



# Олимпиада «Физтех» по физике,

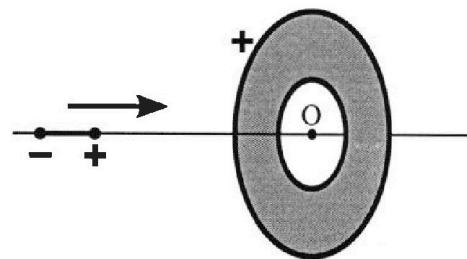
февраль 2025

Вариант 11-01



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

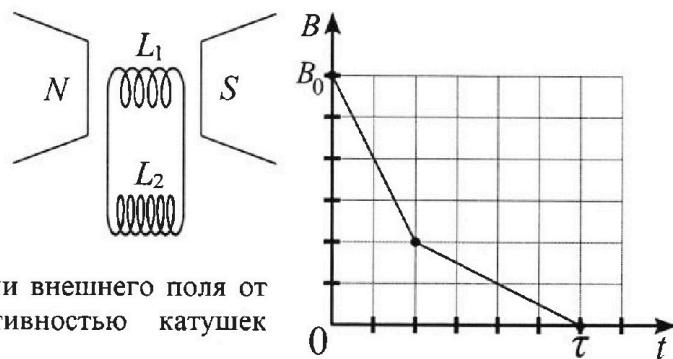
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке  $O$ . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь)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

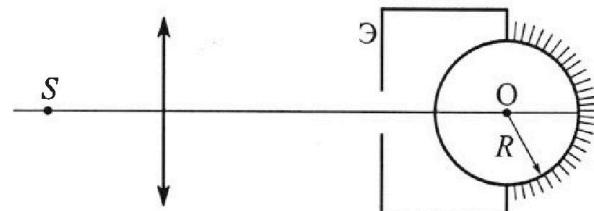
4. Катушка индуктивностью  $L_1 = L$  с числом витков  $n$  и площадью каждого витка  $S_1$  находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией  $B_0$ . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью  $L_2 = 4L$  находится вне поля (см. рис.). Сопротивление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

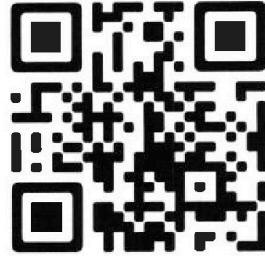
2) Найти показатель преломления вещества шара.

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



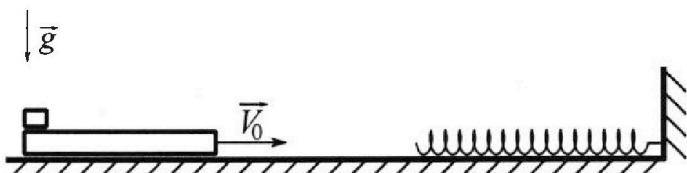
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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 жесткости  $k = 27$  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/с<sup>2</sup>. Число «пи» в расчётах можете считать равным  $\pi \approx 3$ . Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

