



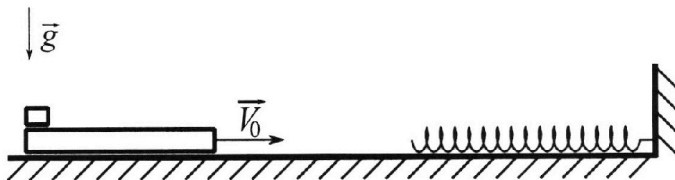
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

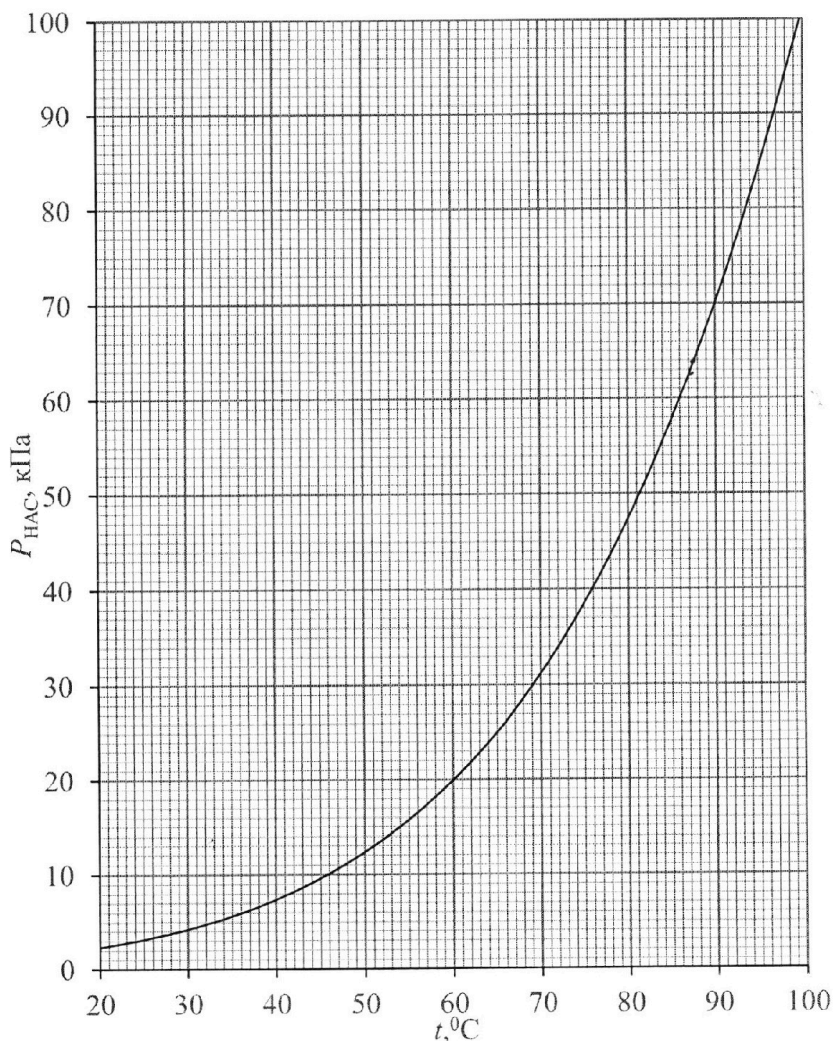


1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брусок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 27$ 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.



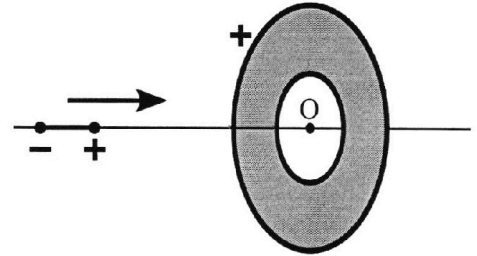
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

