



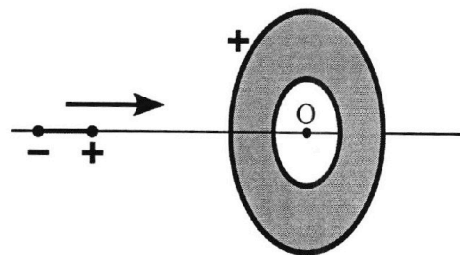
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



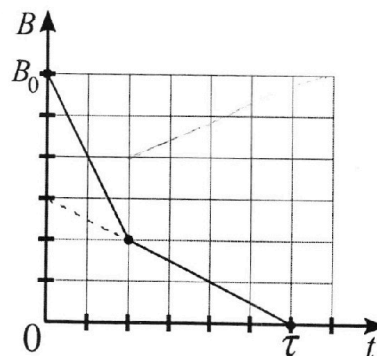
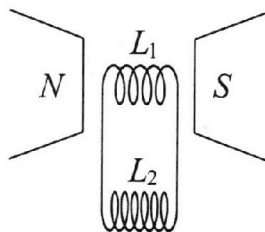
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

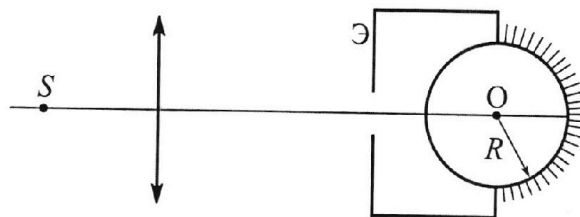
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек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



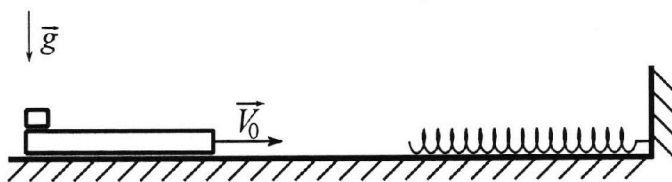
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