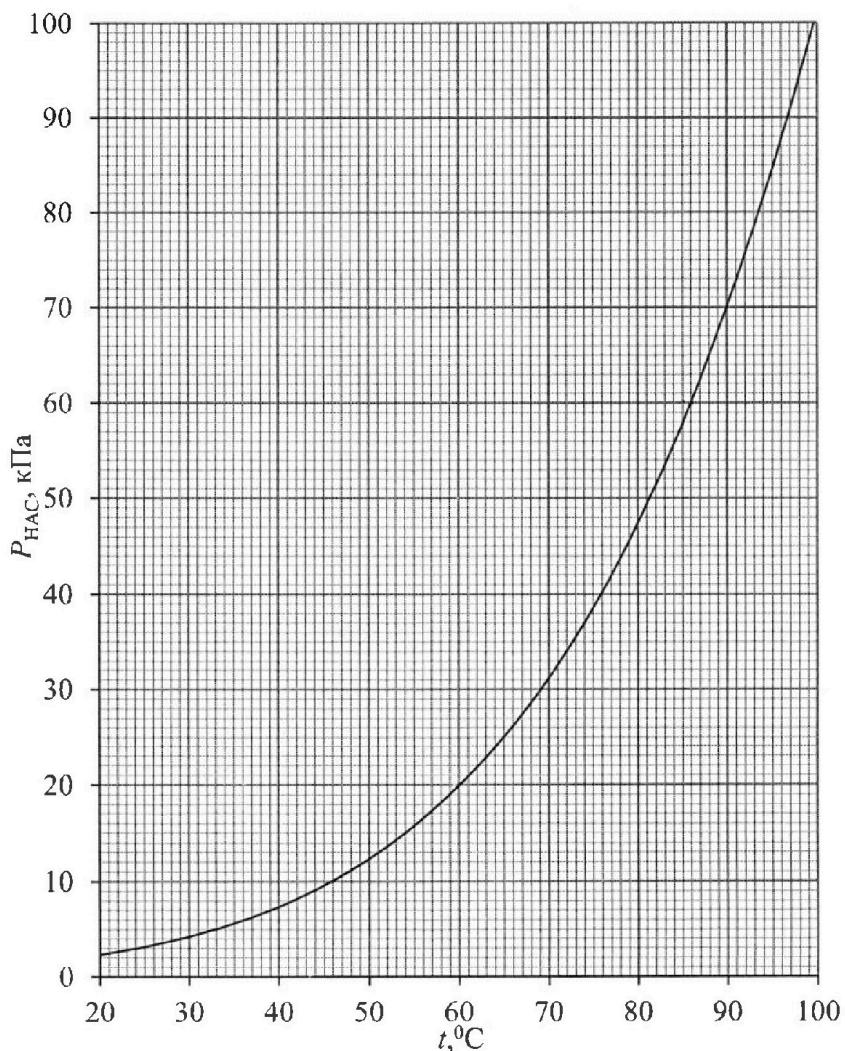


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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.





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  
1 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:  $M = 2 \text{ кг}$ .

$m = 1 \text{ кг}$ .

$V_0 = 2 \text{ м/с}$ .

$k = 2 \text{ Н/м}$ .

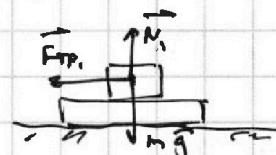
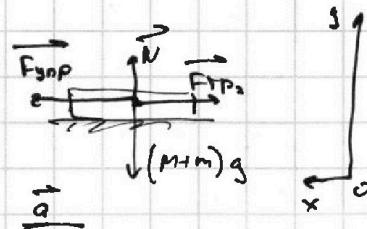
$\mu = 0,3$

$a_g = 10 \text{ м/с}^2$ ;

$n \approx 3$ .

A)

Решение 3-го изложена  
 $(\vec{F}_{\text{тр},1} \neq \vec{F}_{\text{тр},2})$



Отн. гл-е катится, когда сила

трения покоя бывает равна силе трения скольжения, т.е.  $\mu N_1$

$$F_{\text{тр},1} = F_{\text{тр},2} = \mu N_1;$$

$$\text{By: } N = (M+m)g.$$

$$\begin{aligned} \text{ox: } & M_a = F_{\text{упр}} - F_{\text{тр}} \\ & M_a = k \Delta x - \mu N_1 \\ & M_a = k \Delta x - \mu mg \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_a g = k \Delta x - \mu mg; \\ k \Delta x = \mu g (M+m) \end{aligned}$$

$$\Delta x = \frac{\mu g (M+m)}{k} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (2+1)}{2} = \frac{9}{2} = \frac{1}{3} \text{ (м).}$$

$$\text{By: } N_1 = mg.$$

$$\text{ox: } ma = F_{\text{тр}}$$

$$ma = \mu N_1.$$

$$ma = \mu mg.$$

$$a = \mu g.$$

Б) Доска проехала до отн. гл-е с блоком от места начала скольжения  
предустановив  $\Delta x = y_3(t)$ .

$$a = \mu g = 0,3 \cdot 10 = 3 (\text{м/с}^2)$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{a t^2}{2}; \quad \frac{1}{3} = 2 \cdot t + \frac{3 t^2}{2}; \quad 9t^2 + 12t - 2 = 0.$$

$$t = \frac{-6 \pm \sqrt{554}}{9}; \quad t = \frac{-6 - \sqrt{554}}{9} \quad \text{не подходит.}$$

$$t = \frac{-6 + \sqrt{554}}{9} = \frac{56 - 2}{9} \text{ (с).}$$



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.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

$$6) \quad \frac{M_{1m}}{M_0} = \frac{V_0^2 - 0^2}{2g} = \frac{\omega^2}{2g} (M_0 \frac{2}{3} M_m).$$

