

$$m_1 a + f = \frac{2m_1}{m_2} m_1 \cdot a$$

$$m_1 a = f + m_1 a$$

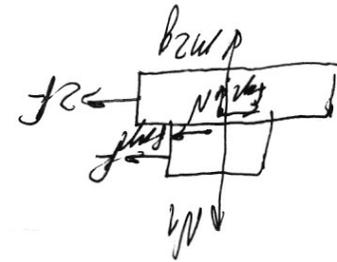
$$m_1 a - f - f - m_1 a = 0$$

$$a = \frac{2f}{m_1 + m_2}$$

$$(m_1 a = 2f - m_1 g - m_2 g)$$

~~Handwritten scribbles~~

~~Handwritten scribbles~~



$$f = \frac{2m_1 - m_2}{m_1 + m_2} m_1 g$$

$$= 2m_1 f - m_1(2m_1 + m_2) a$$

$$= 2m_1 f + m_1 m_2 a$$

$$\frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$\frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$v = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$v \cdot \frac{m_1}{m_2} = G \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$f = G \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$v = g \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

$$g \cdot h = \frac{m_1}{m_2}$$

$$h = g \cdot h + h \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

125000

100000

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

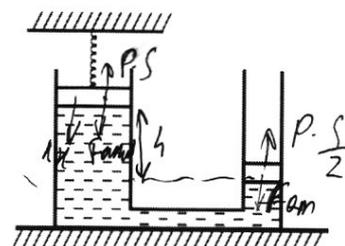
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

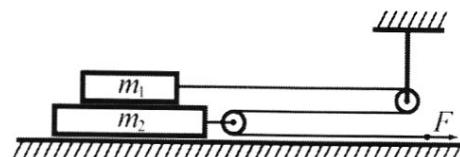
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которых налита жидкость плотности ρ . На свободных поверхностях жидкости находятся лёгкие поршни. Зазоров между стенками сосудов и поршнями нет. Левый поршень соединён пружиной жёсткости k с верхней опорой. Разность уровней жидкости в сосудах равна h . Площадь сечения левого поршня S , правого $S/2$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g .

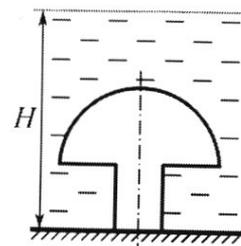


- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная G . Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.
- 1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $2R$ от центра планеты.
 - 2) Найдите период T обращения спутника.

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков $m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$. Коэффициент трения скольжения нижнего бруска по столу и верхнего бруска по нижнему равен μ . Массы нити и блоков, а также трение в осях блоков пренебрежимо малы.



- 1) Найдите величину F_0 горизонтальной силы, которую следует приложить к свободному концу нити, чтобы нижний брусок скользил по столу, а сила трения, действующая на верхний брусок, была равна нулю.
 - 2) Найдите величину F минимальной силы, при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.
5. Ко дну бассейна глубиной $H=2,5$ м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции $V = 8$ дм³, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 20$ см². Плотность воды $\rho = 1$ г/см³, атмосферное давление $P_0 = 100$ кПа. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- 1) Найдите давление P_1 вблизи дна.
 - 2) Найдите величину F силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.



17
144

$$\frac{45}{35}$$

$$\frac{16.8}{20} = \frac{4.8}{5} = \frac{32}{5} = 6.4$$

$$\begin{array}{r} 2,25 \\ \hline 45 \\ 1 \\ 4,50 \\ \hline 2,25 \\ 2250 \\ 1400 \\ 700 \\ \hline 10,1250 \end{array}$$

$$10000 \cdot \sqrt[3]{0,8^3 - 25 \cdot 10^{-2}}$$

$$10000 \cdot \sqrt[3]{8 \cdot 10^{-3} - 25 \cdot 10 \cdot 10^{-4}}$$

$$10 - 25 \cdot 20.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$\left. \begin{array}{l} v_0 = 12 \text{ м/с} \\ v_1 = v_0 / 3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} t = ? \\ h = ? \end{array} \text{ при } v_1$$

$$v(t) = v_0 - g t \quad (\text{вертикально вверх})$$

$$v_1 = v_0 - g t \Rightarrow t = \frac{v_0 - v_1}{g} = \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{g} = \frac{2}{3} \frac{v_0}{g} = 0,8 \text{ с}$$

