

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 9

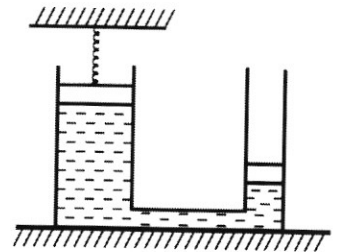
Вариант 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

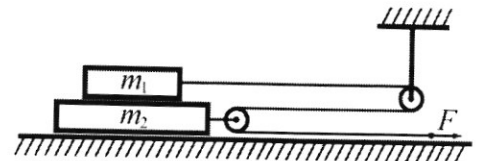
1. Школьник бросает камень вертикально вверх с начальной скоростью $V_0 = 12$ м/с.
 - 1) Через какое время t после старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
 - 2) На какой высоте h , отсчитанной от точки старта скорость камня будет равна по величине $V_0/3$?
- Ускорение свободного падения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



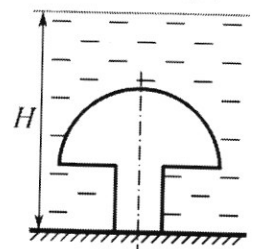
- 1) Найдите деформацию x пружины.
 - 2) Найдите массу m груза, который следует положить на правый поршень, чтобы пружина стала недеформированной.
3. Спутник обращается по круговой орбите вокруг планеты. Высота орбиты $h = 0,5R$, здесь R – радиус планеты. Плотность планеты ρ . Гравитационная постоянная 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$v_0 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

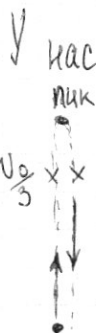
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$gt = \Delta v$$

$t - ?$

$$1.) \quad |v_0 - gt| = \frac{v_0}{3}$$



будет два таких момента: после тика до тика

знаем

$$gt_1 = v_0 - \frac{v_0}{3} = \frac{2}{3} v_0$$

$$gt_2 = v_0 + \frac{v_0}{3} = \frac{4}{3} v_0$$

$$t = (t_1; t_2)$$

$$t_1 = \frac{2v_0}{3g}$$

$$t_2 = \frac{4v_0}{3g}$$

$$t_1 = 0,8 \text{ сек.}$$

$$t_2 = 1,6 \text{ сек.}$$

первый раз

второй раз

2.) $h - ?$

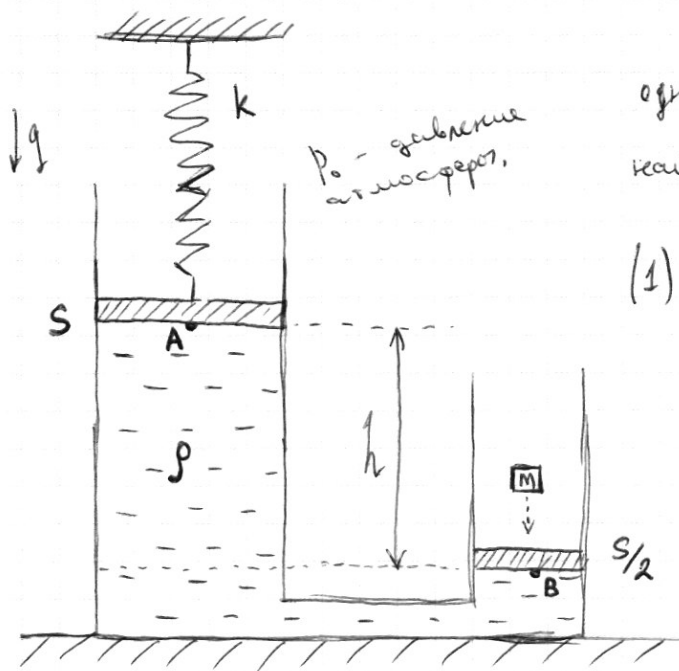
$$h = \frac{v_0}{3} t_1 + (v_0 - \frac{v_0}{3}) \frac{t_1}{2}$$

$$h = 3,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 3,2 \text{ м} = 6,4 \text{ м}$$

← второй раз на той же высоте.

