text{эл}} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_k^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow v_k = \sqrt{3}v_0 = v_{\min}$$

Т.к. сила при полете до кольца и после действует совершенно симметрично и перемещение так же симметрично, то $A_{\text{эл}1} = A_{\text{эл}2}$ и сумма равна $A_{\text{эл}} \Rightarrow$

$$A_{\text{эл}1} + A_{\text{эл}2} = E_{\text{эл}1} - E_{\text{эл}2} = \frac{A_{\text{эл}}}{2} = \frac{E_{\text{эл}}}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{4v_0^2 m}{2} - \frac{v_0^2 m}{2 \cdot 2} = \frac{7.5 v_0^2 m}{2}$$

$$v_y = \sqrt{7.5} v_0$$

$$v_{\max} - v_{\min} = 2v_0 - \sqrt{3}v_0$$

↑

$v_{\max} = 2v_0$, т.к. ускорение направлено вправо и влечет за собой

Ответ: $\sqrt{7.5} v_0$; $(2 - \sqrt{3}) v_0$



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.

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!

н4.

Дано:

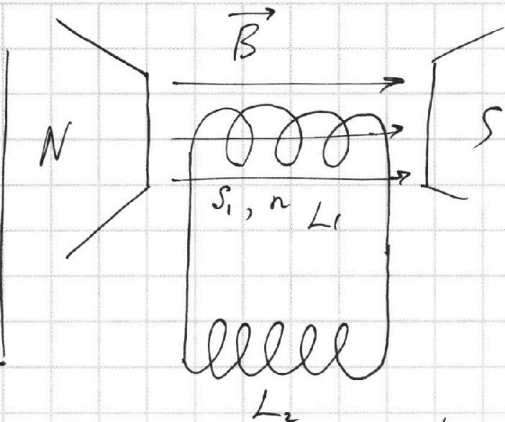
$L_1 = L$

$L_2 = 4L$

S_1, n

B_0

τ



$\mathcal{E} \neq \text{const.}$

$\mathcal{E}_1 = -\Phi'_1(t) = -S_1 B'_1(t)$, т.к.

$S_1 = \text{const}$

$\mathcal{E}_{1i} = n \mathcal{E}_1 = -n S_1 B'_1(t)$

$\mathcal{E}_{L2} = -L_2 i'_1(t)$

$\mathcal{E}_{L1} = -L_1 i'_1(t)$, т.к. наводимая сдв. поменяется

1) $I_0 = ?$

2) $q = ?$

пр. по Кирхгофа: $\mathcal{E}_{L1} + \mathcal{E}_{L2} + \mathcal{E}_{1i} = 0$

$-\frac{L_1}{2} i'_1(t) = +n S_1 B'_1(t) + L_1 i'_1(t)$

$-\frac{L_1 + L_2}{2} i'_1(t) = \int_{B_0}^{B_1} n S_1 B'_1(t) dt$ ($B_1 = \frac{B_0}{3}$ из графика)

$-(L_1 + \frac{L_2}{2}) I_1 = n S_1 (B_1 - B_0)$

$(L_1 + \frac{L_2}{2}) I_1 = n S_1 (B_0 - \frac{B_0}{3}) = \frac{2}{3} n S_1 B_0 \Rightarrow I_1 = \frac{2 n S_1 B_0}{3(L_1 + \frac{L_2}{2})}$

2. $(L_1 + \frac{L_2}{2}) i'_1(t) = -n S_1 B'_1(t)$

$\int_{I_1}^{I_0} i'_1(t) dt = \int_{B_1}^{B_0} -n S_1 B'_1(t) dt$

$(L_1 + L_2)(I_0 - I_1) = n S_1 \frac{B_0}{3} \Rightarrow I_0 = \frac{n S_1 B_0}{3(L_1 + L_2)} + \frac{2 n S_1 B_0}{3(L_2 + L_1)} = \frac{n S_1 B_0}{(L_2 + L_1) 5L}$

2) $(L_1 + L_2) i'_1(t) = n S_1 B'_1(t)$

$q = \int i dt$

$(L_1 + L_2) \frac{dq}{dt} = n S_1 \frac{dB_1}{dt} \Rightarrow (L_1 + L_2) dq = n S_1 dB_1 + \text{const.}$

$\text{const.} = 0$, т.к. $\text{const.} = +n B_0 S_1$ / момент времени $t=0$

$-(L_1 + L_2) \frac{dq}{dt} = \int_{B_0}^{B_1} n S_1 B'_1(t) dt = \frac{n S_1}{n B_0 S_1} \int_{B_0}^{B_1} B'_1(t) dt$ равна площади под графиком $B(t)$ $= \frac{3 B_0 \tau}{6^2}$

