



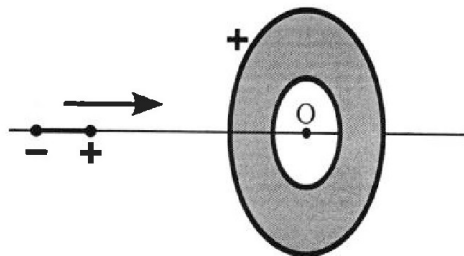
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



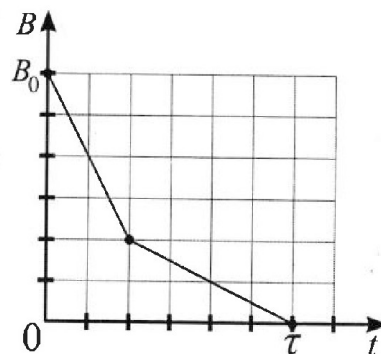
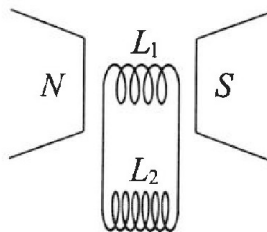
3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется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

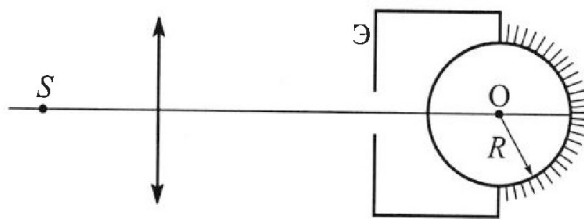
4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек 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 на ружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран $\mathcal{E}$ обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

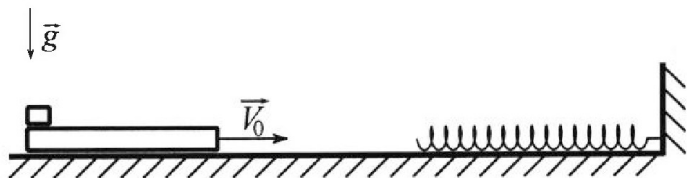
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