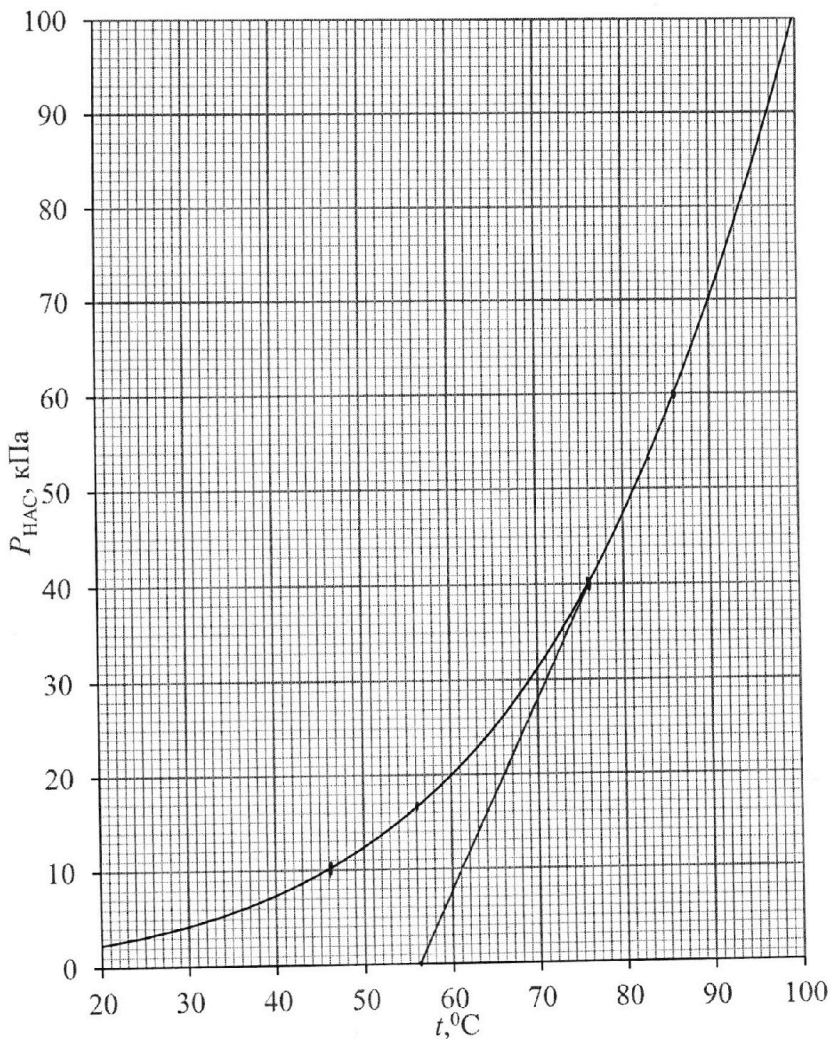


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\phi_0 = 2/3$ (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 жидкостей 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
3 из 8

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!

~~$\frac{3m v_0^2}{2} = \frac{3m v^2}{2} + \frac{k x^2}{2}$~~ ~~$\frac{3m v_0^2}{2} = \frac{3m v^2}{2} + \frac{k x^2}{2}$~~ ~~$\frac{3m v_0^2}{2} = \frac{3m v^2}{2} + \frac{k x^2}{2}$~~ $(M=2m)$

~~$v = v_0 \cos \frac{k}{m+M} t$~~ ~~$v = v_0 \cos \frac{k}{m+M} t$~~ ~~$v = v_0 \cos \frac{k}{m+M} t$~~

v_0 - начальная скорость.

v в момент когда началось
отм. движение найдем как:

$$\frac{3m v_0^2}{2} = \frac{3m v^2}{2} + \frac{k x^2}{2};$$

$$v^2 = v_0^2 - \frac{k x^2}{3m} = 4 - \frac{27 \cdot 1/9}{3 \cdot 1} = 3 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$v = \sqrt{3}; \quad \therefore$$

~~$\frac{v}{v_0} = \cos \frac{k}{m+M} t$~~ ~~$\frac{v}{v_0} = \cos \frac{k}{m+M} t$~~ ~~$\frac{v}{v_0} = \cos \frac{k}{m+M} t$~~

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos \frac{k}{m+M} t; \Rightarrow \frac{\pi}{6} = \frac{k}{m+M} \cdot t;$$

$$t = \frac{\pi \cdot (m+M)}{6 \cdot k} = \frac{3 \cdot 3}{6 \cdot 27} = 1/18 \text{ с}$$



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
4 из 6

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

В момент максимального
статия пружины доска не
двигается, а груз движется.
ЭЗ выполняется:

$$\frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + 2Q + \frac{mv^{*2}}{2}$$

Q - работа силы трения. примем

$$\left[Q + \frac{mv^{*2}}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \right] \Rightarrow x_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2Q}{k}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} \Rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{mv_0^2}{k}}$$

В 2-й 3-й ньютона:

$$F_{\text{упр}} - kx_0 - F_{\text{тр}} = Ma_0;$$

$$a_0 = \frac{kx_0}{M} - \frac{mg\mu}{M}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + Q \quad Q = A_{\text{тр}} = mg\mu \cdot l$$

$$a = \frac{kx}{M} - \frac{g\mu(m+M)}{M}$$

$$2la = v_0^2 - v^{*2} \Rightarrow 2l = \frac{v_0^2 - v^{*2}}{a}$$

$$2la = v_0^2 - v^{*2} \Rightarrow 2l = \frac{v_0^2 - v^{*2}}{a}$$



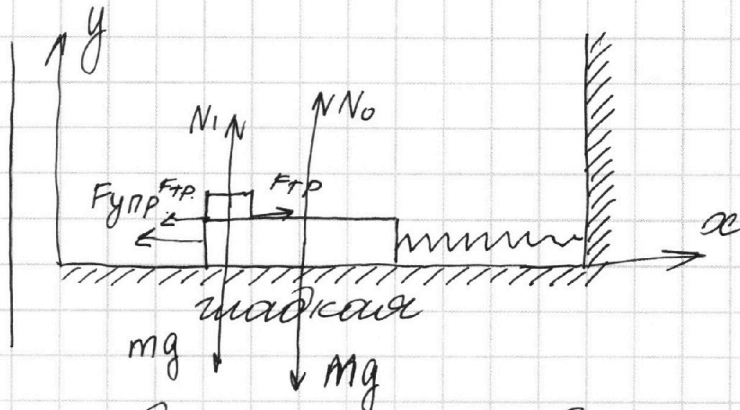
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☒2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
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!