$$(mgh + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2})$$

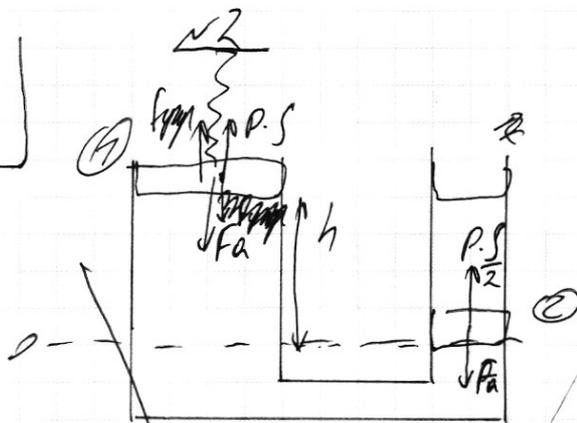
$$\text{по } g(t): \frac{v_0^2 - v_1^2}{2g} = h$$

$$\frac{v_0^2 - \frac{1}{9}v_0^2}{2g} = h = \frac{\frac{8}{9}v_0^2}{2g} = \frac{\frac{8}{9} \cdot 12^2}{2 \cdot 10} = \frac{16 \cdot 8}{2 \cdot 10} =$$

$$= \frac{4 \cdot 8}{5} = 6,4 \text{ м}$$

Ответ: $h = 6,4 \text{ м}$ $t = 0,8 \text{ с}$

$P, k, h, S, S/2$



$$F = P \cdot S$$

P - давление в центре
 F_a - сила давления со стороны атмосферы

1) В сообразующихся силах давление на одном уровне одинаково. Я беру на уровне поверхности на правой стороне в правой части это давление атмосферы в левой части давление атмосферы и сила веса и сформулировать давление силы уравности.

$$P_a = P_a + Pgh - \frac{kh}{S}$$

$$Pgh = \frac{kh}{S} \Rightarrow x = \frac{PghS}{k}$$

2) Когда мы положили груз на правый пучок будет действовать давление со стороны груза.

$$P_a + \frac{mg}{S/2} = P_a + Pgh + x$$

$$m = \frac{Pgh(h+x) \cdot S}{2g} =$$

$$= \frac{P \cdot (h + \frac{PghS}{k}) \cdot S}{2}$$

$h+x$ м.п. среднего
 пучка перемещаем
 м.п. уровень веса в
 левый пучок перемещаем
 на x

Ответ: $x = \frac{PghS}{k}$

$$m = \frac{P(h + \frac{PghS}{k})S}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

NS

$$\begin{aligned} H &= 2,5 \text{ м} \\ V &= 8 \text{ дм}^3 \\ S &= 20 \text{ см}^2 \\ p_0 &= 100 \text{ кПа} \\ \rho &= 1216 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_1 &=? \\ F &=? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_1 &= \rho \cdot g \cdot H + p_0 = 2,5 \text{ м} \cdot 1000 \cdot 10 + 10^5 \text{ Па} = \\ &= 125 \text{ кПа} \end{aligned}$$

Имя примера это имя возмещающая при
разности давлений. Идеальное равнение
потому что в любой точке бассейна

но можно не учитывать.

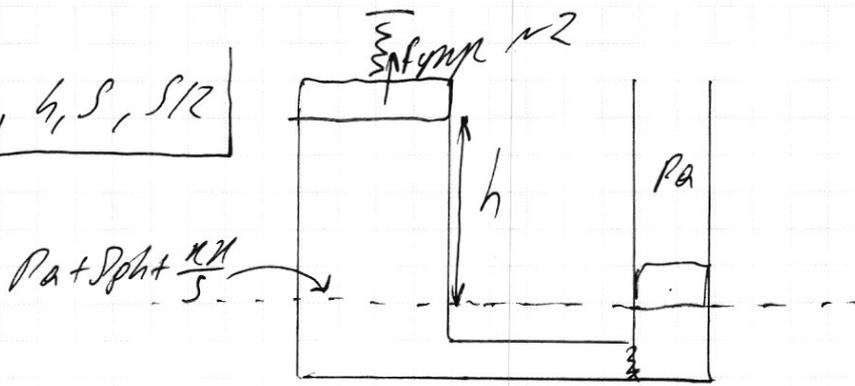
Если бы форма не была цилиндрической но на нее
действовала бы сила $F_{a1} = \rho \cdot g \cdot V$ но цилиндр
иметь форму цилиндрической потому что давление
со стороны воды на цилиндр равно не действует.