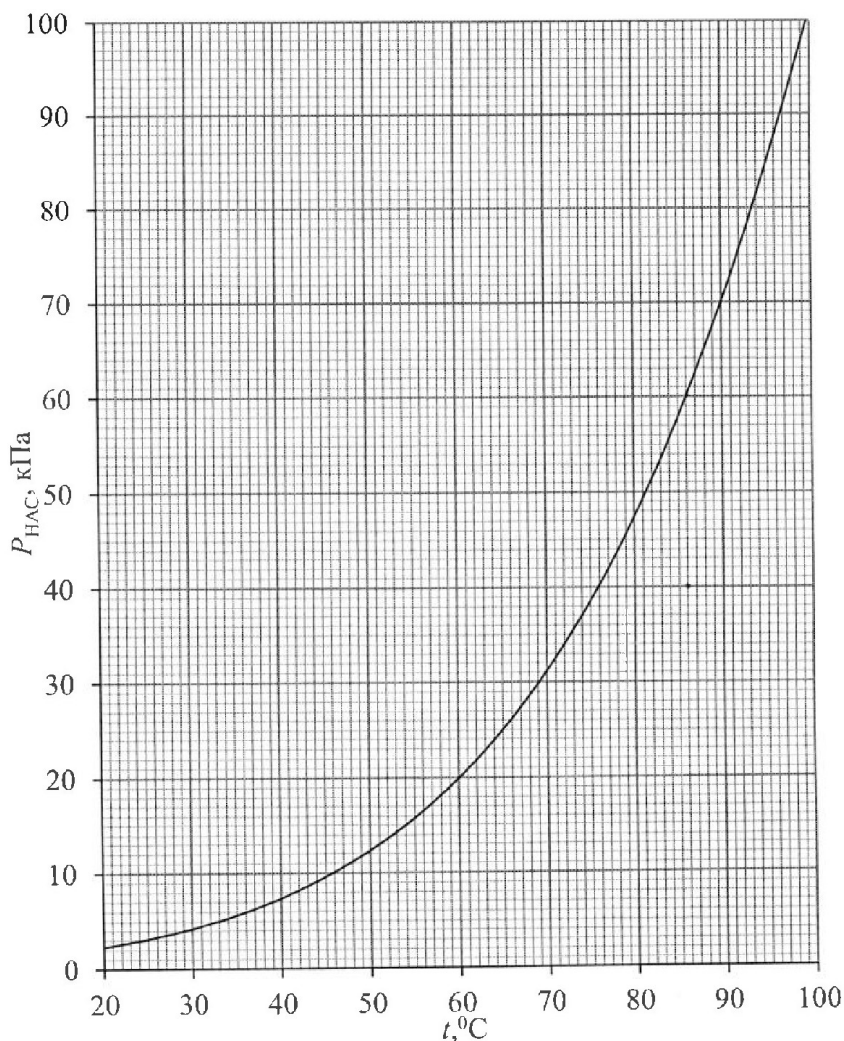


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

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 $\varphi_0 = 2/3$ (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.

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!



N 1

$$M = 2 \text{ кг}$$

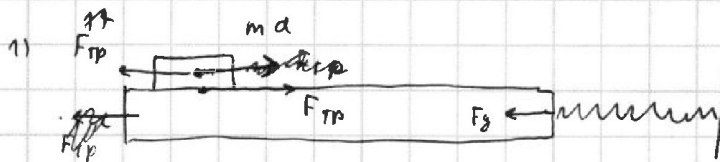
$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$k = 27 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

2 3-й закон Ньютона для груза:

$$F_z - \mu N = M a$$

$$a = \frac{F_z - \mu N}{M}$$

Перейдем в Co груза:

Тогда 2 3-й закон Ньютона для груза:

$$m a = \mu N \quad (\text{т.к. масса груза не меняется})$$

$$\frac{m(F_z - \mu N)}{M} = \mu N; \quad F_z = \mu N + \frac{\mu N \cdot M}{m} = \mu N \left(1 + \frac{M}{m}\right)$$

$$F_z = k \Delta x \Rightarrow k \Delta x = \mu N \left(1 + \frac{M}{m}\right) \Rightarrow \Delta x = \frac{\mu N}{k} \left(1 + \frac{M}{m}\right) =$$

$$\text{т.к. } N = mg \Rightarrow \Delta x = \frac{\mu m g}{k} \left(1 + \frac{M}{m}\right) = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10}{27} \left(1 + \frac{2}{1}\right) =$$

$$= \frac{3}{27} \cdot 3 = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$2) \text{ для } T = 2\pi \sqrt{\frac{m+M}{k}}$$

Мы можем это использовать, т.к. в начале они движутся как единое тело.

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{k A^2}{2}$$

$$A = V_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$



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!

Запиши закон Ньютона в векторном виде.

$$K X_k - \mu N = M a$$

$$a = \frac{27 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} - 0,3 \cdot 10 \cdot 1}{2} = \frac{9\sqrt{3} - 3}{2} = \frac{3(3\sqrt{3} - 1)}{2} \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) $\frac{1}{3}$ 2) $\frac{2}{6}$ 3) $\frac{3(3\sqrt{3} - 1)}{2}$



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
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!

N 2

110000 350

$$p_0 = 150000 \text{ Па}$$

$$T_H = t_0 = 86,273 = 359 \text{ К}$$

$$\varphi = \frac{2}{3} \cdot 0,667 = \frac{2}{3}$$

$$T_K = t = 46,4273 = 319 \text{ К}$$

$$1) p p_1 = \varphi_0 \cdot p_{н.п} \text{ (при } t_0 = 86^\circ \text{C)} =$$

$$= 0,667 \cdot \frac{2}{3} \cdot 60000 = 40000 \text{ Па}$$

2) $p_0 = \text{const}$ т.к. давление создаваемое паром и газом не меняется
т.к. пар и газ не меняются
 $\Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$ до тех пор пока

2) $p_0 = \text{const}$ т.к. давление создаваемое паром и газом не меняется

и отношение давления созд. паром и газом не меняется

т.к. это $\Rightarrow$ до конденсации это 2 идеальных газа $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ на графике можно отметить точку где изм. происходит газ

и назвать "изгиб" вправо до пересечения с кривой $\Rightarrow$

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

3) в конце пар почти ис. $\Rightarrow p_{пк} = 10000 \text{ Па} \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_{гк} = 150000 - 10000 = 140000 \text{ Па, а } p_{гн} =$$

$$= p_0 - p_1 = 150000 - 40000 = 110000$$

Тогда $V = \text{const}$ т.к. газ идеальный и не конг $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{p_{гк} V_K}{T_K} = \frac{p_{гн} V_H}{T_H} \Rightarrow \frac{V_K}{V_H} = \frac{p_{гн} \cdot T_K}{p_{гк} \cdot T_H} = \frac{110000 \cdot 319}{140000 \cdot 359} = \frac{3503}{5026}$$

Ответ: 1) 40000 Па 2) 76°C 3) $\frac{3503}{5026}$



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!