$q_1(L_1 + L_2) = \frac{3 B_0 \tau}{9 \cdot 36} n S_1 + \frac{n B_0 S_1 \tau}{3} = \frac{5}{9} B_0 n S_1 \tau$

$q_1 = \frac{5 B_0 n S_1 \tau}{9 \cdot 5L}$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$2. (L_1 + L_2) i(t) = -n S_1 B_2(t) + \text{const}$$

$$\text{В момент } t = \frac{\tau}{3} : (L_1 + L_2) I_1 = -\frac{n S_1}{3} B_0 + \text{const}$$

$$\text{const} = \frac{2n S_1 B_0}{3} + \frac{n S_1 B_0}{3} = n S_1 B_0$$

$$\int_{q_1}^{q_2} (L_1 + L_2) q'(t) dt = \int_{q_1}^{q_2} n S_1 \dot{B}_2 dt + n S_1 B_0$$

$$\int_{q_1}^{q_2} \dot{B}_2 dt = \frac{4 B_0 \tau}{6 \cdot 2} = \frac{B_0 \tau}{3}$$

(по условию)

$$(L_1 + L_2) (q_2 - q_1) = \frac{n S_1 B_0 \tau}{3} + n S_1 B_0 = \frac{10 n S_1 B_0}{3}$$

$$q_2 = \frac{10 n S_1 B_0}{3(L_1 + L_2)} + q_1 = \frac{2 \cdot 10 n S_1 B_0}{3 \cdot 52} + \frac{5 B_0 n S_1 \tau}{9 \cdot 52} = \frac{B_0 n S_1 \tau}{32}$$

$$\text{Ответ: } 2) \frac{B_0 n S_1 \tau}{32} \quad 1) \frac{n S_1 B_0}{52}$$



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

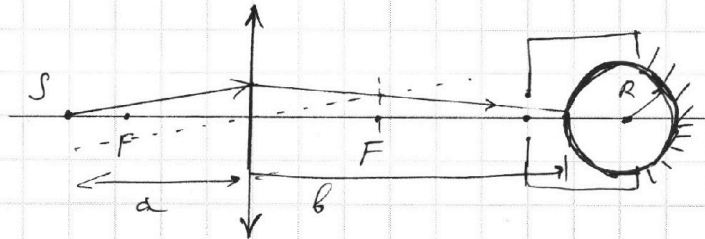
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5. Дано:
 $F, a = 1,5F$
 $b = \frac{2}{3}F$

1) $R = ?$

2) $b = \frac{2}{3}F + 2F + R$

$n = ?$

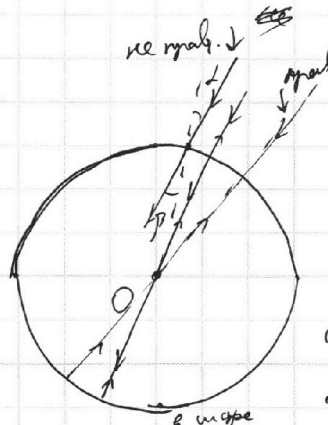
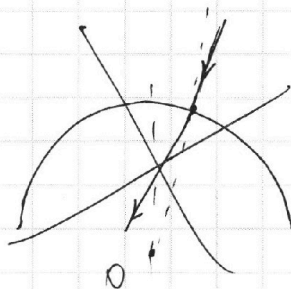


Найдем S^* в системе линзы.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{a-F}{Fa} \quad f = \frac{1,5F^2}{1,5F-F} = 3F \Rightarrow 3F < b$$

В шар летит срез. лучи лучей.

Угол сфер. пол. в сф. не равен 0 и не 180, поэтому в шар лучи входят. Выходим из угла, тогда



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \Rightarrow$$

угол выхода луча зависит от n , если $\alpha \neq 0$ ($\sin \alpha \neq 0$)

$\alpha = 0$, т.к.

$\Rightarrow$ лучи должны не преломляться в плоскости xy центр, а после отражения и угла по сф. не преломляем, что и до ~~того~~ в шар $\Rightarrow$ сфер. угол в с. $\Rightarrow S$.