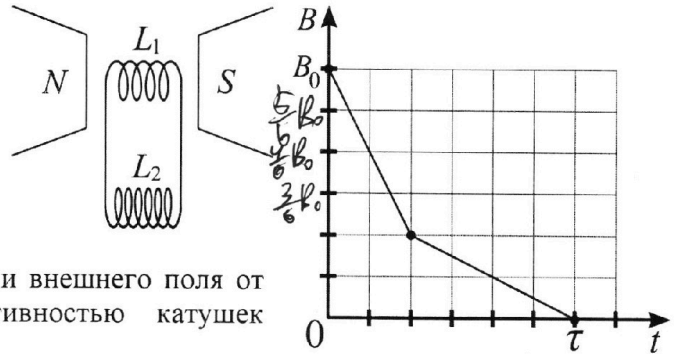


3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется 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 . Диполью сообщают начальную скорость $2V_0$.



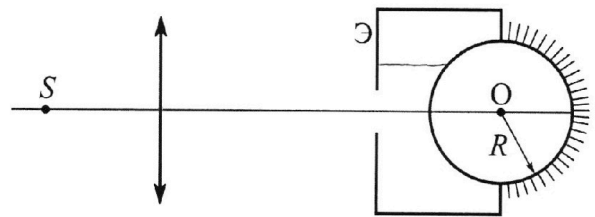
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

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 $\sin \alpha \approx \alpha$.



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!

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

$\Delta x_1 = ?$

1) Перейдем в СО отн. к M :
масса на m будет действовать
искривленная сила ma
Условие относительного движения
кажется нулевым, поэтому выполняем
равенство $F_{\text{тр}} = ma$ вдоль Ox

Запишем ЗЗП: $Oy: N = mg$
 $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$ (по закону Ампера-Кулона)
 $\mu mg = ma \quad | : m \Rightarrow a = \mu g$

Запишем ЗЗП для M : Ox :
 $Ma = kx_1 - F_{\text{тр}}$
 $\Rightarrow \Delta x_1 = \frac{Ma + F_{\text{тр}}}{k} = \frac{\mu mg + \mu mg}{k} = \frac{\mu g(m+M)}{k}$
 $\Delta x_1 = \frac{0,3 \cdot 10 (1+2)}{27} = \frac{3 \cdot 3}{27} = \frac{9}{27} = \frac{1}{3} \text{ м}$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

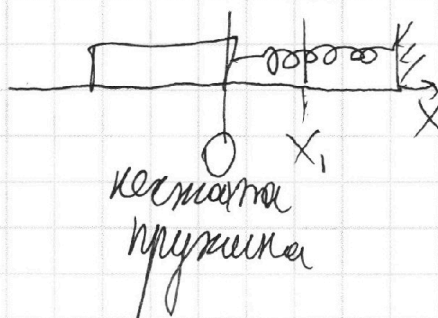
СТРАНИЦА
2 из 14

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) Полагем работу пружины:

$$\int_0^A dA = \int_0^{x_1} F_{\text{пр}} dx = \int_0^{x_1} kx dx$$

$$A = \frac{kx_1^2}{2}$$



Запишем ЗС Энергии для системы бруска, доски и пружины:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{(M+m)v_1^2}{2} + \frac{kx_1^2}{2} \quad | \cdot 2 | \cdot (M+m)$$

$$v_0^2 = v_1^2 + \frac{kx_1^2}{M+m} \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{kx_1^2}{M+m}}$$

$$v_1 = \sqrt{4 - \frac{27 \cdot \frac{1}{9}}{3}} = \sqrt{3}$$

Запишем ЗМ импульса для доски и бруска:
так как до отрыва движения бруска не было, то бруска и доску можно рассматривать как единое тело:

$$dp = F dt = kx dt$$

$$(m+M) = M'$$



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 14

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!

$$M' dv = -kx dt$$

$$M' a = -kx$$

$$a = -\frac{k}{M'} x$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$M' \ddot{x} = -kx$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M'}}$$