Поэтому эту формулу заменим формулу на воду.
Она будет непрерывная. Но все будет действовать
вода со всех сторон: $mg = F_a$ $\rho g V = \rho g V$ При
Если заменить эту воду на воздухом то сила
действия воды не изменится $= F_a = \rho g V$
Потому что вода вытесняет воду действующую на
цилиндровую форму т.е. $F = \rho g H \cdot S \Rightarrow F_a = \rho g V - \rho g H \cdot S =$

Ответ: $F_a = \rho g (V - HS) = 30 \text{ Н}$ $p_1 = 125 \text{ кПа}$

$$= \rho g (V - HS) = 1000 \cdot (8 \cdot 10^{-3} - 2,5 \cdot 20 \cdot 10^{-4}) = 30 \text{ Н}$$

$\rho, \mu, h, S, S/2$



В сообщающихся сосудах давление на одной уровне одинаково во всех местах. Я выбрал нулевой уровень. В левом колене на уровне давления состоит из атмосферного, столба воды и со стороны трубки μ вправо только атмосферное

\Downarrow трубка μ разнота (иное равновесие давлений μ и ρ в x высоте) $S_{\text{труб}} = \mu \cdot x$

$$p_a = p_a + \rho g h - \frac{\mu x S_{\text{труб}}}{S}$$

\Downarrow

$$\rho g h = \frac{\mu x}{S} \Rightarrow \mu = \frac{\rho g h S}{x}$$

Когда на левом груз в правое колено добавляется равное со стороны груза и уровень в левом колене поднимается на x . μ (трубка перемещается)

Масса воды которая ушла в правое колено масса воды которая пришла $\Rightarrow S \cdot x = \frac{S}{2} \cdot y \Rightarrow y = 2x$
 уровень в правом колене опустился на $2x$. Нулевой уровень на $2x$ от 0 начального положения и считается $p_a + \rho g \cdot (h + 2x) = p_a + \frac{\mu x}{S/2} \Rightarrow m = \frac{\rho (h + \frac{3\rho g h S}{\mu}) S}{2}$

Ответ: $\mu = \frac{\rho g h S}{x}$ $m = \frac{\rho (h + \frac{3\rho g h S}{\mu}) S}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$h = 0.5R \quad G \cdot \rho$$

g-? $S = 2R$
r-?

n3

m - масса стержня

μ - масса проволоки

$$1) F_{cp} = G \frac{mM}{4R^2} \quad g = G \frac{M}{4R^2} = G \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{4R^2} = \frac{g \pi R G}{3}$$

2) 2-я н. Ньютона:

$$ma = F_{cp}$$

$$F_{cp} = G \frac{mM}{(R+h)^2}$$

$$a = a_{yc} = \omega^2 (R+h)$$

для центра

всего стержня

$$\omega^2 (R+h) = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

$$R+h = 1.5R$$

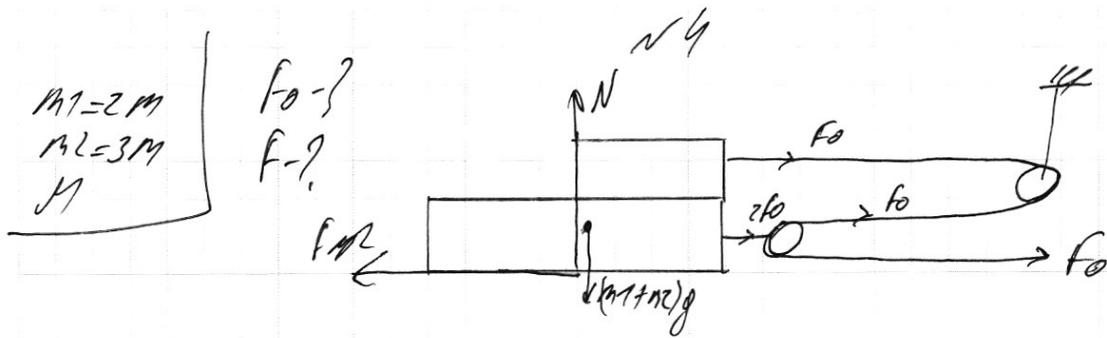
$$\omega^2 \cdot 1.5R = G \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{2.25R^2}$$

$$\omega = \sqrt{G \frac{4\pi R}{3 \cdot 1.5 \cdot 2.25}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{4\pi R}{G \frac{4\pi R}{3 \cdot 1.5 \cdot 2.25}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.5 \cdot 2.25 \cdot \pi}{G \cdot \rho}}$$

$$= \sqrt{\frac{20.105 \pi}{G \cdot \rho}}$$

Ответ: $T = \sqrt{\frac{20.105 \pi}{G \cdot \rho}} \quad g = \frac{g \pi R G}{3}$



1) F_{mp} на верхний брусок равно 0 \Rightarrow можно все бруски представлять за одну систему движущуюся с общим ускорением

$F_{mp} = \mu \cdot N = \mu (m_1 + m_2)g$ подвижный блок \Rightarrow на нижний груз действует сила $3F_0$.