Ответ: $t_1 = 0,8 \text{ сек}$ - до тика. $t_2 = 1,6 \text{ сек}$ - после тика
 $h = 6,4 \text{ м}$.

№2. $P_r = \rho gh$. $P = \frac{F}{S}$

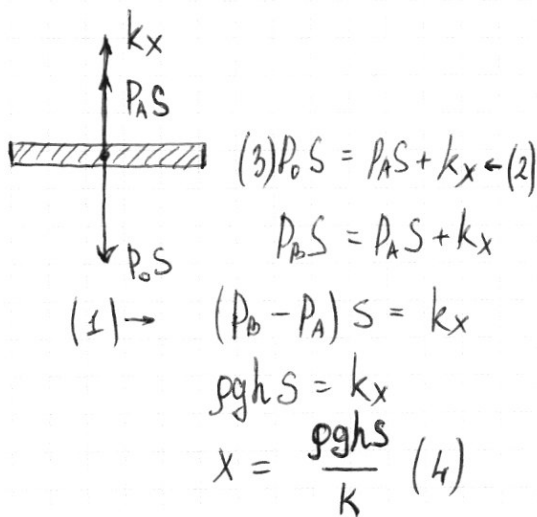
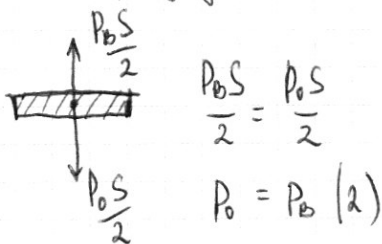


Точки А и В находятся в однородной жидкости → мы можем найти разницу давлений P_A и P_B .

(1) $P_B = P_A + \rho gh$ → т.к. $\rho gh > 0$, то пружина растянута.

Теперь рассмотрим силы, действующие на поршень площадью S :

Рассмотрим силы, действующие на поршень площадью $S/2$:



Чтобы пружина стала недеформированной, надо это

$P_A' = P_0$

и также $h' = h + x + \frac{S}{2}x = h + 3x$ (5)

Тогда $P_B' = P_A' + \rho gh' = P_0 + \rho g(3x + h)$ (6)

Рассмотрим новые силы, действующие на поршень $S/2$:



$P_B' \frac{S}{2} = mg + P_0 \frac{S}{2}$ (7)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(7)(6) \rightarrow (\rho_0 + \rho g(3x+h)) \frac{S}{2} = mg + \rho_0 \frac{S}{2}$$

$$\rho g(3x+h) \frac{S}{2} = mg$$

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

$$m = \frac{\rho(3x+h)S}{2} \leftarrow (4)$$

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

Ответ:

$$m = \frac{\rho h S (3 \rho g S + k)}{2k}; \quad x = \frac{\rho g h S}{k}$$

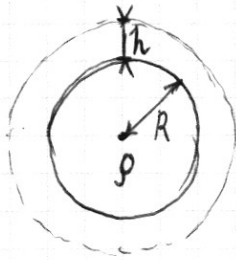
N3

G, R, ρ, h

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{GM}{a^3}}$$

$$g = G \frac{Mm}{mr^2}$$

$$a = R + h = 1,5R$$



Для начала найдем массу шарика M .

$$M = V\rho = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$$

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

$$r = 2R. \\ (\text{по условию.})$$

Теперь T - период орбиты спутника.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{GM}{a^3}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4G\pi R^3\rho}{3 \cdot 1,5^3 R^3}} = 4 \sqrt{G \frac{\pi^3 \rho}{3 \cdot 1,5^3}} = \frac{4}{g} \sqrt{8G\pi^3\rho}$$

$$T = \frac{8}{g} \sqrt{2G\pi^3\rho}$$

$$\text{Откуда: } g = G \frac{\pi R\rho}{3}; \quad T = \frac{8}{g} \sqrt{2G\pi^3\rho}$$