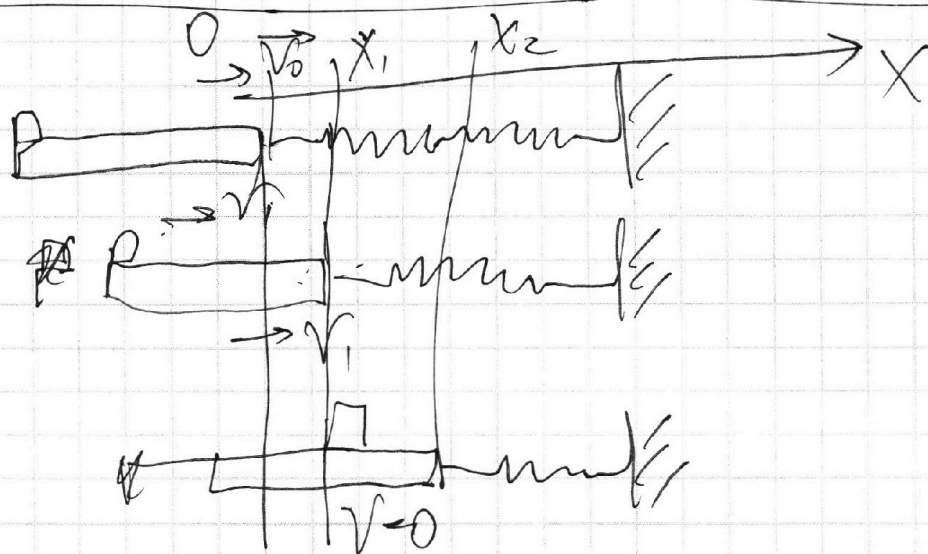
$$v(t) = v_m \cos(\omega t)$$

$$\Rightarrow v_1 = v_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M'}} t\right)$$

$$\Rightarrow \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M'}} t\right) = \frac{v_1}{v_0} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{k}{M'}} t = \frac{\pi}{6} \quad t = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{M'}{k}}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{27}{279}} = \frac{1}{6} \text{ с}$$





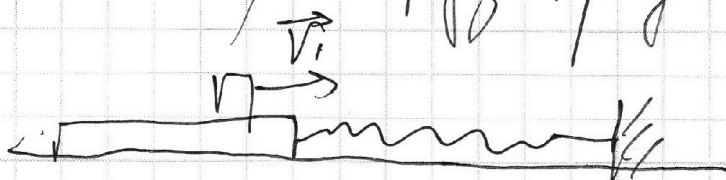
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 из 14

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!

При максимальном сжатии, доска
покоится, а груз продолжает сжимать



⇒ ЗС Держим: $\frac{M'v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - A$

~~$F_{\text{упр}} = kx$~~

~~$Mmg = kx$~~

~~$Ma = kx - F_{\text{упр}}$~~

~~$Ma = kx - F_{\text{упр}}$~~

~~$\frac{M'v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$~~

звук доске:

~~$M\ddot{x} = kx - F_{\text{упр}} = -kx + mg$~~
 ~~$\ddot{x} = -\frac{k}{M}x + g\frac{m}{M}$~~



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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
6 из 14

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

$v(t) = v_{\text{ср}}(t) + \mu \sin \omega t$
Так как $kx_1 > \mu \sin \omega t$
 $27.03 \Rightarrow 0.3 \cdot 10^{-1}$
 y — колебания М.
 $M \ddot{x} = -kx + \mu \sin \omega t$
 $\ddot{x} = -\frac{k}{M}x + \mu \sin \omega t$
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$

Три максимума/смакса

3 Минимума для m : m_i

$m v_1 = \mu \sin \omega t$ $\omega t = \frac{v_1}{\mu} = \frac{\sqrt{3}}{0.3 \cdot 10} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

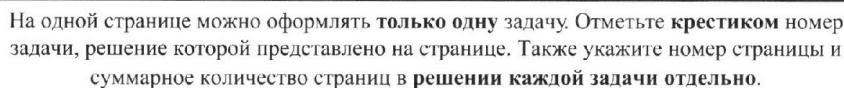
$\approx \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ с.}$