2 з-н: Ньютона

$$(m_1 + m_2) a = 3F_0 - F_{mp} \Rightarrow 3F_0 = F_{mp} = \mu (m_1 + m_2)g$$

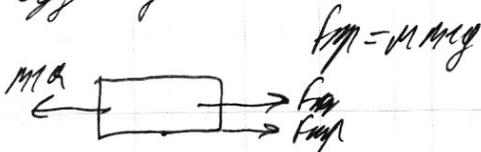
$$F_0 = \frac{\mu (m_1 + m_2)g}{3} = \frac{5}{3} \mu g$$

2) Представим два груза за одну систему и рассчитаем ускорение

$$(m_1 + m_2) a = 3F - F_{mp}$$

$$a = \frac{3F - \mu (m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}$$

перейдем в с.о. нижнего груза и тогда на верхний груз будет действовать сила $m_1 a$ направленная влево



$F_{mp} = \mu m_2 g$

з-н: $m_1 a_1 = m_1 a - F_0 - F_{mp}$

на F_0 и F_{mp} $a_1 = 0$

$$m_1 a = F_0 + F_{mp}$$

$$m_1 \cdot \frac{3F - \mu (m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = F_0 + \mu m_2 g$$

$$3m_1 F - \mu (m_1 + m_2)g m_1 = m_1 F_0 + m_2 F_0 + \mu m_1^2 g + \mu m_1 m_2 g$$

$$F = \frac{2\mu g m_1 (m_1 + m_2)}{2m_1 - m_2} = \frac{2\mu g \cdot 2m (2m + 3m)}{4m - 3m} = 4\mu g \cdot 5m = 20\mu g$$

Ответ: $F_0 = \frac{\mu (m_1 + m_2)g}{3} = \frac{5}{3} \mu g$ $F = 20\mu g$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

11

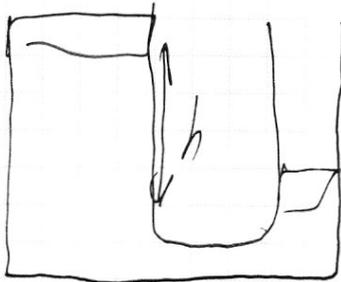
$$v_0 - \rho t = v_0/3$$

$$t = \frac{v_0 - v_0/3}{g} = \frac{2}{3} \frac{v_0}{g} = \frac{2 \cdot 12}{3 \cdot 9.8} = 0.8$$

$$\frac{v_0^2 - \frac{v_0^2}{9}}{2g} = h = \frac{v_0^2 \frac{8}{9}}{2 \cdot 9.8} = \frac{144 \cdot 8}{2 \cdot 9 \cdot 10} = \frac{72 \cdot 8}{9 \cdot 10} =$$

12

$$= \frac{64}{10} = 6.4$$



$$P_2 = P_1 + \rho g h - \frac{m x}{S}$$

$$\frac{m x}{S x} = \rho g (h + x)$$

$$\frac{m x}{S} = \rho g h$$

~~$$m = \frac{\rho g h S}{x}$$~~

$$m = \frac{\rho g (h + \frac{2 \cdot \rho g h S}{g}) S}{2g}$$

$$a = \frac{3F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2}$$

$$m_1 a = F_0 + \mu m_1 g$$

$$m_1 \cdot \frac{3F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = F_0 + \mu m_1 g$$

$$3A \quad \frac{3F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} \cdot m_1 = \frac{\mu g (m_1^2 + m_1 m_2 + m_1^2 + m_1 m_2)}{3m_1 - m_1 - m_2}$$

$$= \frac{2\mu g m_1 (m_1 + m_2)}{3m_1 - m_2}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$h = a s R \quad \rho - ? \quad s = 2R$$

$$\rho, G \quad \tau - ?$$

1) 2 ж-к Ньютона

$$m a = F_{уп} \quad F_{уп} = G \frac{m M}{(2R)^2}$$

m - масса шарика
 M - масса Ньютона

$$a = G \frac{M}{4R^2} \quad a = a_{ц.с} = \omega^2 \cdot 2R \quad (\text{физ. посылка})$$

$$\omega^2 \cdot 2R = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{4R^2} \quad M = \rho \frac{4}{3} \pi \cdot R^3$$

$$\omega^2 = G \rho \frac{\pi}{6} \Rightarrow \omega = \sqrt{G \frac{\rho \pi}{6}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{G \frac{\rho \pi}{6}}} = \sqrt{\frac{4\pi^2}{G \rho \pi} \cdot 6} = \sqrt{\frac{24\pi}{G \rho}}$$