Т.е. каждый луч проходит сф. центр шара, ~~и~~ примет они не преломляясь в шаре тот лучи аналогичны входным из линзы, а их точка пересечения — изображение S в системе линзы и мы нашли, что она находится на расстоянии $f = 3F$ от линзы, тогда то и есть расстояние от ц. шара до линзы?

$$R = f - b = \frac{aF}{a-F} - b = 3F - \frac{2}{3}F = \frac{F}{3}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

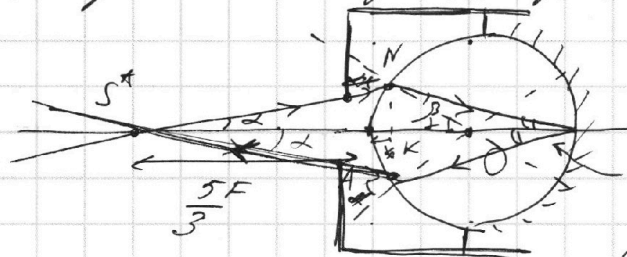
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

$$2) \quad Q = \frac{8}{3}F + 2F + \frac{F}{3} = 5F$$

А. лучи, выходящие из шара должны быть экв. всевозможными (тогда они равн. и на всем в.с. шара)

Для простоты рассмотрим лишь систему



$$S^*O = 5F - 3F = 2F$$

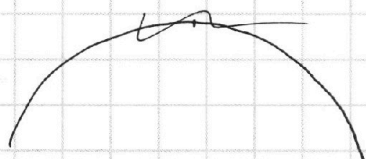
$$S^*A = 2F - \frac{F}{3} = \frac{5F}{3}$$

угол падения равен углу отражения $\Rightarrow$
самый крайний луч

надо отразиться в $\gamma_+ \in \text{ГОО}$.

$$QA = QK + S^*K = S^*A + X$$

$$X = AO - OK = R - R \cos \gamma$$



$$NK = S^*K \sin \alpha = R \sin \alpha$$

$\alpha \approx \gamma$, т.к. малый

$$\alpha (R - R \cos \gamma) + \frac{5F}{3} = R \sin \alpha$$

$$2\beta = \gamma$$

$$R = \frac{5F}{3} \frac{\sin(\gamma + \alpha)}{\sin \beta} = \frac{(1 + \alpha)R}{\gamma}$$

$$= 2 + \frac{2\alpha}{\gamma} = 2 + 2 \cdot 5 = 12$$

Угол падения на шар $= \gamma + \alpha$

γ - малый

$$\cos \gamma = 1 - \frac{\gamma^2}{20}$$

$$4 \left(R \frac{\gamma^2}{2} + \frac{5F}{3} \right) = R \gamma$$

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{5 \cdot 3F}{3 \cdot 5F} = \frac{5}{5}$$