1) Минимальная скорость бруса будет когда "+" перед

~~брус на границе~~ брус на границе

Тогда запишем 3СЗ

$$\frac{mv_0^2}{2} = E_y$$

А при 2 случае

$$\frac{mv_0^2}{2} = E_y + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} \quad \frac{4mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} + 0 \quad (\text{т.к. энергия падает}$$

~~1) 5 м/с~~

с "+" и "-" равны
но можно по пределу
находим по закону 1-2 $v_{\text{max}} = 2v_0$

$$2) \quad \frac{4mv_0^2}{2} + E_y = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} + E_y$$

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

Т.к. $|E_{\text{min}}| = |E_{\text{max}}| = |E_y|$ в силу симметрии

$$\& \quad \frac{4mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{4mv_0^2}{2} = \frac{v_{\text{max}}^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{5} v_0$$

$$\& \quad v_{\text{min}} = \sqrt{3} v_0$$

$$\text{Тогда } \Delta v = v_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$

Ответ: 1) $\sqrt{1}$ и $2v_0$

$$2) \quad v_0 (\sqrt{5} - \sqrt{3})$$



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.

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!

$$n = N$$

$$N \neq$$

$$2) B_0, S, L, \neq L$$

$$\varphi = LI; \quad \varphi = BS N = LI$$

$$S, L_2 = 4L; t$$

$$B d\varphi = \dots$$

$$B = \mu_0 \cdot I n \Rightarrow I = \frac{B}{\mu_0 n}$$

$$\varphi = \frac{BSN}{L}$$

$$I dt = \frac{B \cdot dt \cdot S N}{L}; \quad dq = \frac{B dt S N}{L}$$

$$\int_0^t dq = \int_0^t \frac{B dt S N}{L}$$

$B \cdot dt$ - площадь по графику

$$dq = \frac{SN}{L} \cdot \left(\frac{B_0 + \frac{1}{3}B_0}{2} \cdot \frac{1}{3}t + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}B_0 \cdot \frac{2}{3}t \right) =$$

$$= \frac{SN}{L} \cdot \left(\frac{2}{9}B_0 t + \frac{1}{9}B_0 t \right) = \boxed{\frac{SN}{3L} B_0 t}$$

$$1) \int_0^{B_0} SN dn = \int_0^t L dI$$

$$\boxed{I = \frac{SN B_0}{L}}$$



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
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

$$1) \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{f} \quad f = 3F$$

Тогда расстояние от S' до мшр равно $\frac{1}{3}F$

$$A \text{ до зеркала } \frac{1}{9}F - 2R = \frac{F - 18R}{9}$$

Тогда:

$$\frac{2}{R} = \frac{9}{F - 18R} + \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{1}{3}F - 2R \quad \& \text{ сммь ходи обратности мшр}$$

Тогда

$$\frac{1}{R} = \frac{9}{F - 18R} ; \quad R = \frac{F}{9} - 2R$$

$$3R = \frac{F}{9}$$

$$R = \frac{F}{27} \quad \text{Это мы получили при условии когда мшр не}$$

увеличилось от мшр т.к мы всё равно

не двигае

2) Разобьем мшр на 3 элемента вставив между

ними слой воздуха с $d \rightarrow 0$. Тогда у нас будет

не мшр, а линза, перпендикулярная плоскости, а и сфер зеркало.



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!

Тогда расстояние g 3 линии равно S^* =

$$= S''' - 2R = \frac{RF}{F(n_1-1) + 9R} + 2R\left(1 - \frac{1}{n_1}\right) - 2R =$$

$$= \frac{RF}{F(n_1-1) + 9R} - 2 \cdot \frac{2R}{n_1}$$

Пограничим $R = \frac{1}{27} E \frac{1}{27} F$

$$\frac{F^2}{27F(n_1-1) + \frac{1}{3}F} = \frac{2F}{27n_1}$$

Теперь S^* заменим значением $S_{\text{лин}}$ в силу того что

обр. линия $\text{Тогда } \frac{F}{27(n_1-1) + \frac{1}{3}} - \frac{2F}{27n_1} = R = \frac{F}{27}$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{F \left(\frac{1}{27} \cdot \frac{1}{n_1-1} \right) F \left(\frac{1}{27n_1} \right)}$$