Задача N1.

Дано: $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 1 \text{ кг}$
 $v_0 = 2 \text{ м/с}$
 $k = 27 \text{ Н/м}$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\pi \approx 3$



Перейдем в с.о. доски. Т.к. когда пружина смата, она действует на доску с силой упругости F , на нее начнет действовать ускорение $\Rightarrow$ НСО.

2-ой 3-й Ньютона для доски:

$$Ox: -F_{упр} + F_{тр} = -Ma \quad (\text{сила тр. и атр. против возм. проск.})$$

Брусек лежит на доске и движется с такой же скоростью как доска до того момента, пока не начнется отн. движение.

2-ой 3-й Ньютона для бруска в И.С.О.

$$Ox: -F_{тр} + F_H = 0 \quad \text{условие на отс. отн. движения.}$$

$$|F_H| = |ma| \Rightarrow -F_{тр} + \text{(уравнение записано уже с учетом знака.)}$$

$$a = \frac{F_{упр} - F_{тр}}{M} \Rightarrow$$

$$\frac{m}{M} (F_{упр} - F_{тр}) = F_{тр} \Rightarrow$$

$$F_{упр} \frac{m}{M} = F_{тр} \frac{(m+M)}{M} \Rightarrow \text{условие начала движения:}$$

$$F_{тр} \text{ скольз.} = N_1 \mu$$

$$\text{2-ой 3-й Ньютона на брусок}$$

$$F_{упр} m > F_{тр} (m+M)$$

$$Oy: N_1 = mg \quad \therefore$$



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 6

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!

$$F_{\text{упр}} \cdot m \geq m g_M (m+M) \Rightarrow$$

$$F_{\text{упр}} \geq g_M (m+M); \quad F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow$$

$$kx = g_M (m+M) - \text{нач. мом. отн. движения.}$$

$$\Delta x = \frac{g_M (m+M)}{k}; \quad \Delta x = \frac{10 \cdot 0,3 \cdot (1+2)}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

2). На систему груз-бруска до начала отн. движения действует $F_{\text{упр}}$.

$$(M+m)a = -kx \quad \text{так как статие} \Rightarrow$$

$$\ddot{x} + \frac{k}{m+m} x = 0 \quad - \text{д. гармон. колебания.}$$

$$x = x_0 \sin \frac{k}{m+m} t \quad - \text{x - смещение.}$$

$$\text{когда } x = \Delta x \Rightarrow x = \Delta x \Rightarrow$$

$$\Delta x = x_0 \sin \frac{k}{m+m} t \Rightarrow \frac{\Delta x}{x_0} = \sin \frac{k}{m+m} t;$$

x_0 найдем из начальных условий:

$$\text{ЗСЭ: } \frac{kx_0^2}{2} = \frac{3m}{2} v_0^2 \Rightarrow$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{3m}{k}} v_0; \quad \text{заметим, что } v_0 \text{ не нужна}$$

~~Бруску не хватает силы трения~~ $\Rightarrow$

~~т.е. бруска уходит в тело.~~



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
6 ИЗ 6

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!

Одн БРУСКА:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0 \quad \omega_2^2 = \frac{k}{m}$$

известно
в какой
момент
времени
колебания
начались

$$x = x_0 \cdot \sin \omega t$$

$$v = v_0 \cos \omega t;$$

Одн сист до отв. движение:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m+M}$$

$$v = \sqrt{3} \cos \omega t \Rightarrow$$

$$x_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{m}}{\sqrt{k}} \sin \omega t;$$

$x_{\max}$ в момент времени

$$\text{когда } E_n = \max \Rightarrow t = \pi/4 - \text{!}$$

$$x_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{m}}{\sqrt{27}} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} =$$

$$\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{27}}$$

$$x_0 = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{27}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \left(2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} - \frac{1}{18} \right)$$

x_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

5 из 6

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!

