

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

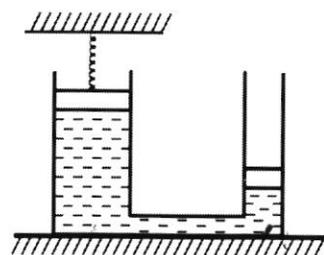
Вариант 09-02

Шифр

(заполняется секретарем)

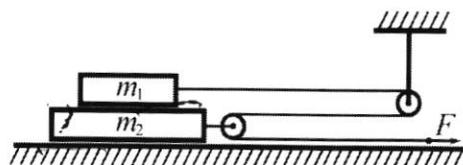
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с.
- 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/2$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/2$?
- Ускорение свободного падения $g = 10$ 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. Деформация пружины равна x . Площадь сечения левого поршня S , правого $S/3$. Трение поршней о стенки сосудов пренебрежимо мало. Ускорение свободного падения g .

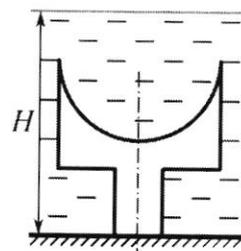


- 1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная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

4. На горизонтальном столе находятся бруски, соединённые нитью с системой блоков (см. рис.). Массы брусков $m_1 = 3m$, $m_2 = 5m$. 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 минимальную силу F , при которой нижний брусок скользит по столу, а верхний брусок движется влево относительно нижнего бруска.
5. Ко дну бассейна глубиной $H=3$ м приклеена осесимметричная конструкция (см. рис.). Клей затвердел. Верхняя поверхность конструкции – полусфера. Объём конструкции $V = 5$ дм³, площадь соприкосновения конструкции с дном через клей $S = 10$ 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.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1
Дано:
 $V_0 = 10 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
Найти:
 $t = ? \text{ с}$
 $h = ? \text{ м}$

Пусть a - ускор. камня:
 $V_0 - at = | \frac{V_0}{2} |$ - т.к. скорость по величине

$$V_0 - at = -\frac{V_0}{2} \quad V_0 - at = \frac{V_0}{2}$$

$$\frac{3V_0}{2} = at \quad \frac{V_0}{2} = at$$

$$a = g$$

$$t = \frac{3V_0}{2g} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 1,5 \text{ с}, \quad t = \frac{V_0}{2g} = \frac{10}{2 \cdot 10} = 0,5 \text{ с}$$

$$t \in \{0,5; 1,5\} \text{ с}$$

h в обоих случаях (взлёт и падение) будет одинаковым, поэтому достаточно просто подставить одно из t в ур-ние:

$$V_0 t - \frac{at^2}{2} = h \Rightarrow h = 10 \cdot 0,5 - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 6,25 \text{ м}$$

Ответ: $t \in \{0,5; 1,5\} \text{ с}; h = 6,25 \text{ м}.$

№2
Дано:
 $\rho, k, x, \frac{5}{3},$
 $g, \rho_0.$

Найти:
 h, m

$h = |h_2 - h_1|$, где h_1 - уровень воды в свод. сосуде, h_2 - в косоме и пружинной.
Распишем рав-ство давлений на дне

$$\rho_0 + \frac{kx}{S} + \rho g h_2 = \rho_0 g h_1 + \rho_0$$

$$\rho g (h_2 - h_1) = \frac{kx}{S}$$

$$h = |h_2 - h_1| = \frac{kx}{S \rho g}$$



Распишем рав-ство давл. на дне во втор. случае:

$$\rho_0 + \rho g (h_2 - x) + \frac{mg}{S} = \rho_0 + \rho g (h_1 + 3x)$$

соотношение 'пережитой' высоты $1:3$, т.е. $S_1/S_2 = 3$,
 т.к. из левого сосуда мы перелили $x \cdot S_1$, то
 в правый перешло $\frac{x}{3} \cdot S_2$.

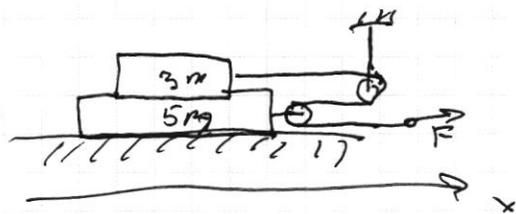
$$\Rightarrow \frac{m \rho g}{S} = \rho g (h_1 - h_2 + 4x)$$

$$m = \rho S (h_1 - h_2 + 4x)$$

Ответ: $h = \frac{kx}{S \rho g}$; $m = \rho S (h_1 - h_2 + 4x)$

нч

Пусть a - ускор. нижнего бруска
 a - ускор. верхнего бруска.