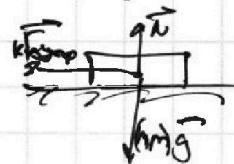
$\Gamma, k, \quad M_0 = k_{\alpha x} x, \quad F_{\text{тр.}}$

$M_0 = F_{\text{тр.}}$

δ) <sup>Излагаю</sup> по моменту от  $t=0$  брусок движется как единое тело.

$$(M_{1m})_a = k_{\alpha x}.$$

$$a = \frac{k_{\alpha x}}{M_0 + m}$$



$$\Delta x = \left( \frac{V_0 + V_1}{2} \right) \Delta t; \quad V_1 = V_0 - a \Delta t = V_0 - \frac{k_{\alpha x} a \Delta t}{M_0 + m};$$

$$\Delta x = V_0 \Delta t - \frac{k_{\alpha x} a \Delta t^2}{2(M_0 + m)}$$

$$\Delta t^2 + \frac{k_{\alpha x}}{2(M_0 + m)} - \Delta t \cdot V_0 a \Delta x = 0.$$

$$\Delta t^2 \cdot \frac{2V_0 \cdot \frac{1}{3}}{2 \cdot (2+1)} - \Delta t \cdot 2 + \frac{1}{3} = 0. \quad 3 \Delta t^2 - 12 \Delta t + 2 = 0.$$

$$\Delta t = \frac{2 \pm \sqrt{2}}{3}$$

$$O_{T-T}: 1) \quad \frac{1}{3}$$

$$2) \quad \frac{2 \pm \sqrt{2}}{3}$$



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.

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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  
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!

1)  $P_{\text{нас86}} = 60 \text{ кПа}$

$$P_1 = \varphi \cdot P_{\text{нас86}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}, \quad T_{0239} \quad P_{\text{сых}} = P_0 - P_1 = 110 \text{ кПа};$$

$$\frac{P_{\text{сых}}}{P_0} = \frac{P_{\text{сых}}}{P_0} = \frac{11}{4}$$

2) Конденсация будет при  $\varphi = 1$ , т.е.  $P_{\text{нас}} = P_1 = 40 \text{ кПа}$ .

$$t = 26^\circ\text{C}.$$

3) Давление близгри сосуда обичноено на всем промежутке времени, т.е. скорость движений постоянные силы (движение горизонт и атмосферного ветра).

$$\frac{P_0 V_0}{P_0 V_0} = \frac{P_0 R T_0}{P_0 V_0} = \frac{R T_0}{V_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{RT}{R T_0}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{4}{5}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{V_{\text{сых}} + V_n}{V_0}; \quad \frac{V_n}{V_0} = \frac{4}{11} \frac{V_{\text{сых}}}{V_0};$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{V_{\text{сых}} + V_n}{V_0}; \quad \frac{V_n}{V_0} = \frac{10}{11} \frac{V_{\text{сых}}}{V_0} = \frac{1}{11} V_{\text{сых}}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{15}{11} V_{\text{сых}}. \quad \frac{V_0}{V} = \frac{15}{12} = \frac{5}{4};$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{12}{11} V_{\text{сых}}$$

$$T_0^2 = t_0 + 273 = 86 + 273 = 359 \text{ К};$$

$$T_2 = t + 273 = 46 + 273 = 319 \text{ К};$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{319 \cdot \frac{4}{5}}{359 \cdot \frac{5}{4}} = \frac{319 \cdot 4}{359 \cdot 5} = \frac{\cancel{319} \cdot 12 \cdot \cancel{4}}{\cancel{359} \cdot 1795}$$

Ответ: 1) 60 кПа

2) 26°C.

3)  $\frac{12 \cdot 4}{1795}$



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.