уравнение для оси с
момента, когда началось от-
вращение: $\omega_1^2 = k/m$

$F_{упр} - F_{тр} = ma$; mg_m - постоянная
- $mg_m - kx = m\ddot{x}$ сила, не влияет
на колебание.

когда пружина сжата на x_{max} ;

$F_{тр}$ совершила работу $mg_m(x_{max} - \Delta x)$

$$ЗЗЗ: \frac{mv_0^2}{2} = A_{тр} + \frac{kx_{max}^2}{2};$$

$$mv_0^2 - 2mg_m(x_{max} - \Delta x) = kx_{max}^2$$

кв. ур. отн. x_{max} . Решим:

$$D = 4(mg_m)^2 + 4mv_0^2k$$

$$+ 4 \cdot (mv_0^2 + 2mg_m\Delta x)$$

$$x_{max} = \frac{\sqrt{(mg_m)^2 + (mv_0^2 + 2mg_m\Delta x)k} - 3mg_m}{k}$$

$$x_{max} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3}}{27}} - 3$$

$$x_{max} =$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

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!

Задача 2.

1) $p_0 = 150 \text{ кПа}$. $p_{H_6} = 60 \text{ кПа} \Rightarrow$

~~Давление воздуха при p_{H_6} равно p_{H_6} .~~

$\frac{p_0}{p_{H_6}} = \frac{2}{3} \Rightarrow p_{H_6} = 40 \text{ кПа} \Rightarrow$

$p_1 = p_0 - p_{H_6} = 110 \text{ кПа}$.

2) т.к. поршень массивный давление постоянно и $= p_0$.

~~Заменим p_{H_6} на p_{H_6} и p_{H_6} на p_{H_6} .~~

~~воздуха и газа:~~

~~$p_0 v_0 = \text{const} \Rightarrow p_0 v_0^* = (p_0 - p_{H_6}) v_0^*$~~

пока не начнется конденсация пара давление p_{H_6} будет сохр. за счет увеличения влажности.

~~$p_{H_6} = \text{const}$; $p_{H_6} = \text{const}$.~~

пока конд. нет $v = \text{const} =$

~~$p_{H_6} = \text{const}$; $p_{H_6} + p_2 = p_0$;~~
 ~~$\frac{p_{H_6}}{T} + \frac{p_2}{T} = \frac{p_0}{T}$; $p_{H_6} = p_{H_6}$~~



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

☐ 1

☒ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА
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!

т.е. Давление пара лишнего ↓
Давление воздуха ↑

$$p_1^* + p_2 = p_0; \quad p_1^* V = \nu R T$$

$$p_2 V = \nu R T$$

$$\frac{p_1^*}{p_2} = \text{const}; \Rightarrow \frac{p_1^*}{p_2} = \frac{40}{110} = \frac{4}{11} \Rightarrow$$

$$\frac{11}{4} p_1^* + p_1^* = p_0 \Rightarrow \frac{11}{4} p_1^* + p_1^* = p_0 \Rightarrow$$

$$\frac{15}{4} p_1^* = p_0; \quad p_1^* = p_{\text{лих}}; \quad p_{\text{лих}} = \frac{p_0 \cdot 4}{15} = 40 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow \underline{t^* = 76^\circ \text{C}}$$

В конце остывающий пар насыщенным $\Rightarrow$

$$p_1' = 10 \text{ кПа}; \Rightarrow p_3 = p_0 - p_1' = 140 \text{ кПа}$$

$$p_1 V_0 = \nu R T_0; \quad p_3 V = \nu R T \Rightarrow$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_1}{p_3} = \frac{(273 + 46) \cdot 110}{140 \cdot (273 + 86)}$$

$$\frac{V}{V_0} \approx 0,7$$

$$p_1 = 110 \text{ кПа}$$

Ответ: $t^* = 76^\circ \text{C}$
 $V/V_0 = 0,7$



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**.

