

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

Вариант 09-03

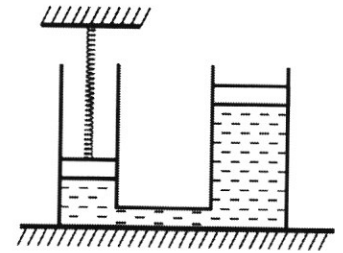
Шифр

(заполняется секретарём)

1. С высокой башни экспериментатор бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с. После достижения максимальной высоты камень пролетает рядом с экспериментатором и падает вниз на землю.

- 1) Через какое время t после броска величина скорости камня будет равна $2V_0$?
- 2) Найдите путь S , пройденный камнем от момента броска до момента достижения камнем скорости $2V_0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха не учитывать.

2. На горизонтальной поверхности расположены два цилиндрических сообщающихся сосуда (см. рис.), в которые 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 $1,5S$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g .

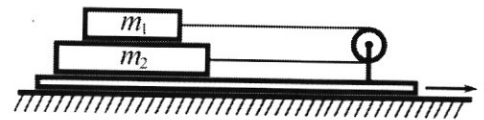


- 1) Найдите деформацию x пружины.
- 2) На правый поршень положили груз массой m . Найдите массу M груза, который следует положить на левый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.

3. У двух планет Альфа-1 и Альфа-2 одинаковые радиусы R , а плотности планет равны, соответственно, $\rho_1 = \rho$ и $\rho_2 = 2\rho$. Гравитационная постоянная G . Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

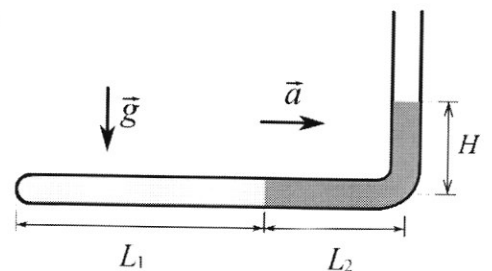
- 1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $4R$ от центра планеты Альфа-1.
- 2) Найдите отношение T_2/T_1 периодов обращения спутников, которые движутся по круговым орбитам вокруг данных планет. Высоты орбит спутников равны, соответственно $h_1 = 0,5R$ и $h_2 = 1,5R$.

4. На горизонтальном столе находится доска, на которой укреплен неподвижный блок, а также бруски, соединённые нитью. Массы брусков $m_1 = m$, $m_2 = 2m$. Коэффициент трения скольжения верхнего бруска по нижнему равен μ , трение между доской и нижним бруском отсутствует. Доску приводят в движение с постоянным ускорением, направленным вправо. Массой нити и блока, а также трением в оси блока можно пренебречь.



- 1) Найдите максимальное ускорение a_0 доски, при котором бруски не будут проскальзывать относительно друг друга.
- 2) Найдите силу T натяжения нити, если доска движется с ускорением $a > a_0$.

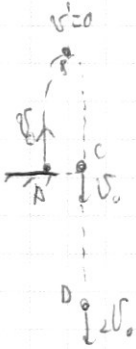
5. Тонкая изогнутая трубка состоит из горизонтального участка, запаянного с одного конца, и вертикального участка, открытого в атмосферу. Трубка заполнена двумя несмешивающимися жидкостями: плотности ρ_1 в горизонтальном участке, и плотности ρ_2 в горизонтальном и вертикальном участках (см. рис.). Трубка движется с ускорением $a = g/8$, направленным горизонтально. Геометрические размеры указаны на рисунке, $H = L$, $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$. Атмосферное давление P_0 .



- 1) Найдите давление P_1 в жидкости в месте изгиба трубки.
- 2) Найдите давление P_2 в жидкости у запаянного конца трубки.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Когда камень достиг максимальной высоты, его скорость $v' = 0$. Когда он пролетает мимо экпериментатора, его скорость снова V_0 , но направлена вниз (время подъёма равно времени падения; $V_{конечн} = V_{нач} + at$; 1) $0 = V_0 - gt$, $\Rightarrow gt = V_0$; 2) $V = 0 + gt = V_0$ чтд) \Rightarrow скорость $2V_0$ ~~на~~ ^{снх!} ~~статем~~ ^{через} ~~t~~ ^t.

- 1) тогда искомое $t = 3t_1 = \boxed{\frac{3V_0}{g}}$ - время, через которое скорость станет $2V_0$ отн. началу полета.

$$t = \frac{3V_0}{g} = \frac{3 \cdot 10}{10} = \boxed{3 \text{ с}}$$

- 2) Расстояния АВ и ВС равны

$$\text{иск. } S = 2 \cdot \overline{BC} + \overline{CD} = 2 \cdot \frac{V_0^2 - 0}{2g} + \frac{4V_0^2 - V_0^2}{2g} = \frac{2V_0^2}{2g} + \frac{3V_0^2}{2g} = \frac{5V_0^2}{2g} \Rightarrow S = \frac{5 \cdot 10^2}{2 \cdot 10} = \boxed{25 \text{ м.}}$$

Ответ: 1) 3 с

2) 25 м

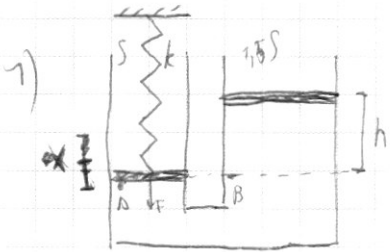


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

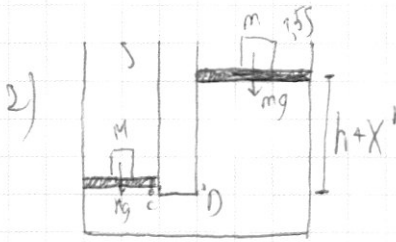


Усл. равновес:

$$p_A = p_B$$

$$\frac{F}{S} = \rho g h ; F = kx \quad (\text{в правом сосуде уровень выше, из уравнения } x > 0)$$

$$\frac{kx}{S} = \rho g h \Rightarrow x = \frac{\rho g h S}{k} ; \text{она статна}$$