Ответ: 1) $\frac{F}{3}$

2) 12

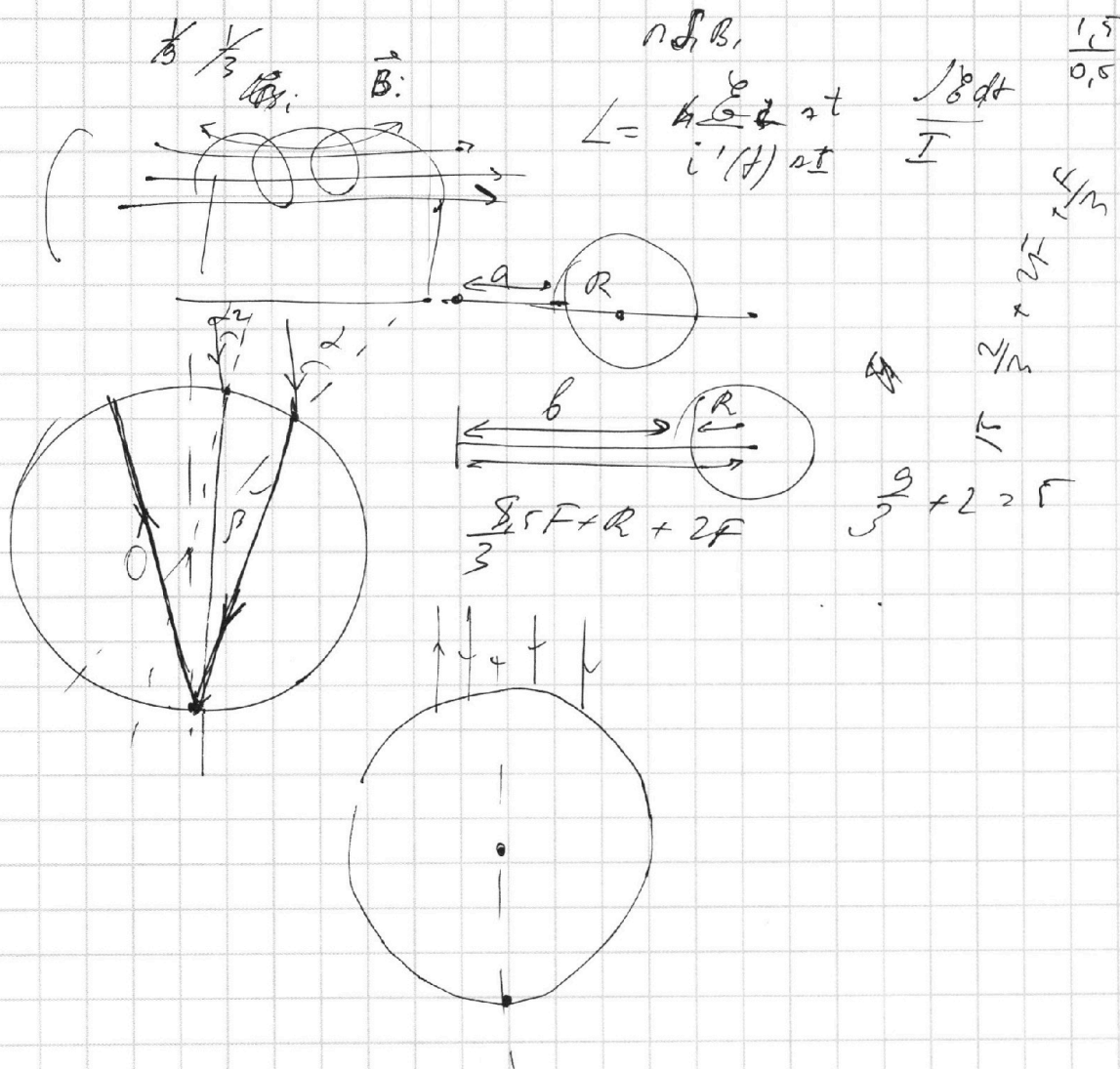


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!





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.

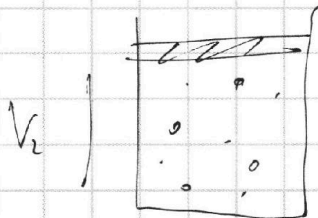
1 2 3 4 5 6 7

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!

$$\begin{array}{r} 86 \\ + 273 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ + 46 \\ \hline 316 \\ + 119 \\ \hline 435 \end{array}$$



$$p_0 = \frac{p}{p_{нас}} \Rightarrow p_1 = \gamma_0 p_{нас} = \frac{2}{3} \cdot 60^{20} = 40 \text{ (кПа)}, \text{ т.к. из графиков}$$
$$p_{нас} = (p_{атм} + 20 \text{ кПа}) \cdot 60 \text{ (кПа)}$$

$$\mu_{гг} = \mu_{гг,соед}$$

$$p_1 V_1 = \nu_{O_2} R T$$
$$p_2 V_2 = \nu_{O_2} R T$$

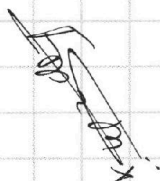
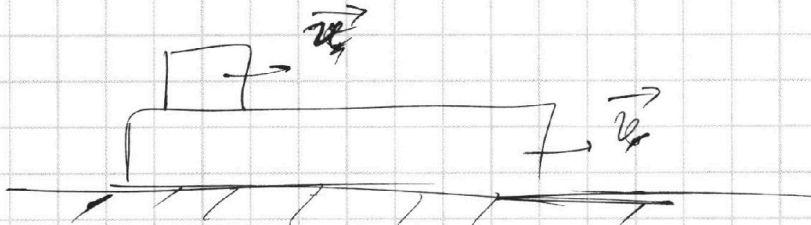
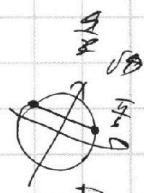
$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_{O_2} R T}{\nu_{O_2} R T}$$

$$p_{нас} \cdot V_2 = \nu_{O_2} R T_{нас}$$

$$p_{O_2} \cdot V_2 = \nu_{O_2} R T_{нас}$$

$$\frac{p_{нас}}{p_{O_2}} = \frac{\nu_{O_2}}{\nu_{O_2}} = \frac{p_1}{p_2}$$

$$p_{O_2} + p_{нас} = p_0$$



$$\frac{m^2 \cdot m \cdot m}{c^2 \cdot m^2}$$

$$v - u \neq 0$$
$$u > v$$

$$\frac{6}{13} \cdot \frac{1}{3}$$

$$m = m \cdot \frac{m}{c^2}$$

$$m \cdot a / 3$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

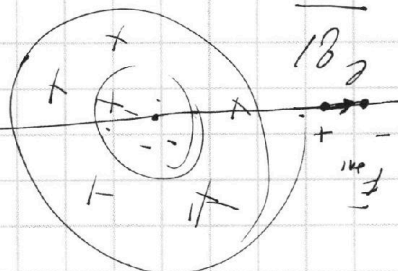
$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$

$$\frac{2}{7}$$



$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$

$$\frac{3}{13}$$