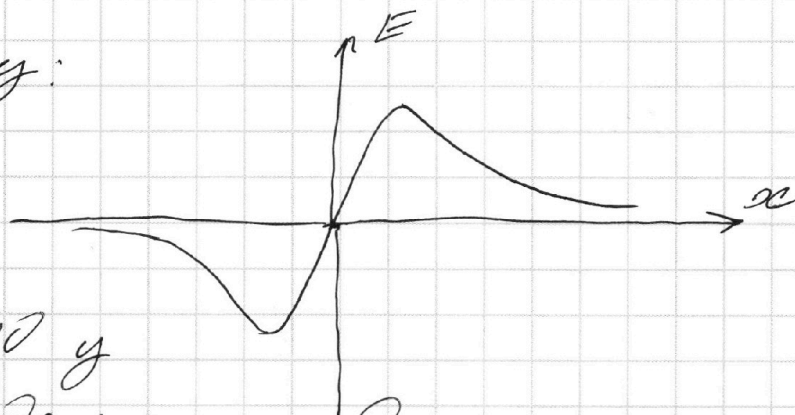
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача 3:

известно, что график напряженности для кольца представляет из себя такую картину:



один заряд у
дальше дальше, $\Rightarrow$ до отриц. момента
он замедляется, потом начинает
снова разгоняться. В центре скорость
будет максимальной, то и на расстоянии
уравненной (просто так, не 2-й т.к.)

УДВО.

$$\frac{mv^2}{2} = q \int E$$

$$q(E(x) - E(x-dx)) = +2ma;$$

$$E = \frac{kQx}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \text{ для кольца; } dE$$



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!

$$E_{x0} = \int_r^R \frac{kQ r^2}{(R^2 - r^2)} \cdot \frac{x}{(x^2 + r^2)^{3/2}} dr = ,$$

$$E_{x0} = \frac{kQ x}{(R^2 - r^2)} \left(\frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}} - \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) = ,$$

~~$E_{x0} = \frac{kQ x}{(R^2 - r^2)} \left(\frac{r}{\sqrt{x^2 + r^2}} - \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right)$~~ $E_{x0} = \frac{kQ x}{1}$

$$E_{x0} = \frac{kQ x}{(R^2 - r^2)} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{r^2}}} - \frac{R}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{R^2}}} \right)$$

$$E_{x0} = \frac{kQ x}{(R^2 - r^2)} \left(\frac{x}{\sqrt{1 + \frac{x^2}{r^2}}} - \frac{x + dx}{\sqrt{1 + \frac{x^2 + 2x dx}{r^2}}} \right)$$

$$E_{x0} = \frac{kQ}{(R^2 - r^2)} x$$

~~$\varphi = \int E_{x0} = \frac{kQ \sqrt{x^2 + r^2}}{(R^2 - r^2)} r$~~ $\varphi = \frac{kQ \sqrt{x^2 + r^2}}{(R^2 - r^2)}$

$$E = \frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow \varphi = \max \text{ когда } E = 0;$$



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!

задача 4

поток через n_1 в начальный момент времени: $\Phi_0 = B_0 \sin \alpha$

$$\Rightarrow \Phi_0 = B_0 \sin \alpha$$

$$d\Phi = S d\vec{B}$$

поток сохраняется = ~~изменяется~~

~~макс в катушке n_2 $\Rightarrow \Phi_2 = 0$~~

$$\Phi_0 = n_1 \Phi_0 + n_2 \Phi_0 = 5n \Phi_0 \Rightarrow$$

$$\Phi_0 = \frac{B_0 \sin \alpha}{5n} \quad dq = I dt;$$

2 катушка $0 - \frac{\tau}{3}; \frac{\tau}{3} - \tau;$

$$\left(\frac{B}{B_0} = 1 - \frac{2t}{\tau} \right);$$

$$I = \frac{S \sin \alpha}{5n} \left(\frac{2t}{\tau} B_0 \right) \cdot \text{изменяется}$$