Период M : $\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{M}}} = \frac{2 \cdot 3}{\sqrt{27}} = \frac{6 \cdot 2}{\sqrt{2} \cdot 3} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$

то время остановки меньше

$\Rightarrow$ Проверим для системы

$\frac{M' v_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$ $x_m = \sqrt{\frac{M' v_0^2}{k}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 4}{9 \cdot 27}} = \frac{2}{3}$



СТРАНИЦА
7 ИЗ 19

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

$P_0 V = \nu n R T$
 из 3-х на Оу для M $Mg = F = Mg = P_0 S$
 По 3-й теореме: $Mgh = P_0 \Delta V$ $\Rightarrow \Delta V = \frac{Mgh}{P_0} = \frac{Mgh}{\rho P_0}$



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**.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
8 из 14

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!

$\sqrt{3}$
 $V_0, 2V_0$

$dH = F dx$
 $\frac{mv_0^2}{2} = A +$

$\frac{mv^2}{2} + A = q\varphi_+ + q\varphi_- = E_n$
 $\frac{2mv_0^2}{2} + A = E_n + \frac{mv'^2}{2}$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv'^2}{2} \Rightarrow v' = v_0$

Поскольку на систему не действуют внешние силы, то скорость до влета ($-\infty$) равна скорости после влета ($+\infty$)
 $\Rightarrow 2V_0$ - максимальная скорость
 V_0 - минимальная
 $\Rightarrow \Delta V = 2V_0 - V_0 = V_0$



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

9 из 14

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!

1/4
Дано
 $L_1 = L$
 $L_2 = 4L$
 $n_1 = 1$
 $B_0 \sin \omega t$

$I_{02} (?)$

1) Вся индукция системы будет равна $L_1 + L_2$, так как последовательное соединение катушек

Заменим что такое E_i :

$$E_i = -(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad L_1 + L_2 = 5L$$

$$E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$dB \cdot S_{in} = 5L \frac{dI}{dt} \quad I = \frac{B_0 S_{in}}{5L}$$

2) $I = \frac{\Delta B S_{in}}{5L}$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta q_1}{\Delta t_1} = \frac{\Delta B S_{in}}{5L}$$

$$\Delta q_1 = \frac{2}{6} \tau \cdot \frac{\frac{4}{6} B_0 S_{in}}{5L} = \frac{8}{36.5} \frac{\tau B_0 S_{in}}{L}$$

$$\Delta q_2 = \frac{4}{6} \tau \cdot \frac{\frac{2}{6} B_0 S_{in}}{5L} = \frac{8}{36.5} \frac{\tau B_0 S_{in}}{L}$$

$$\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2 = \frac{16}{36.5} \frac{\tau B_0 S_{in}}{L} = \frac{16}{180} \frac{\tau B_0 S_{in}}{L}$$