N5

$$H = 2,5 \text{ м}$$

$$V = 8 \text{ гм}^3$$

$$S = 20 \text{ см}^2$$

$$\rho = 1 \text{ гсм}^3$$

$$P_0 = 100 \text{ кПа}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$P_1 = ?$$

$$F = ?$$

$$F_A = \rho V g$$

$$\Delta F = P_1 S$$

т.к. F - сумма всех сил давления, а F_A - есть боковое давление. А так он есть \rightarrow вверх.

$$\Delta P_1 = \rho g H = 25000 \text{ Па} = 2,5 \text{ кПа}$$

$$P_1 = P_0 + \Delta P_1$$

$$P_1 = 102,5 \text{ кПа}$$

$$F = F_A - \Delta F$$

$$F = \rho V g - P_1 S = 80 \text{ Н} - 205 \text{ Н} = -125 \text{ Н}$$

$$F = 125 \text{ Н, но вниз.}$$

$$\text{Откуда: } P_1 = 102,5 \text{ кПа}; \quad F = 125 \text{ Н вниз (по оси).}$$

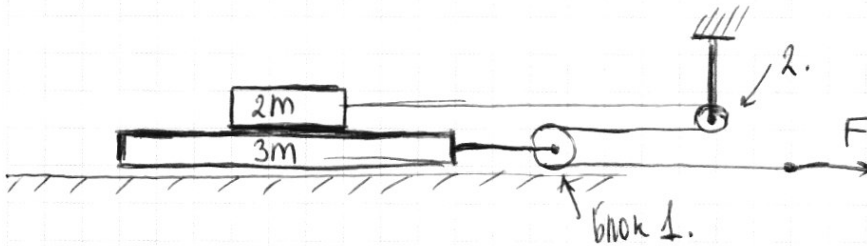
$$F_A = \rho g V$$

$$P = \rho g h$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4. $F = ma$.

$F_{\text{тр}} = N\mu$

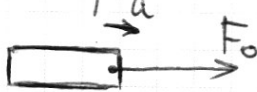


1.) $F_0 = ?$

Если трения между $2m$ и $3m$ нет, значит у них одинаковое ускорение, а также отсутствуют горизонтальные силы.

Рассмотрим вертикальные силы, действующие на

m_1 :



Значит $a = \frac{F_0}{2m}$

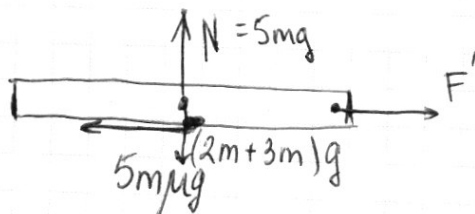
$F_0 = 2ma$. (1)

Силы, действующие на блок 1:



$F' = 2F_0$. (2)

Все на m_2 :



(2) $\rightarrow F' = 5mg + 3ma$

$2F_0 = 5mg + 3ma$

$4ma = 5mg + 3ma$

$ma = 5mg$

$F_0 = 10mg$. (3)

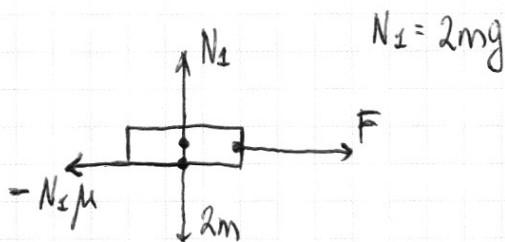
2) $F = ?$

Тум a_1 должно быть меньше a_2 . $a_1 < a_2$.

Но мы рассмотрим пограничный случай, когда $a_1 = a_2$, но при любом увеличении F $a_1 < a_2$.