$$\Rightarrow q_1 = \int_0^{\tau/3} \frac{S \sin \alpha}{5n} \frac{2t}{\tau} B_0 dt = \frac{S n t^2 B_0}{5n \tau} \Big|_0^{\tau/3} = \frac{S n \tau B_0}{45n}$$

$$q_2 = \int_{\tau/3}^{\tau} \frac{S \sin \alpha}{5n} \frac{2t}{\tau} B_0 dt \quad \left(\frac{B}{B_0} = \frac{1}{2} - \frac{1t}{2\tau} \right)$$

$$q_2 = \int_{\tau/3}^{\tau} \frac{S \sin \alpha}{5n} \frac{B_0}{2} \left(1 + \frac{t}{\tau} \right) dt = \frac{S \sin \alpha B_0}{5n 2} \left(t + \frac{t^2}{2\tau} \right) \Big|_{\tau/3}^{\tau}$$



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!

$$q_2 = \frac{\sin \varphi B_0}{10L} \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{2} - \frac{1}{18} \right)$$

$$q_1 + q_2 = q ; \quad q = \frac{\sin \varphi B_0}{5L} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} - \frac{1}{36} + \frac{1}{9} \right)$$

$$q = \frac{\sin \varphi B_0}{5L} \left(\frac{4}{3} + 1 + \frac{1}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{7 \sin \varphi B_0}{15L}$$

ответ: $I_0 = \frac{B_0 \sin \varphi}{5L} \quad q = \frac{7 \sin \varphi B_0}{15L}$



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.

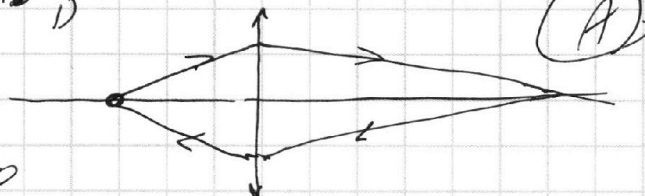
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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!

Задача 15.

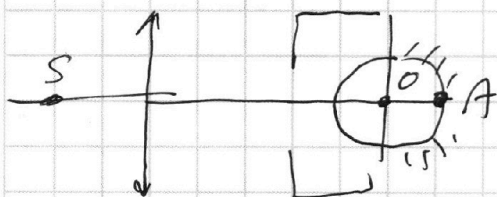
$a = 1,5F$. $b = 8F/3$



В ~~то~~ ~~точке~~ ~~мелко~~

источника соотв. ~~полн.~~ ~~ого~~ ~~изобр.~~ ~~а~~ ~~на~~ ~~мелко~~ ~~изобр.~~ ~~источник.~~

Еще ход лучей такой как на 1 = при прохожд. ~~перез~~ ~~шаф~~ ~~луч~~ ~~попаи~~ ~~на~~ ~~в~~ ~~точку~~ ~~на~~ ~~лучи~~ ~~делает~~ ~~A~~.

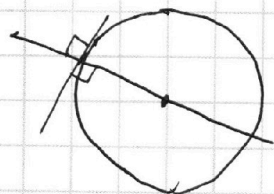


$\Rightarrow$ такое возможно только при $OP = R$, это не наш случай.

если ход лучей по той же

траектории, значит в лаге он ~~пошел~~ ~~по~~ ~~той~~ ~~же~~ ~~траектории~~, т.е. ~~луч~~ ~~прошел~~ ~~через~~ ~~центр~~ ~~шара~~.

из ~~тк.~~



луч ~~через~~ ~~центр~~ ~~не~~ ~~приним.~~ $\Rightarrow$ ~~не~~ ~~зависит~~ ~~от~~ ~~n~~ ~~шара~~.

$\Rightarrow$ ~~изобр.~~ ~~цв~~ ~~шмзы~~ ~~находит~~ ~~в~~ ~~сегмент~~

шара. $OP = A$ ~~той~~ ~~кой~~ ~~шмзы~~:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} \Rightarrow d' = 3F$$



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
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!

