

Без проверки решения

Средняя плотность человеческого тела равна  $1070 \text{ кг/м}^3$ . Какой объём воды в литрах вытеснит из полностью заполненной ванны человек массой  $70 \text{ кг}$  при полном погружении в неё?

Решение:

Так как человек полностью погружен в воду, а жидкость несжимаема, то объём вытесненной воды равен объёму тела человека. Объём тела  $V$  связан с плотностью  $\rho$  и массой  $m$  соотношением

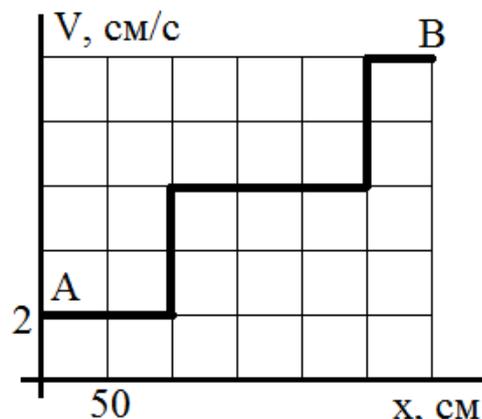
$$V = \frac{m}{\rho}; \quad V = \frac{70}{1070} = 6,54 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Так как  $1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л}$ , то получаем  $V = 65,4 \text{ л}$ .

Ответ:  $V = 65,4 \text{ л}$

С проверкой решения

10. (6 баллов) Робот - пылесос движется по прямой со скоростью, которая меняется в зависимости от степени чистоты пола. График зависимости его скорости от пройденного расстояния  $x$  приведён на рисунке. Сколько времени робот будет пылесосить отрезок АВ (4 балла)? Чему равна средняя скорость движения робота (2 балла)?



Решение:

По графику видим, что движение робота состоит из трех участков:

- на первом участке робот двигался со скоростью  $2 \text{ см/с}$  и прошел путь  $100 \text{ см}$ ,

поэтому время движения его равно  $t_1 = \frac{100}{2} = 50 \text{ с}$  (1 балл);

- на втором участке со скоростью  $6 \text{ см/с}$  робот прошел путь  $150 \text{ см}$ , время движения робота равно  $t_2 = \frac{150}{6} = 25 \text{ с}$  (1 балл);

- на третьем участке робот прошел путь  $50 \text{ см}$  со скоростью  $10 \text{ см/с}$ , затратив на это время  $t_3 = \frac{50}{10} = 5 \text{ с}$  (1 балл).

Время движения робота равно

$$t = t_1 + t_2 + t_3;$$

$$t = 50 + 25 + 5 = 80 \text{ с}.$$

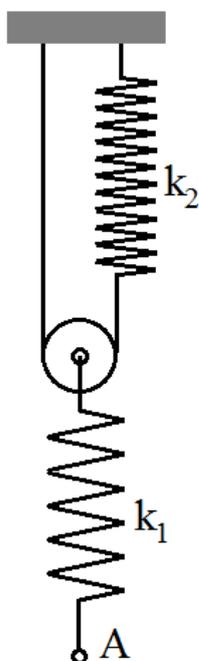
(1 балл)

Средняя скорость движения определяется отношением пути, пройденного роботом к времени движения робота

$$V_{cp} = \frac{\text{весь путь}}{\text{всё время}};$$

(2 балла)

$$V_{cp} = \frac{300}{80} = 3,75 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$



11. (7 баллов) На сколько опустится вниз точка А, если к ней подвесить груз массой 2 кг? Коэффициенты упругости пружин равны  $k_1 = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ;  $k_2 = 50 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .

Решение:

Сила упругости первой (нижней) пружины при подвешивании в точке А груза равна

$$F_{\text{упр1}} = mg = k_1 \cdot \Delta x_1. \quad (1)$$

Понятно, что тогда первая пружина растянется на

$$\Delta x_1 = \frac{mg}{k_1} = 0,2 \text{ м}. \quad (2)$$

Сила упругости второй пружины в два раза меньше силы упругости

первой пружины (подвижный блок, см. рисунок с силами), поэтому

$$F_{\text{упр2}} = \frac{F_{\text{упр1}}}{2} = \frac{mg}{2} = k_2 \cdot \Delta x_2. \quad (3)$$