$$\frac{1}{27(n_1-1) + \frac{1}{3}} - \frac{2}{27n_1} = \frac{1}{27} \quad | \cdot 27 \quad \frac{1}{n_1-1 + \frac{1}{11}} - \frac{2}{n_1} = 1$$

$$\frac{1}{n_1-1 + 9} - \frac{2}{n_1} = 1 \quad ; \quad \frac{1}{n_1+3} - \frac{2}{n_1} = 1$$

$$n_1 - 2n_1 - 16 = n_1^2 + 8n_1 \quad n_1 - 2n_1 - \frac{141}{81} = n_1^2 - \frac{73}{21} n_1$$

$$n_1^2 + 9n_1 + 16 = 0$$

$$n_1^2 + \frac{2}{81} n_1 - \frac{143}{81} = 0$$

$$D = 81 - 64 = 17$$

$$n_1 =$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$x = A \overset{\sin \cos}{\sin}(\omega t) \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$x = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \overset{\cos \sin}{\sin} \left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} \cdot t \right)$$

$$\frac{1}{3} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2+1}{27}} \overset{\cos \sin}{\sin} \left(\sqrt{\frac{27}{3+1}} \cdot t \right)$$

$$\frac{1}{3} = 2 \cdot \frac{1}{3} \overset{\sin \cos}{\sin} \left(\frac{3}{2} t \right)$$

$$\cos \sin(3t) = \frac{1}{2} ; 3t = \frac{\pi}{3} ; 3t = \frac{3}{3} \Rightarrow t = 1 \text{ c}$$

$$x = A \sin(\omega t) \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

$$x = v_0 \sqrt{\frac{M+m}{k}} \sin \left(\sqrt{\frac{k}{M+m}} t \right)$$

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

$$\frac{1}{2} = \sin(3t) ; \frac{\pi}{6} = 3t \Rightarrow t = \frac{1}{6} \text{ c}$$

3) Скорость груза не будет меняться с течением времени

до остановки. Запишем 3сЗ $\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{(M+m)v_k^2}{2}$

$$\frac{3 \cdot 4}{2} = \frac{27 \cdot \frac{1}{9}}{2} + \frac{3}{2} \cdot v_k^2 ; 12 = 3 + 3 \cdot v_k^2$$

$v_k = \sqrt{3} \text{ м/с}$. Энерг. запишем 3сЗ для нач. и кон. моментов. для системы

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{kx_k^2}{2} \Rightarrow x_k = \frac{3 \cdot 4 - 3}{27} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

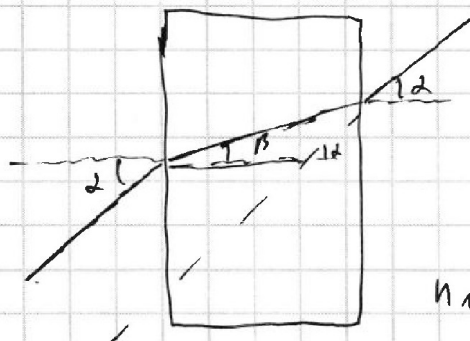
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

Черновик

$$n_1 - 1$$

R



$$2n = \beta n$$

$$n_1 - 2n_1 + \frac{164}{81} = n_1^2 - \frac{82}{81} n_1$$

$$n_1^2 - n_1 \frac{1}{81} n_1 + \frac{164}{81} = 0$$

$$d \cdot \beta = n(d - x) \quad 81n^2 - n_1 + 164 = 0$$

$$2 \approx n$$

$$\Delta x = \frac{dn - d}{n} = \frac{d(n-1)}{n} = \frac{d}{n} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$\frac{27F}{27(n_1 - 1) - \frac{1}{3}}$$