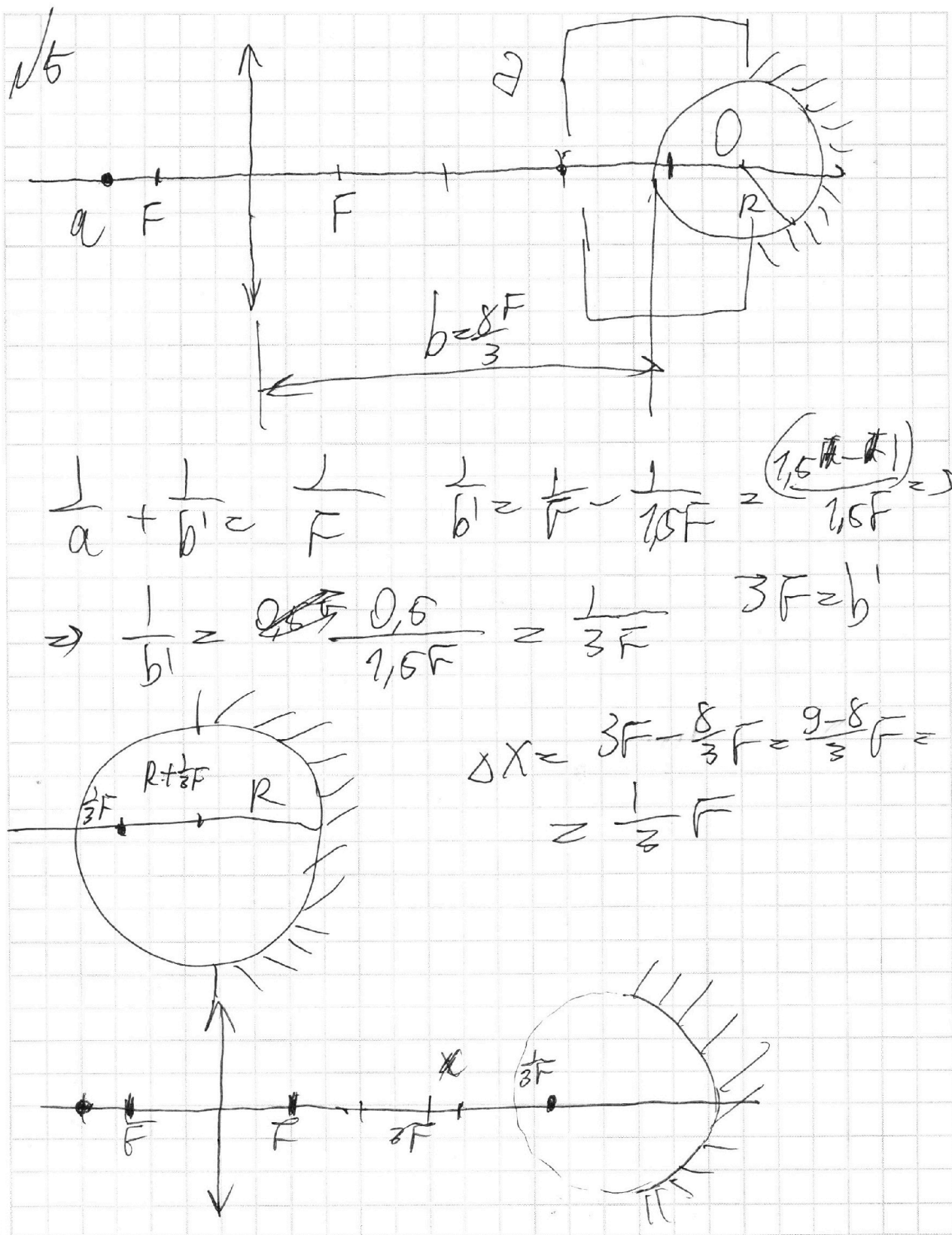


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 из 19

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!





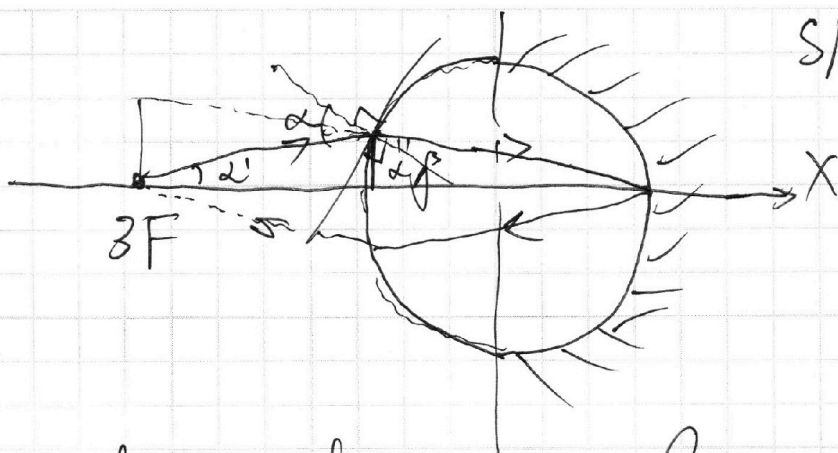
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

