

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

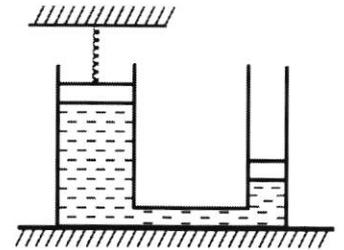
Вариант 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с. *Белл*
- 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 .

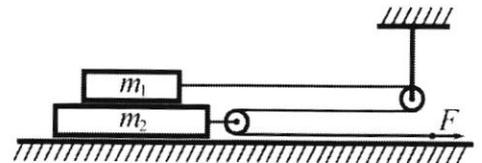


- 1) Найдите разность h уровней жидкости в сосудах.
- 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной. *сп.*

3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная G . Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

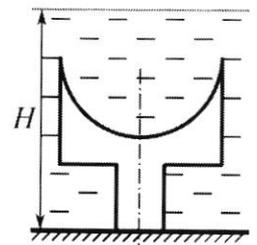
- 1) Найдите ускорение g свободного падения на расстоянии $3R$ от центра планеты.
- 2) Найдите период T обращения спутника. *Такое же*

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. *сп.*
- 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.

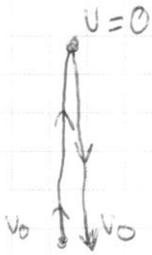


- 1) Найдите давление P_1 вблизи дна. *Мел*
- 2) Найдите величину F силы (с указанием направления), с которой вода действует на конструкцию.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Камешь летим примерно так:



Скорость зависит от времени

как $v(t) = v_0 - gt$

 $|v|$ будет равно $v_0/2$ 2 раза -

через 0,5с и через 1,5с

$$\text{Из Ф-лы } S = \frac{v_0^2 - v^2}{2g} \rightarrow h = \frac{v_0^2 - (v_0/2)^2}{2g} = \frac{100 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 25 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м}/\text{с}^2}$$

$$= \frac{75 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м}/\text{с}^2} = 3,75 \text{ м}$$

Оба раза высота одинаковая

Ответ: 1) 0,5с и 1,5с ; 2) 3,75 м

МЗ
П.1. Масса шара равна $\frac{4}{3} \pi R^3 \rho$.

Сила притяжения равна

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

~~Равно~~

Радиус $r = 3R$

$$F = m \cdot \frac{4\pi R^3 \rho}{27R^2}$$

Фактически этот

П.2

Фактически, спутник движется по орбите

радиуса $2R$ с центростремительным ускорением

$$G \frac{4\pi R^3 \rho}{12R^2}$$

Тогда его линейная скорость $\sqrt{\frac{4G\pi R^4 \rho}{12R^2}} = \sqrt{\frac{2\pi R^2 \rho G}{3}}$

Длина окр-ин по которой гвурдлмса

мело равна $2\pi R = 4\pi R$

Тогда время равно $\frac{L}{v} = \frac{4\pi R}{\sqrt{\frac{2\pi R^2 \rho G}{3}}}$

Объем: 1) $g = G \frac{4\pi R^3 \rho}{27 R^2}$; 2) $T = \frac{4\pi R}{\sqrt{\frac{2\pi R^2 \rho G}{3}}}$

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

Н5

Рассмотрим конструкцию по закону Килля (погружение шара)

на нее действует выталкивающая сила

равная $V \rho g$. Все законная из-за что

перестала действовать сила $P_1 S$ (т.к. нет погружения).