Рост. ~~силы~~ силы, действ. на бруски:

$$\begin{aligned} O x: 1. \delta.: & \left\{ \begin{aligned} 2F_0 - 8\mu mg &= 5ma \\ F_0 &= 3ma \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$2F_0 - 8\mu mg = \frac{5}{3} F_0$$

$$\frac{F_0}{3} = 8\mu mg$$

$$F_0 = 24\mu mg$$

2) Т.к. моменты крайний, то ускор. совпадают, но уже будет действ. сила трения между брусками:

$$O x: 1. \delta.: \left\{ \begin{aligned} 2F - 8\mu mg - 3\mu mg &= 5ma \\ F + 3\mu mg &= 3ma \end{aligned} \right.$$

$$O x: 2. \delta.: \left\{ \begin{aligned} 2F - 11\mu mg &= \frac{5}{3} F + 5\mu mg \\ F &= 48\mu mg \end{aligned} \right.$$

$$2F - 11\mu mg = \frac{5}{3} F + 5\mu mg$$

$$\frac{F}{3} = 16\mu mg \Rightarrow F = 48\mu mg$$

Ответ: $F_0 = 24\mu mg$;
 $F = 48\mu mg$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~3

$$G \frac{(M \cdot m)}{L^2} = F_{\text{вз}} = \text{мг}$$

$$\Rightarrow g = \frac{GM}{L^2} \Rightarrow \frac{G \cdot \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{2R^2} = \frac{G \cdot \rho \cdot 4\pi R}{2 \cdot 3}$$

На уровне спутника $g = \frac{G \rho \cdot 4\pi R}{4 \cdot 3} = \frac{G \rho \pi R}{3}$

Тогда $\omega R = g$; $T = \frac{360^\circ}{\omega}$

$$\omega = \frac{g}{R} = \frac{G \rho \pi}{3}$$

$$\Rightarrow T = \frac{3 \cdot 360^\circ}{G \cdot \rho \cdot \pi}$$

Ответ: $g = \frac{G \rho \cdot 4\pi R}{2 \cdot 3} \frac{m}{m}$; $T = \frac{3 \cdot 360^\circ}{G \cdot \rho \cdot \pi} c$

~5

Дано:
 $\rho_0 = 10 \frac{m}{cm^3}$
 $h = 3 m$

$V = 5 m^3$

$S = 10 cm^2$

$\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$

$P_0 = 100 kPa$

Найти:

$P_1 = ? kPa$

$F = ? N$

$$P_1 = P_0 + \rho_0 g h = 100000 + 30000 = 130 kPa$$

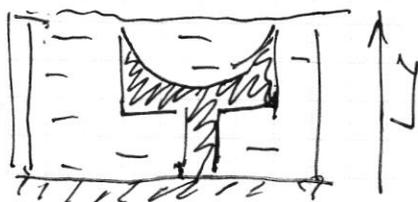
ор: $F = F_{\text{арх}} - F_{\text{г.г.}} = \rho_0 g V - P_1 \cdot S =$

$$1000 \cdot 10 \cdot \frac{5}{1000} - 130000 \cdot \frac{10}{10000} =$$

$$= 50 - 130 = -80 N$$

$\Rightarrow F = 80 N$ и действует вниз.

Ответ: $P_1 = 130 kPa$; $F = 80 N$, вниз.



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

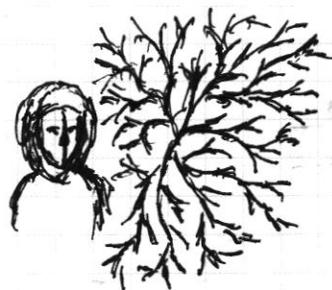
$$v_0 - at = -\frac{v_0}{2}$$

$$\frac{v_0}{2} = at$$

$$a = g$$

$$t = \frac{10}{2 \cdot 10} = 0.5 \text{ с}$$

$$h = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 5 + 5 \cdot \frac{1}{4} = 6.25 \text{ м}$$



$$t = \frac{v_0}{2a}$$

$$\rho \frac{4}{3} \pi R^3$$

m

$$\rho_0 S + \rho g h_1 = \rho g h_2 - \frac{k \Delta x}{S}$$

k Δx

$$\rho_0 S + \rho g h_1 = \rho g h_2$$

$$\rho_0 S + \rho g h_1 = \rho g h_2 + \frac{k \Delta x}{S}$$

$$\frac{k \Delta x}{S \rho g} = h_1 - h_2$$

$$\rho_0 + \rho g (h_2 - \Delta x) + \frac{mg}{S} = \rho g (h_1 + 3 \Delta x)$$

$$m = S \rho (h_1 + 3 \Delta x - h_2 + \Delta x)$$

$$m = \rho S (h_1 - h_2 + 4 \Delta x)$$

$$F_0 + 11 \mu \text{mg} = 3 \text{ mN}$$

$$2F = 3 \mu \text{mg} - 8 \mu \text{mg} = 5 \text{ mN}$$

$$2F - 11 \mu \text{mg} = \frac{5}{3} F_0 + 5 \mu \text{mg}$$

$$\frac{F}{3} = 16 \mu \text{mg}$$

$$F = 48 \mu \text{mg}$$

$$= 5 \text{ mN}$$

$$F_0 = 3 \text{ mN}$$

$$8 \mu \text{mg} = 11 \text{ mN}$$

$$\frac{2}{3} F_0$$

$$8 \mu \text{mg} = \frac{11}{3} F$$

$$F = \frac{24}{11} \mu \text{mg}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)