Часть центра шара frostom

3 F от центра =) 3R =

$$R = 3F - \frac{8}{3}F = \frac{1}{3}F$$

2) шар не проходит через центр =

Будет картинка (A);

шар проходит через нижнюю
часть шара и выходит из
верха.

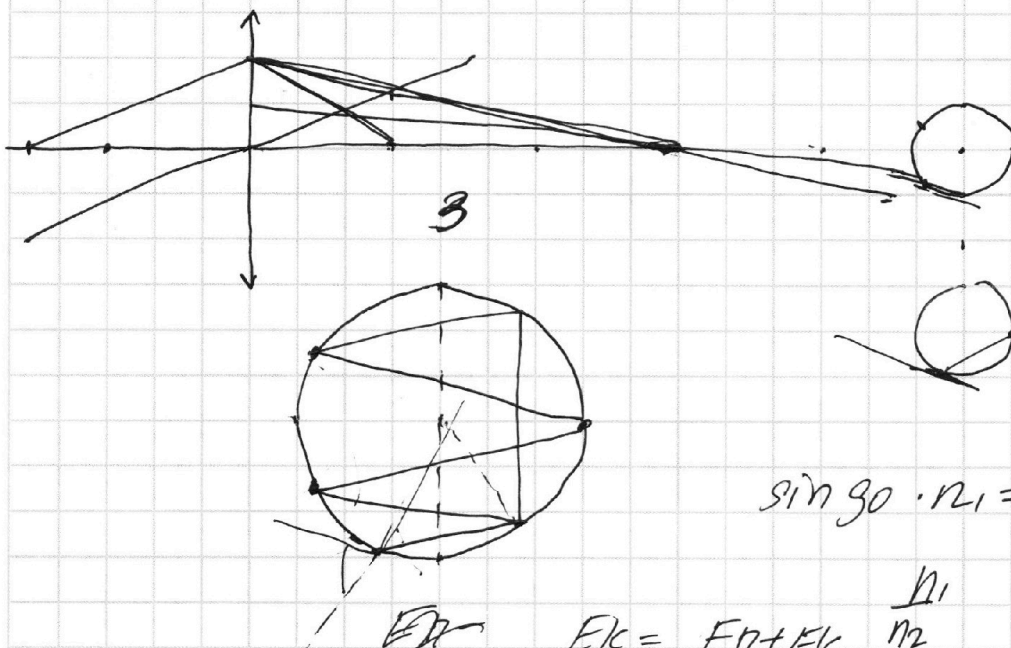


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

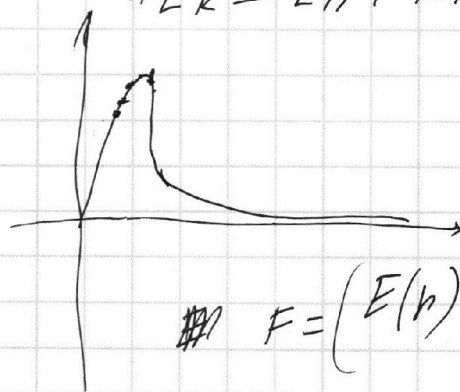
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \theta_0 \cdot n_1 = \sin \theta \cdot n_2$$

$$E_k = E_n + E_k \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

$$U_{E_k} = E_n + E_k$$



$$-\frac{E}{V} = \frac{E_2}{n}$$

$$n \approx 0.1$$

$$F = (E(n) - E(n-dr))g$$

$$\frac{Q}{\pi R^2 - \pi r^2} \cdot \frac{Q}{\pi(R^2 - r^2)}$$

$$\frac{R}{\sqrt{x^2 + r^2}^{3/2}} =$$

$$-\frac{1}{2} (x^2 + r^2)^{-3/2} \cdot 2r \cdot (x^2 + r^2)^{-1/2} = -\frac{r}{2} (x^2 + r^2)^{-3/2}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{3mv^2}{2} =, \quad x^2 = \sqrt{\frac{3m}{k}} v^2 \quad \frac{P_{\text{пр}}}{T_0}$$

$$x = \frac{8 \cdot 8}{27} \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 2} \quad \frac{P}{T_0} = \frac{P'}{T_1'}$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} > \frac{1}{3}$$

потери на
тепло.