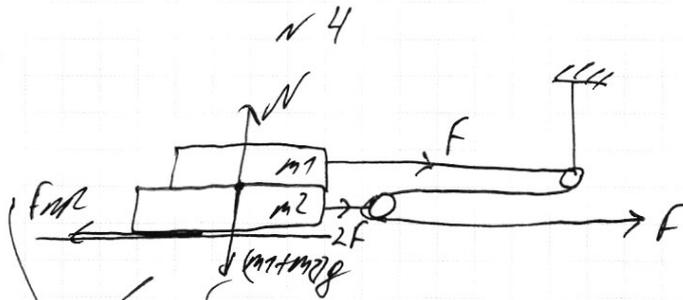
2)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$m_1 = 2m$
 $m_2 = 3m$
 μ



1) $F_{mp} = 0 \Rightarrow$ два блока можно считать за одну систему

$$N = (m_1 + m_2)g$$

$$F_{mp} = \mu N$$

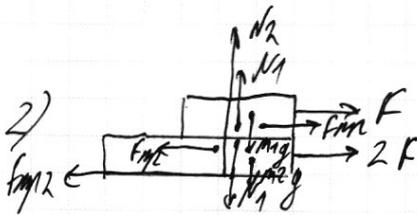
2) 2-х Ньютона:

$$(m_1 + m_2)a = 3F_0 - F_{mp}$$

$$m_2 F_0 \text{ при } a = 0 \quad F_{mp1} = 0$$

$$3F_0 = F_{mp}$$

$$F_0 = \frac{F_{mp}}{3} = \frac{\mu (m_1 + m_2)g}{3}$$



2) 2-х Ньютона: $2F - F_{mp} - F_{mp2} = m_2 a$

но 1-й блок сила F_{mp} и $F_{mp} = \mu N_1 = \mu m_1 g$
действует на оба блока $F_{mp2} = \mu N_2 = \mu (m_1 + m_2)g$

и направлена в противоположную $= \frac{2F - \mu g (2m_1 + m_2)}{m_2}$

перейдем в с.о. второго добавляется сила $m_2 a$ и направлена влево



2) 2-х Ньютона: $m_2 a = m_2 a - F - F_{mp}$

при F при $a_1 = 0$

по сравнению с предыдущим

$$m_2 a = F + F_{mp}$$

$$m_1 \cdot \frac{2F - \mu g (2m_1 + m_2)}{m_2} = F + \mu m_1 g \Rightarrow 2F m_1 - \mu g (2m_1 + m_2) m_1 = F m_2 + \mu m_1 m_2 g$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$h = 0,5R$
 P, G
 $g - ?$
 $T - ?$
 $2R$

№3

1) $F = G \frac{mM}{4R^2}$

$g = G \frac{M}{4R^2} = M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$

$M \cdot a = G \frac{mM}{4R^2}$

$= G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{4R^2} = \frac{\pi}{3} \cdot G \cdot R \cdot \rho$

2) 2-й закон Ньютона

$M \cdot a = G \frac{mM}{4R^2}$

$a = \omega^2 R$

$\omega^2 R = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{4R^2}$

$\omega = \sqrt{G \frac{\rho \pi}{3}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{G \frac{\rho \pi}{3}}} = \sqrt{\frac{4\pi \cdot 3}{G \rho \pi}} = \sqrt{\frac{12\pi}{G \rho}}$

Ответ: $g = \frac{\pi}{3} G R \rho$ $T = \sqrt{\frac{12\pi}{G \rho}}$

№4 (продолжение)

$F = \frac{2\mu g m_1 m_2}{2m_1 - m_2}$

при $2m_1 = m_2$

условие задачи выполняется не берём

Ответ: $f_0 = \frac{\mu m_1 m_2 g}{3}$

$f = \frac{2\mu g m_1 (m_1 + m_2)}{2m_1 - m_2} =$

$= \frac{2 \cdot \mu \cdot m \cdot g}{m}$