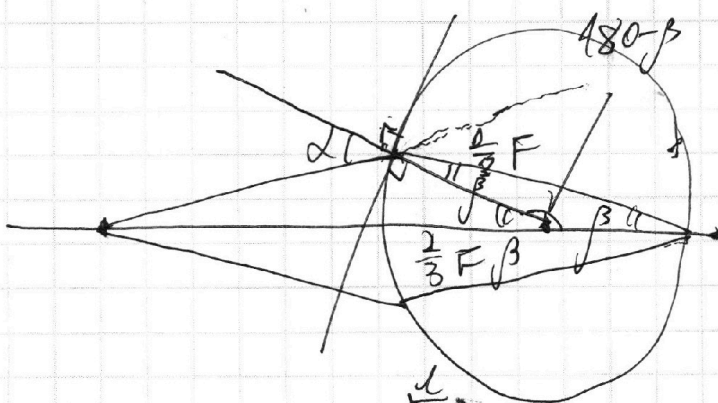
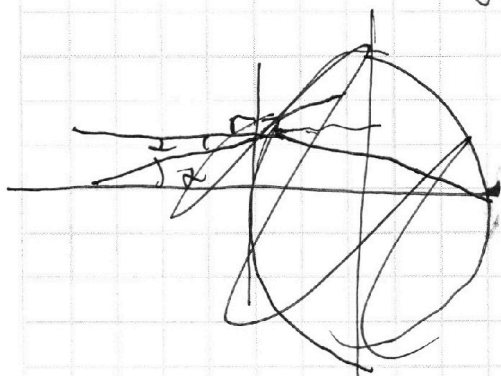
43/44

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!

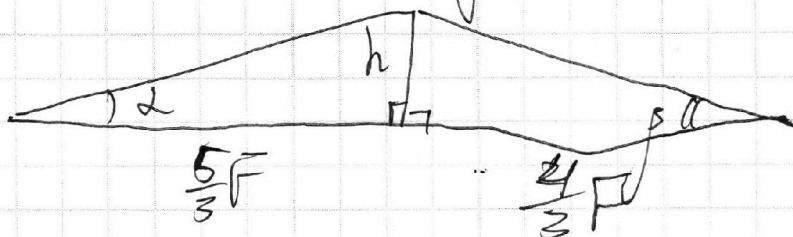


$$\sin \alpha = \sin \beta n$$

Углы преломления равным нулю,
угол луч снова выходит под тем же
углом но с другой стороны от оси Ox



Поскольку малые углы, то получаем





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
14 из 14

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!

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sin \alpha = \sin \beta \cdot n \\ \sin 2 \frac{5}{3} F = h \\ \sin \beta \frac{4}{3} F = h \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n = \frac{\sin 2}{\sin \beta} \\ \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{4}{5} \end{array} \right.$$

Ответ: $\frac{4}{5}$



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 19

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!

⇒ 23кл для М: $Ma = kx$

$$a = \frac{kx}{M} = \frac{27 \cdot \frac{2}{3}}{3} =$$

$$= \frac{27 \cdot 2}{9} = 6 \text{ м/с}^2$$

~~Масса~~ $- Ma = -kx + F_{\text{упр}} = -kx + \mu mg$

$$a = \frac{\mu mg - kx}{M} = \frac{0,3 \cdot 1 \cdot 10 - 27 \cdot \frac{2}{3}}{3} =$$

$$= \frac{-3 - 18}{3} = -7 \text{ м/с}^2$$



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
10 из 14

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!

N4
~~Зако:~~
 $L_1 = L$
 $L_2 = 4L$
 n, S, B_0, c
 $I_0 = 0$

~~Закон Фарадея:~~
 $\mathcal{E}_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt}$
 $\mathcal{E}_2 = L_2 \frac{dI_2}{dt}$
 $0 = L_1 \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt}$

~~$L_1 dI_1 = d\Phi$
 $L_1 I_1 = B_0 \cdot S \cdot n$
 $I_1 = \frac{B_0 S n}{L_1}$~~

~~$I_2 = ?$~~



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!