$$P_1 = P_0 + \rho g H_0$$

$$F = V \rho g - P_0 S - \rho g H_0 S = V \rho g - P_1 S$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{5}{10} - \frac{10 \cdot 0,5^2}{2} = 0,5 - \frac{10}{8} = 0,5 - 1,25 = -0,75$$

$$\frac{m^3 \cdot m}{m^3 \cdot m^2} = \frac{m}{m^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Расчеты:

$$P_1 = \cancel{100 \text{ кПа} + 1000} \quad 100 \cdot 10^3 + 1000 \cdot 10 \cdot 3 = (100 + 30) \cdot 10^3 =$$

$$= 130 \text{ кПа}$$

$$F = \cancel{5000 \cdot 1} \cdot \cancel{10} \cdot \cancel{1000} \quad 5000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 - P_1 S =$$

$$= \cancel{130000 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 130 \quad 50 - 130000 \cdot 10 \cdot 10^{-4} = 50 - 130$$

$$= -80 \text{ Н}$$

Предполагалось, что сила направлена вверх, но она отри-

цательна, значит направление равно вниз

(через силу компенсируем силу атмосферной)

Ответ: 1) 130 кПа 2) 80 Н, направлена вертикально

вниз



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

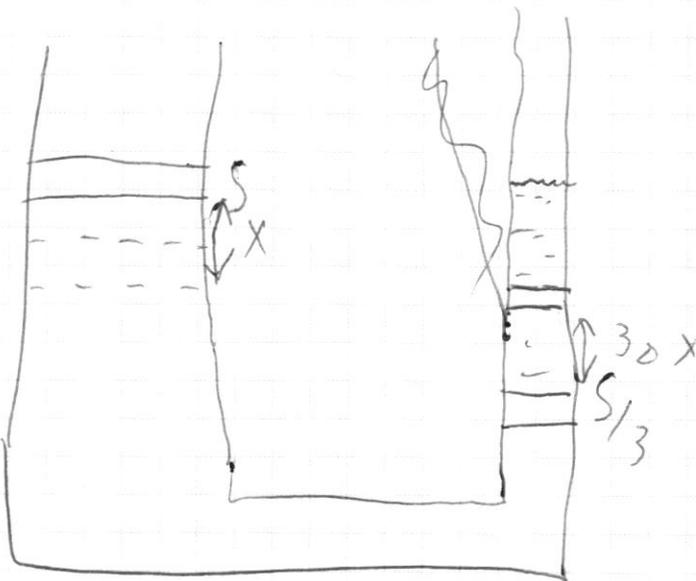
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

Получили $\rho g h S = K \Delta L = kx$.

$$h = \frac{kx}{\rho g S}$$

Пружина пруж - сила веса.