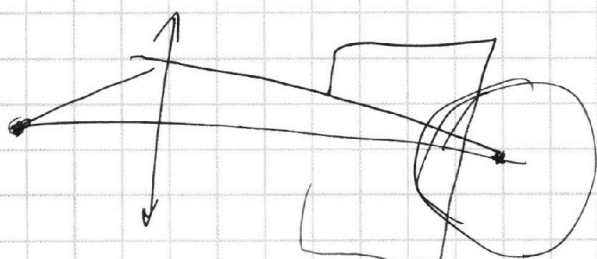
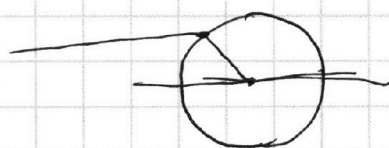
$$125 + 250 = 2$$

$$\frac{m_{\text{ж}}}{m} = \frac{F_{\text{гг}} - m_{\text{ж}} g}{F_{\text{гг}}}$$

$$F_{\text{гг}} =$$

$$g_{\text{ж}} + \frac{m_{\text{ж}}}{m} g_{\text{ж}} = F_{\text{гг}} \cdot \frac{1/3}{2/3} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{array}{r} 2/3 \quad 500 \quad 4 \\ + 250 \quad 6 \\ + 125 \\ \hline 875 \quad 1 \end{array}$$



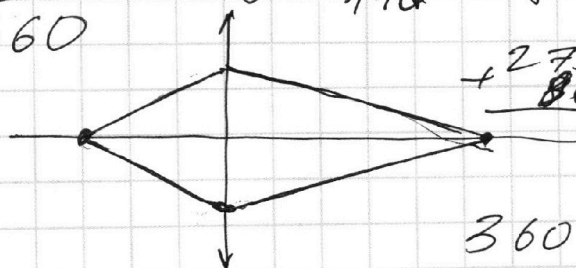
$$\begin{array}{r} + 273 \\ 46 \\ \hline 319 \end{array}$$

$$\frac{320}{360} = \frac{8}{9} \cdot \frac{11}{140}$$

или в том
же изобр.

$$\begin{array}{r} + 270 \\ 80 \\ \hline \end{array}$$

$$88 + 44 =$$



$$360$$



$$\begin{array}{r} 880 \quad 126 \\ \hline 875 \quad 0170 \\ 5 \end{array}$$



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!

Задача №3.

$$E = \frac{kQ}{R^2}; \text{ рассмотрим для каждого кольца};$$

напряженность. В центре диска = 0.

$\varphi = \varphi_0$; если min скорость для пролета это $v_0 \Rightarrow$ ЗСЭ: $E_{\text{кн}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}' \Rightarrow$

в нашем случае $E_{\text{кн}}$ в 2 раза больше $\Rightarrow$

$$4E_{\text{кн}} = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}' \Rightarrow E_{\text{к}}' = 4E_{\text{кн}} - E_{\text{п}} \Rightarrow$$

$$E_{\text{к}}' = 3E_{\text{кн}} \Rightarrow \text{т.к. } E_{\text{кн}} \propto v^2 \Rightarrow$$

$$|v = \sqrt{3} v_0|$$

E_x для кольца R на расстоянии x :

$$E_x = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{1}{x^2 + R^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$E_{x0} = \int_r^R \frac{kQ}{(R^2 - r^2)} \cdot \frac{1}{(x^2 + r^2)} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} dr$$

$$E_{x0} = \frac{kQr}{(R^2 - r^2) \sqrt{x^2 + r^2}} - \frac{kQR}{(R^2 - r^2) \sqrt{x^2 + R^2}}$$



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!

*Данное решение ~~представляет~~ не
является ~~типа~~ ^{еще} ~~тип~~ ^{не} ~~тип~~ ^{отр.} ~~тип~~ ^{заред}
будет*