№2

$$p_0 = 150 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

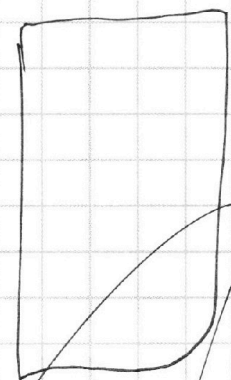
$$t_0 = 359 \text{ К}$$

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

$$\phi_0 = \frac{2}{3} = 66,7\%$$

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

$$p_i = ?$$



1) Уравнение
Максвелла-Томпсона
для ϕ_0

Так как $\phi_0 = \frac{2}{3}$ то

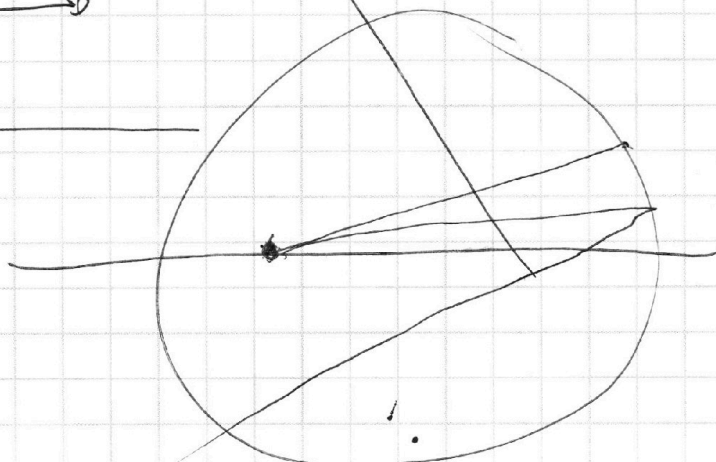
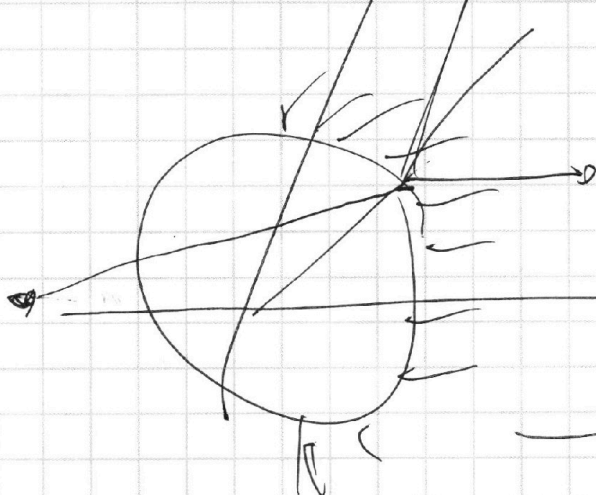
$$\frac{p_n}{p_{\text{нб}}} = \frac{2}{3}$$

$$\phi_0 = \frac{p_n}{p_{\text{нб}}}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{x}{66 \text{ КПа}}$$

$$112 = 3x$$

$$x = 37,3$$





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!

$\sqrt{4}$
Дано:
 $L_1 = L$
 $L_2 = 4L$
 $n, S,$
 B_0, τ
 $I_0 = ?$

$\mathcal{E}_1 = -L \frac{dI_1}{dt}$
 $\mathcal{E}_2 = -\frac{dq_1}{dt}$ (1)
 $L_1 dI_1 = dq_1$
 $L_1 B_0 = S \cdot n \cdot B_0$
 $\frac{dI_1}{dt} = \frac{dq_1}{dt}$
 $I_1 dt = dq_1$
 $0 = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$
 $L_2 I_2 = 4 I_1$
 $I_2 = \frac{L_1 I_1}{L_2}$
 $(L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = \frac{dq_1}{dt}$
 $I = \frac{B_0 S n}{L_1 + L_2}$
 $(L_1 + L_2) I = \frac{dq_1}{dt} B_0 S n$

$I dt = dq$

$\frac{dI}{dt} = \frac{dq}{dt}$

$I dt = dq$

$I dt = dq$



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!