Рассчитаем изменение потенциальной энергии пружины



Теперь надо найти

$$\text{высотой } ~~h+x~~ h + \frac{4}{3}x =$$

$$= h + \frac{4}{3}x$$

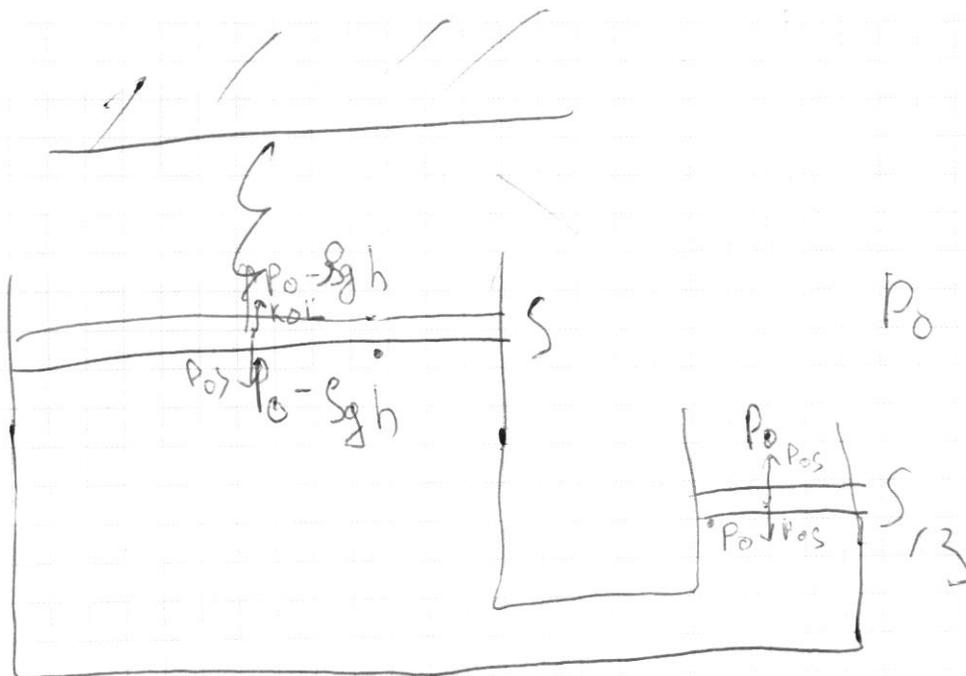
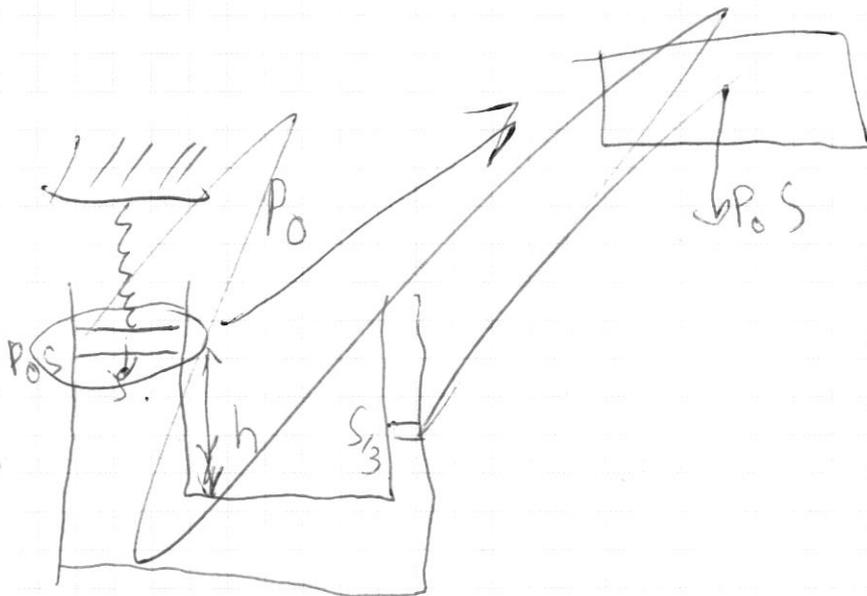
$$\text{Сила массы } - \frac{(h + \frac{4}{3}x) \cdot S \cdot \rho}{3}$$

$$\text{Т.р. на изменение пруж. энергии } = \frac{\left(\frac{kx}{\rho g S} + \frac{4}{3}x \right) \cdot S \cdot \rho}{3}$$

3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

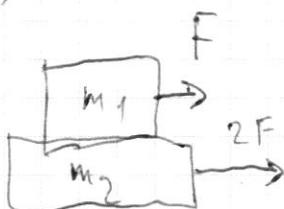
№ 2



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 49

1)



4-й блок и 2-й грузом

Т. к. Трение нет:

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

$$\frac{F}{3\mu} = \frac{2F - 8\mu g}{5\mu}$$

$$5F - 24\mu g = 5F$$

$$F = 24\mu g$$

Ответ: 1) $24\mu g$ 2) $9\mu g$

П.2.

где μ коэффициент трения
и $F_{\text{тр}}$ сила трения (равна μN).

$$a_1 = \frac{F - \mu mg}{m_1} = \frac{F}{m_1} - \mu g = \frac{F}{3m} - \mu g$$

$$a_2 = \frac{2F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_2} = \frac{2F - 8\mu g}{5m} =$$

$$= \frac{2F}{5m} - \frac{8\mu g}{5m} = \frac{2F}{5m} - \frac{8}{5}\mu g$$

$a_2 > a_1$, т.е.

$$\frac{F}{3m} - \mu g < \frac{2F}{5m} - \frac{8}{5}\mu g \quad (\cdot 15m)$$

$$5F - 15\mu mg < 6F - 24\mu g$$

$$9\mu mg < F$$

То есть минимальная сила равна $9\mu mg$