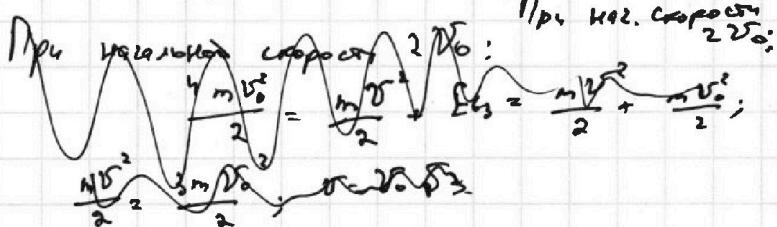
 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

$$\text{Задача: 1) } E_{k_0} = E_k + E_{b_3}.$$

При начальной скорости  $v_0$ :

$$\frac{m v_0^2}{2} = E_b + 0; \quad E_b = E_{b_{\max}} = \frac{m v_0^2}{2};$$



$$\text{Тогда } E_{b_{\min}} = 0; \quad 3 \text{ из } 2 \Rightarrow 2v_0.$$



В этой ситуации  
 $E_{b_{\min}} = -E_{b_{\max}}$

2)



В этом случае  $E_{b_{\max}}$ .

$$\text{сняв батарейку} \quad E_b = E_{b_{\max}} = \frac{m v_0^2}{2};$$

$$\frac{4m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_0^2}{2}; \quad v_1 = v_0 \sqrt{3};$$



В этом случае ~~батарейка~~ батарейка по модулю максимальна.

$$\text{Энергия батарейки} - E_{b_{\max}} = -\frac{m v_0^2}{2};$$

$$\frac{4m v_0^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} \approx \frac{m v_0^2}{2}; \quad v_2 = v_0 \sqrt{5};$$

$$v_2 - v_1 = \gamma (\sqrt{5} - \sqrt{3}).$$

$$\text{Ответ: 1) } 2v_0.$$

$$2) \gamma (\sqrt{5} - \sqrt{3}).$$



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.

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

$$\Phi = BS_n$$

Каждый соединен последовательно:  
 $L_{\text{общ}} = L_1 + L_2 = 5L$ .

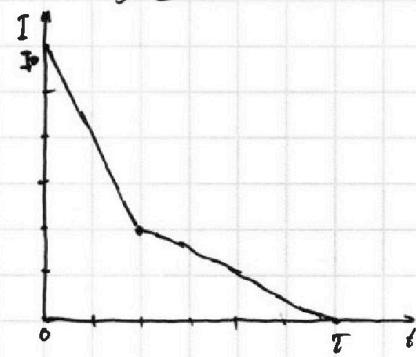
Сила тока в любом момент времени:  $I = \frac{\Phi}{L} = \frac{BS_n}{5L}$

Возможный график  $I(t)$  будет выглядеть так:

$$I_0 = \frac{BS_n}{5L}$$

Заряд через катушку  $L_1$  равен

заряду через катушку  $L_2$ , потому что они подключены параллельно.



$$q = \frac{I_0 + \frac{I_0}{3} \cdot \frac{t}{3} + \frac{I_0}{3} \cdot \frac{2}{3} t}{2} = \frac{4I_0}{3 \cdot 3 \cdot 2} t + \frac{I_0 \cdot t}{9}$$

$$= \frac{I_0 t}{3} = \frac{BS_n \cdot t}{15L}$$

$$(0 \rightarrow T: 2) \quad \frac{BS_n \cdot t}{15L}$$



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.

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

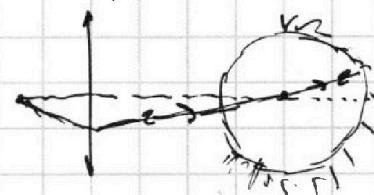
СТРАНИЦА  
1 из 1

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!

Д.к. при любом погружении преломление в 6-м шаге изображение совпадает с источником, то можно сказать, что 6-й луч проходит через центр шара, т.е. после отражения от зеркала изображение лежит на той же траектории. И. т.к. такое происходит, то можно сказать, что лучи не преломляются при погружении в шар.

$$\text{Тогда } \frac{1}{F} = \frac{3}{3F} + \frac{1}{\frac{8F}{3} + R};$$

$$\frac{1}{3F} = \frac{1}{3F}; \quad 3F = \frac{8}{3}F + R; \quad R = \frac{F}{3};$$



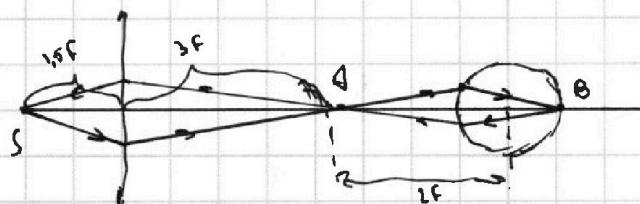
После перемещения лучи пойдут так:

Тогда, рассмотрим  
очки A и B как  
источник и изображение,  
а шаг как 14834, можно

$$\text{записать: } \frac{1}{F_1} = \frac{1}{2F/3} + \frac{1}{5F/3};$$

$$\frac{1}{F_1} = (n-1) \left( \frac{1}{R} + 0 \right);$$

$$\frac{2}{10F} = (n-1) \cdot \frac{3}{F};$$



$$F_1 = \frac{10F}{29}$$

$$n = 1,7$$

Отв-т: 1)  $\frac{F}{3}$ ;

2) 1,7.



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

Diagram showing a horizontal beam with a fixed support at the left end and a roller support at the right end. A horizontal force  $F$  is applied at the center of the beam. A coordinate system is shown with the origin at the center of the beam.

$$\frac{1}{F} - \frac{2}{3F} =$$

$$= \cancel{\frac{3}{3}} \frac{3}{3\epsilon}$$

$$P_{pp} = \frac{m k_{ox}}{(mm)};$$

$$\varphi = L I;$$

$$\frac{3}{2F} + \frac{3}{5F} = \frac{21}{10F};$$

$$\frac{3}{2F} + \frac{3}{5F} =$$

$$= \frac{15+6}{10} = 2,1(F);$$

$$\frac{9}{10} = R - l;$$

$$\frac{4}{10} = R - l;$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{m+n}{k}}$$

$$Q_2 = \frac{k_{ox}}{mm};$$

$$Q_2 = \frac{m k_{ox} \sqrt{\frac{m+n}{k}}}{mm} = \sqrt{\frac{k}{m+n}}$$

$$\frac{L^2}{2} = h_{int};$$

$$L^2 = h_{int};$$

$$\frac{3}{2F} - \frac{3}{4F} =$$

$$= \frac{9}{4F};$$

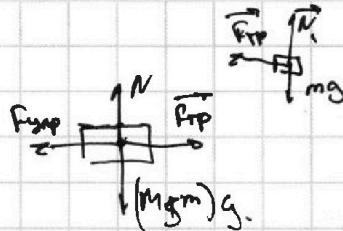


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$m = \frac{k_x x - \mu k_y}{k_x + \mu k_y} / 2 \quad M_x, M_y$$

$$\frac{1}{3} = 2t + \frac{3t^2}{2};$$

$$3t^2 + 4t - \frac{2}{3} = 0$$

$$3t^2 + 12t - 2 = 0 \quad \frac{D = 144 + 72}{4}$$

$$\frac{V}{V_0} \frac{P_{\text{atm}}}{T} = \frac{P_0}{T_0};$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0}{P_{\text{atm}}} \frac{T}{T_0}$$

$$V_0 T = V T_0;$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0};$$

$$36 + 18 = 54$$

$$t = \frac{-18 \pm \sqrt{54}}{9} =$$

$$= \frac{\sqrt{54} - 6}{9} = \frac{3\sqrt{6} - 6}{9} =$$

$$= \frac{54 - 6}{9} =$$

$$\frac{k_x}{(m+m)} = mg; \quad \alpha x = mg(k_x + m);$$

$$M_g = k_x - F_{\text{Fr}}$$

$$mg = F_{\text{Fr}}$$

$$M_g = k_x - mg; \quad a = \frac{k_x}{m+m}.$$

$$\Delta x = D \cdot t;$$

$$P_0 = P_{\text{atm}} + P_{\text{dyn}}$$

$$\frac{P_1}{P_{\text{atm}}} = \varphi_1$$

$$\varphi_1 = 1;$$

$$\Delta a = \frac{D \cdot \Delta t \cdot k}{(m+m)}$$

$$\frac{P}{P_{\text{atm}}} = 1;$$

$$D = \frac{\alpha x}{\Delta t} = \frac{2\sqrt{6} \cdot k}{(m+m)}.$$

$$320 \cdot 5 - 5 = 1595.$$

$$\frac{360}{1140} = 4$$

$$1336$$

$$\frac{P}{t}$$

$$P_{\text{atm}} = P_0; \quad P_{\text{atm}} + P_{\text{dyn}} = P_0.$$

$$P_0 + P_x = P_0; \\ P_0 = P_0 P_{\text{atm}}$$

$$P_x = P_0 - P_0;$$

$$P_0 =$$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

$$\Delta x = \frac{(V_1 + V_2)}{2} \Delta t \quad V_2 = V_1 - a_0 t = V_1 - \frac{k_{\text{окра}} \Delta t}{M+m}$$