$$2) M' dv = kx dt$$

$$M a = kx$$

$$a = \frac{k}{M'} x$$

$$\Rightarrow a = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$\frac{k}{M'} x = \frac{dv}{dt} \quad dt = \frac{dx}{v}$$

~~$$\frac{k}{M'} \int dx x = \int \frac{dv}{v}$$~~

~~$$\frac{k}{M'} \int dx x = \int \frac{dv}{v}$$~~

~~$$\frac{k}{M'} \frac{x^2}{2} = \frac{v^2 - v_0^2}{2}$$~~

$$dv = \frac{kx}{M'} \cdot dt$$

$$\begin{array}{r} 127 \overline{) 12} \\ \underline{92} \\ 35 \end{array}$$

~~$$\frac{(M')}{2} v^2 + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$~~

~~$$2M' \ddot{x} + kx^2 = \text{const}$$~~

~~$$2M' \ddot{x} + kx^2 = \text{const}$$~~

~~$$2M' \ddot{x} + k \cdot 2x \dot{x} = \text{const} \cdot 0$$~~

$$M' \frac{dv}{dt} = kx$$

$$a = \frac{kx}{M'}$$



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

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!

~~$x = \frac{dr}{dt}$~~
 ~~$v = \frac{dx}{dt}$~~
 ~~$a = \frac{dv}{dt}$~~

$dt = \frac{dv}{x}$

~~$M' dx = k dv$~~

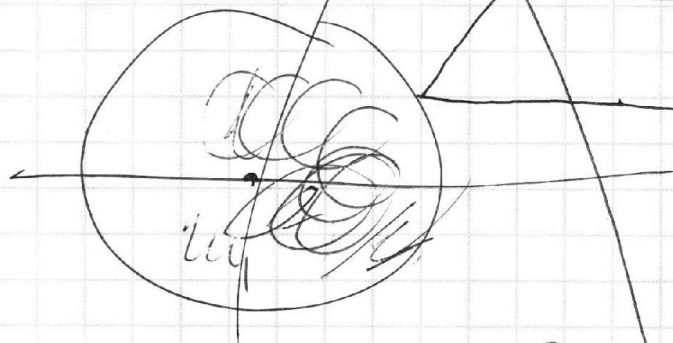
$dt = \frac{dx}{v}$

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

$kx \frac{dx}{v} = M' dv$

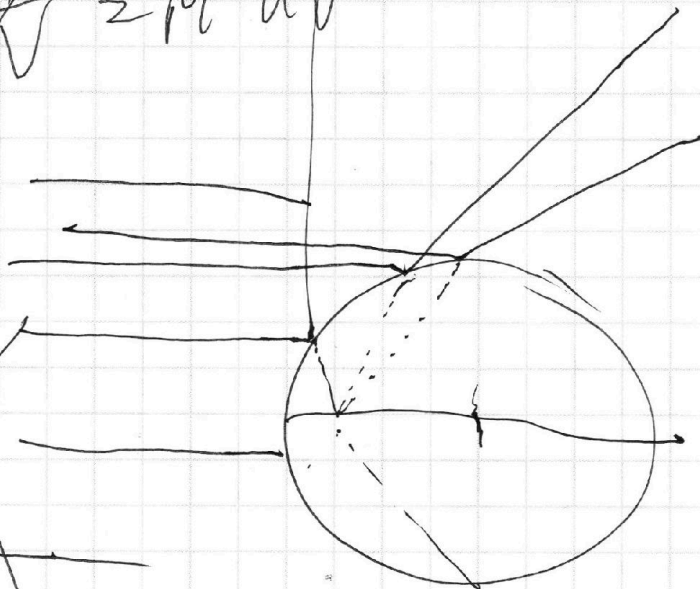
$$\begin{array}{r} 100 \\ 42,3 \\ \hline 107,7 \end{array}$$

 $\Delta U = \frac{Mgh}{p_0}$



$$\frac{Mv_0^2}{2}$$

$$\frac{M'v_0^2}{2} =$$



$$\frac{9}{16} 307$$