Рассмотрим силу, действующую на m_1 :

$$a_1 = a_2 = a'$$

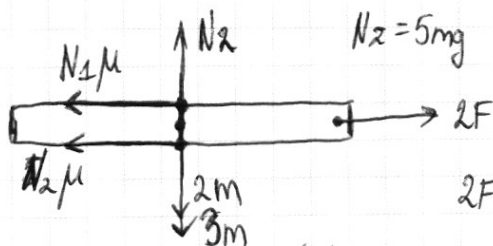


$$F = -N_1\mu + 2ma_2$$

$$F = -2m\mu g + 2ma_2$$

$$F = 2ma_2 - 2m\mu g \quad (3)$$

на m_2 :



$$2F = N_1\mu + N_2\mu + 3ma_2$$

$$(3) \rightarrow 2F = 2m\mu g + 5m\mu g + 3ma_2 \quad (4)$$

$$2(2ma_2 - 2m\mu g) = 7m\mu g + 3ma_2$$

$$4ma_2 - 4m\mu g = 7m\mu g + 3ma_2$$

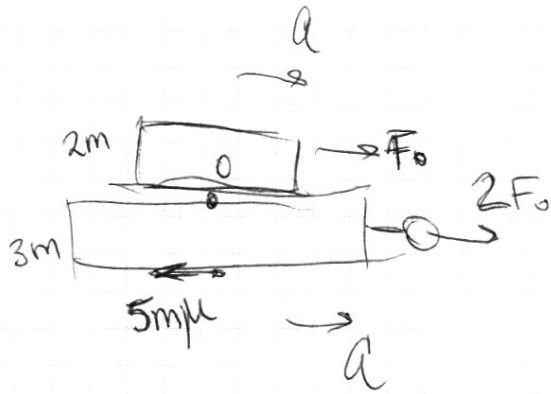
$$ma_2 = 11m\mu g \quad (5)$$

$$F = 2ma_2 - 2m\mu g = 22m\mu g - 2m\mu g = 20m\mu g$$

$$F = 20m\mu g$$

Ответ: $F_0 = 10m\mu g$; $F = 20m\mu g$.

№4. Ускорение.



$$a = \frac{F_0}{2m} \quad F_0 = 2ma$$

$$3F_0 = 5ma + 5m\mu$$

$$6ma = 5ma + 5m\mu$$

$$ma = 5m\mu$$

$$F_0 = 10m\mu$$

Russian Road Rage!!!

Знаешь, раньше было забавно...
 Не то свернул не туда и чуть стал замешкаться,

И так ходишь...

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sqrt{6400} \cdot 10^3 \text{ м.}$$

$$\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6400 \cdot 10^3 \text{ м})^2} = \frac{X \cdot 10^{13}}{X}$$

$$\frac{\text{Мм}}{\text{м}^2}$$

Ыа.

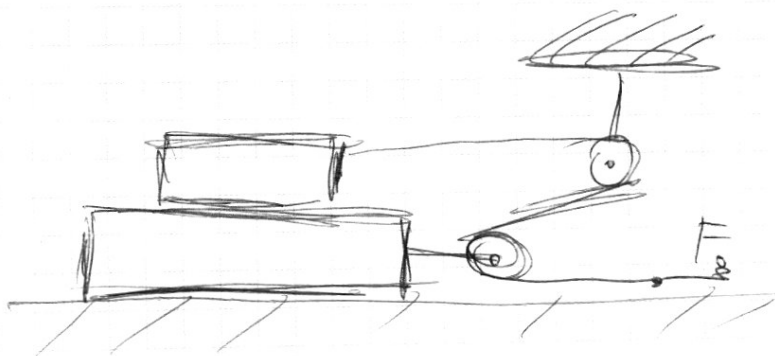
$$3 \cdot 3^3 \cdot 0,5^3$$

$$\frac{1}{0,5} = 2$$

$$3^4$$

$$\sqrt{3^4}$$

$$3^2 = 9$$



$$\frac{102,500 \cdot 20 \cdot 10^{-4}}{205 \text{ Н}}$$



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)