$$\Delta x = \frac{2(V_1 - k_{\text{окра}} \Delta t)}{M+m} \Delta t;$$

$$\Delta x = V_1 \Delta t - \frac{k_{\text{окра}} \Delta t^2}{2(M+m)}$$

$$V_1 \Delta t = \Delta x \left( 1 + \frac{k_0 \Delta t^2}{(M+m)} \right) \quad \Delta t^2 \cdot \frac{k_{\text{окра}}}{2(M+m)} - \Delta t \cdot V_0 + \Delta x = 0.$$

$$V_0 = \frac{PV_0}{RT_0};$$

$$V_2 = \frac{PV}{RT};$$

~~$$V_2 = \sqrt{V_1^2 - 2 \Delta x^2 \cdot k}$$~~

$$\frac{\Delta t^2 \cdot 2 \Delta t \cdot \frac{1}{3}}{2 \cdot 3} - \Delta t \cdot 2 + \frac{1}{3} = 0$$

~~$$V_0 RT_0 = PV_0$$~~

$$\frac{3}{2} \Delta t^2 - 2 \Delta t + \frac{1}{3} = 0.$$

~~$$V_0 RT = PV$$~~

$$3 \Delta t^2 - 12 \Delta t + 2 = 0$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{V_1}{V_0 T_0} =$$

$$\frac{V}{V_0} = 36 - 18 = 18;$$

$$= \frac{\Delta t}{T_0}.$$

$$\Delta t = \frac{6 \pm \sqrt{18}}{3} = \frac{6 \pm 3\sqrt{2}}{3} =$$

$$V = V_{\text{газ}} + V_n \\ V_0 = V_{\text{газ}} + V_{n_0}.$$

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

$$= \frac{2 \pm \sqrt{2}}{3} \cdot 3;$$



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.

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

$$p_0 = 150 \text{ kPa}$$

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

$$\varphi_0 = 2/3$$

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

$$a) p_{\text{нас}_{36}} = 60 \text{ kPa}$$

$$P_i = \varphi p_{\text{нас}_{36}} = \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ (kPa)}$$

$$b) p_{\text{нас}} = 40 \text{ (kPa)} \text{ при } t = 76^\circ\text{C}$$

b) ~~Процесс изобарный, т.к. на 293 ставить недопускает~~  
~~изм. давление~~ ~~и сила тяжести~~ ~~форминг~~, ~~которые не меняются~~.

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{V_0}{T};$$

$$T_0 = 86 + 273 = 359 \text{ K};$$

$$T = 46 + 273 = 319 \text{ K};$$

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{T}{T_0} = \frac{319}{359} = \frac{359}{319};$$

$$P_0 = P_i + P_e; P_e = P_0 - P_i = 150 - 40 = 110 \text{ (kPa)}.$$

При температуре, меньшей  $76^\circ\text{C}$  нап насыщенный,  $P = P_{\text{нас}}$ .

$$P_{\text{общ}} = P + P_e; P_{\text{общ}} = P_e + P_{\text{нас}} = 110 + 10 = 120 \text{ (kPa)}.$$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{\text{общ}} V}{T}; T_0 = 86 + 273 = 359 \text{ K};$$

$$T = 46 + 273 = 319 \text{ K}.$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0 T}{T_0 P_{\text{общ}}} = \frac{150 \cdot 319}{359 \cdot 120} = \frac{5 \cdot 319}{4 \cdot 359} = \frac{1595}{1436}.$$

$$\text{O} \leftarrow \Gamma: \begin{array}{l} \text{1) } 40 \text{ (kPa)} \\ \text{2) } 76^\circ\text{C} \\ \text{3) } \frac{1595}{1436} \end{array}$$

$$\frac{359}{319} = \frac{36}{\Gamma} = \frac{1800}{\Gamma} - 5 = 1495$$

$$320 \cdot 4 = 1200 + 80 = 1280 - 4 = 1276$$