$$- \frac{2F}{n_1} = 7$$

$$\frac{27}{27(n_1 - 1) - \frac{1}{3}} = \frac{2}{n_1} = 1$$

$$\frac{81}{81(n_1 - 1) - 1} = \frac{2}{n_1} = 1$$

$$\frac{1}{n_1 - 1 - \frac{1}{81}} = \frac{2}{n_1} = 1$$

$$\frac{1}{n_1 - \frac{82}{81}} = \frac{2}{n_1} = 1$$

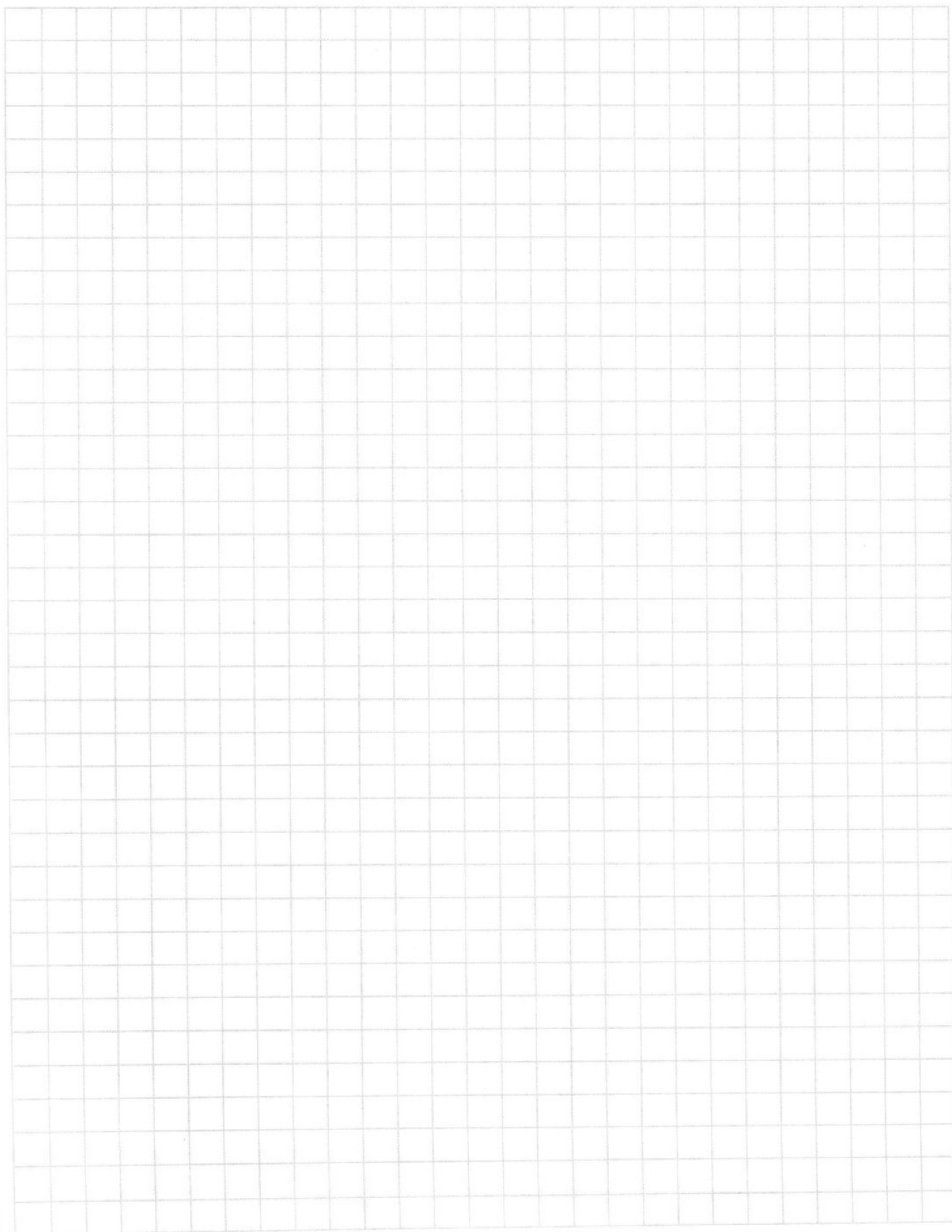


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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!

N 3

1) ~~Минимальная скорость протона будет при ситуации когда дупель остановится в центре~~

~~$$\text{Тогда } \frac{mv_0^2}{2} = E_c$$~~

~~$$A \text{ при } 2 \text{ электронах } \frac{4mv_0^2}{2} = E_c + \frac{mv^*^2}{2}$$~~

~~$$\frac{3mv_0^2}{2} = \frac{mv^*^2}{2}$$~~

~~$$v^* = \sqrt{3} v_0$$~~

2) Минимальная скорость при протоне будет когда "+" заряд
и будет на границе, а максимальная когда когда "-" будет на
границе

Значим $\{C\}$:

$$\frac{4mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\min}^2}{2} + E \quad ; \quad \frac{4mv_0^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} - E$$

у адрона
т.к. на границе энергия равна 0, а для фотонов не

на границе ситуация симметрична

$$\frac{3mv_0^2}{2} = \frac{m}{2} (v_{\min}^2 + v_{\max}^2)$$



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!