т.к. пружина не деформирована, то она не действует на поршень, ее можно не учитывать; вое

в правом сосуде поднимется на x'

закон сохранения объема: $xS = x' \cdot 1.5S \Rightarrow x' = \frac{2}{3}x$

Усл. равновес: $p_C = p_D : \frac{Mg}{S} = \frac{mg}{1.5S} + \rho g (h + \frac{2}{3}x) \Rightarrow$

$$\Rightarrow M = \frac{2mg}{3} + \rho h S \left(1 + \frac{2\rho g S}{3k} \right)$$

Ответ 1) $x = \frac{\rho g h S}{k}$; статна

2) $M = \frac{2}{3}mg + \rho h S \left(1 + \frac{2\rho g S}{3k} \right)$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1) $g = \frac{G m_{пл}}{16R^2}$; $m_{пл1} = \rho_1 V = \frac{4}{3} \rho_1 \pi R^3$ - масса Альфа-1
формула. $m_{пл2} = \rho_2 V = \frac{8}{3} \rho_2 R^3$ - масса Альфа-2

$g_1 = \frac{G m_{пл1}}{16R^2} = \frac{\pi G \rho R}{12}$ - ускорение свободного падения на Альфа-1
 ~~$g_2 = \frac{G m_{пл2}}{16R^2} = \frac{2\pi G \rho R}{3}$~~

2) $g_2 = \frac{G m_{пл2}}{16R^2} = \frac{\rho_2 \pi G R}{6}$ - ускорение свободного падения на Альфа-2
 $T = \frac{2\pi r}{v}$ - период обращения, r - радиус орбиты

$v = \sqrt{g r}$ - скорость тела

спутник 1: $T_1 = \frac{2\pi(R+0,5R)}{\sqrt{g_1 \cdot 1,5R}} = \frac{3\pi R}{\sqrt{1,5 g_1 R}} = \frac{6\pi \sqrt{2}}{\sqrt{4\pi G \rho}}$

спутник 2: $T_2 = \frac{2\pi \cdot 2,5R}{\sqrt{g_2 \cdot 2,5R}} = \frac{10\pi \sqrt{5}}{\sqrt{5\pi G \rho}}$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{10\sqrt{3}}{6\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{30}}{6}$

Ответ, 1) $\frac{\pi G \rho R}{12}$

2) $\frac{\sqrt{30}}{6}$

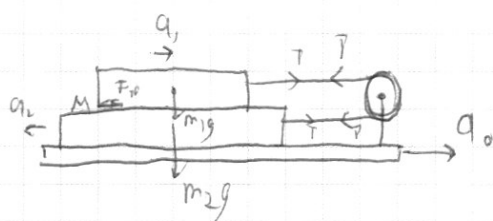


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



1) Если нет трения, то $a_1 = a_2 = a_0$, направлено в одну сторону

Усл. равновесия:

1) верхний: $T + m_1 a' = F_{TP}$ $F_{TP} = \mu m_1 g$

2) нижний: $T + F_{TP} = m_2 a'$

2) - 1) $F_{TP} - m_1 a' = m_2 a' - F_{TP} \Rightarrow 2\mu m_1 g = a'(m_1 + m_2)$

$a' \geq \frac{2\mu m_1 g}{m_1 + m_2}$ - минимальное ускорение для начала проскальзывания $\Rightarrow a_0 \geq a' = \boxed{\frac{2\mu m_1 g}{m_1 + m_2}}$

2) $a > a_0$

$T = F_{TP} - m_1 a = \boxed{m_1(\mu g - a)}$

ограничение $a \leq \mu g$

Ответ, 1) $a_0 = \frac{2\mu m_1 g}{m_1 + m_2}$

2) $T = m_1(\mu g - a)$

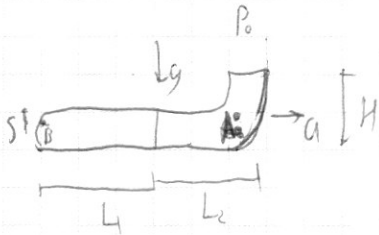


черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5



1) P_1 - давление в А. Так как правее
А нет жидкости то $P_1 = \rho_2 g H + P_0$
 $= \rho_2 g L + P_0$
(по горизонтальной жидкости не давит)

2) P_2 - давление в В

$P_2 = P_0 + \rho_2 g H + \frac{F}{S}$; $F = ma$; S - площадь сечения
трубки; $m = \rho_1 L_1 S + \rho_2 L_2 S$ - масса воды в горизонт. трубке
научнеем $P_2 = P_0 + \rho_2 g H + \frac{(\rho_1 L_1 S + \rho_2 L_2 S)g}{S} = P_0 + \rho_2 g H + \rho_1 L_1 \frac{g}{S} + \rho_2 L_2 \frac{g}{S}$

$$= P_0 + \rho_2 L g \left(\rho_2 + \frac{3\rho_1}{8} + \frac{\rho_2}{4} \right) = P_0 + \frac{Lg}{4} (5\rho_2 + 1,5\rho_1)$$

Ответ: $P_1 = \rho_2 g L + P_0$
 $P_2 = P_0 + \frac{g L}{4} (7,5\rho_1 + 5\rho_2)$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)