N5

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{f} \quad R = f = 3F$$

Тогда расстояние от S' до границы (шар) =

$$= 3F - \frac{8F}{3} = \frac{1}{3}F + 2R$$

Пока шар радиус R ?

Тогда

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

т.к. изображение будет в лев. $\Rightarrow$ из лев. объективности

$$\text{шар } x = \frac{1}{3}F$$

$$\text{Тогда } -\frac{2}{R} = \frac{28}{F}$$

$$R = \frac{1}{5}F$$

Шар можно представить как точку линзу

$$\frac{1}{9}F + \frac{2}{R} = \frac{28}{F+18R}$$

$$\frac{R}{9}F - R = \frac{F+18R}{9} \quad ; \quad 9R = F + 18R$$

$$R = \frac{F}{27}$$



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!

$$\begin{array}{r} 11000 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 23 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 28 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 359 \\ \hline 11 \\ 1436 \\ + 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 22 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 12 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11000 \\ \hline 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 28 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 23 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 259 \\ 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29 \cdot 11^2 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 12 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 359 \\ 25 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 15 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 319 \\ 22 \end{array} \begin{array}{r} 11 \\ 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 319 \\ \hline 219 \\ 359 \end{array}$$

$$\frac{3 \cdot 4}{2} = 6$$

$$273 + 46$$

$$319$$

$$86 + 291$$

$$359$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 359 \\ \hline 11 \\ 1436 \\ + 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$12 = 27 \times 2 \div 4$$

$$12 = 9$$

$$\frac{1}{22} \sim \frac{1}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 319 \\ \hline 219 \\ 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 319 \\ 11 \end{array}$$

$$319$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 319 \\ \hline 219 \\ 359 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 359 \\ \hline 11 \\ 1436 \\ + 359 \\ \hline 5026 \end{array}$$

$$11$$

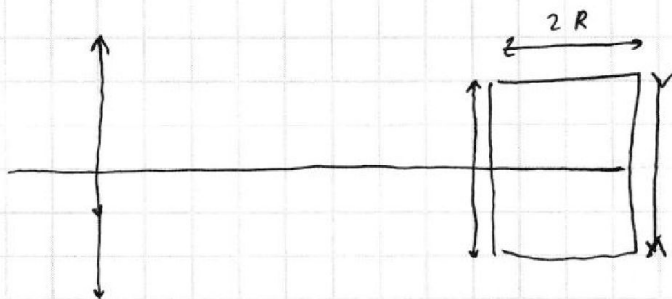


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



А сфер. зеркала можно см. как линзу

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{1,5F} + \frac{1}{S'} \Rightarrow S' = 3F - \text{это изображение сл.}$$

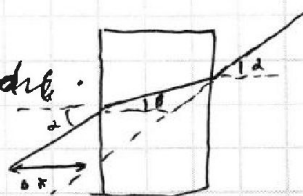
как линзы для 2 линзы

$$\frac{n_1 - 1}{R} = \frac{1}{S''} - \frac{1}{S' - \frac{8F}{3}}$$

$$\frac{n_1 - 1}{R} = \frac{1}{S''} - \frac{9}{F} \quad ; \quad \frac{1}{S''} = \frac{n_1 - 1}{R} + \frac{9}{F} = \frac{F(n_1 - 1) + 9R}{RF}$$

$$S'' = \frac{F(n_1 - 1) + 9R}{F(n_1 - 1) + 9R}$$

Δx в перпендикулярном направлении равно $d \sin \alpha$.



$$d \beta = (d - \Delta x) \alpha \quad ; \quad \alpha = n \beta$$

$$d \alpha = (d - \Delta x) n \quad ; \quad d = d n - n \Delta x \Rightarrow \Delta x = d \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

$$d = 2R \quad \text{т.к. } A \text{ рассматривается как 2 линзы} \quad \text{то } S''' =$$

$$= \frac{RF}{F(n_1 - 1) + 9R} + 2R \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$$