Величина растяжения второй пружины равна

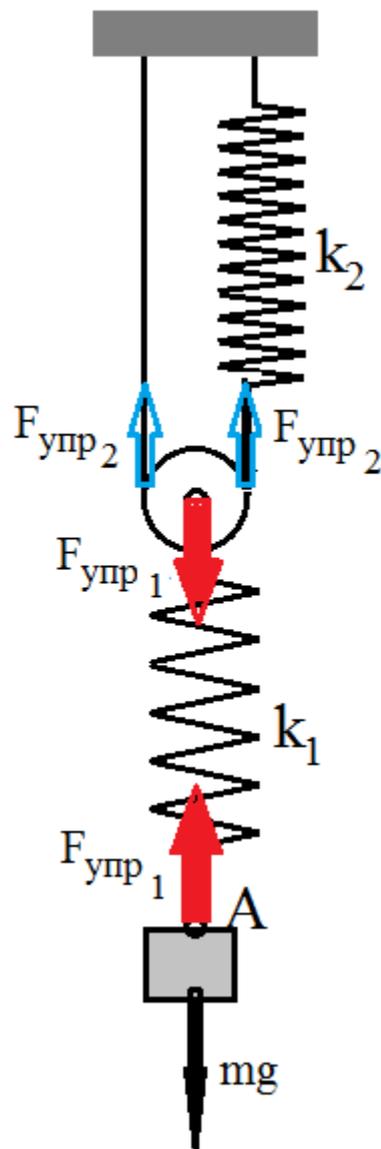
$$\Delta x_2 = \frac{mg}{2k_2} = 0,2 \text{ м}. \quad (4)$$

Если вторая пружина растянется на  $\Delta x_2$ , то ось

блока опустится на  $\frac{\Delta x_2}{2}$ , а так как при этом еще и

нижняя пружина удлиняется на  $\Delta x_1$ , то в сумме точка А опустится на расстояние

$$\Delta x = \frac{\Delta x_1}{2} + \Delta x_2 = 0,3 \text{ (м)} = 30 \text{ см}. \quad (5)$$



Определена сила упругости первой пружины, записано соотношение (1)	0,5
Определено растяжение первой пружины	0,5

Верно записано соотношение для силы упругости второй пружины	1
Определена величина деформации второй пружины	1
Правильно определено, на сколько вниз опускается ось блока	2
Правильно определено смещение точки А	2
<p>Если есть другие решения, то следует оценивать их из соображения разумности – принципиальная часть - подвижный блок + пружины+ равновесие.</p> <p>В случае таких решений оценивание производится следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- если есть полное подробное и правильное решение, то ставится 7 баллов;</li> <li>- если ответ правильный, но нет объяснений, то баллы следует уменьшать пропорционально тому, сколько есть необъясненных мест, но менее 5 баллов ставить не следует;</li> <li>- если без объяснений записан правильный ответ, то выставляется 1 балл.</li> </ul>	

12 (6 баллов) На столе стоит пластилиновый куб. Давление, оказываемое им на стол, равно 100 Па. Сверху на пластилин положили стальной куб, ребро которого больше в три раза ребра пластилинового куба. Пластилин под тяжестью стального куба расплющился так, что площадь его контакта со столом увеличилась в два раза. Чему теперь равно давление на стол? Плотность пластилина 1400 кг/м<sup>3</sup>, плотность стали 8700 кг/м<sup>3</sup>.

Решение:

Пусть на столе стоит пластилиновый куб, давление, оказываемое им на стол, равно

$$p_1 = \frac{m_{пл}g}{a^2}.$$

Здесь  $g$  – ускорение свободного падения,  $a$  – длина ребра куба,  $m_{пл}$  – масса пластилинового куба, равная  $m_{пл} = \rho_{пл}a^3$ .

Из записанных соотношений определяем длину ребра куба

$$a = \frac{p_1}{\rho_{пл}g}; \quad a = 7,14 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Масса стального куба равна

$$M = \rho_{ст}(3a)^3 = 27\rho_{ст}a^3.$$

Площадь расплющенного пластилина равна  $2a^2$ , поэтому давление, расплющенного пластилина вместе со стоящим на нем стальным кубом на стол, равно

$$p_2 = \frac{m_{пл}g + Mg}{2a^2} = \frac{p_1}{2} + \frac{27\rho_{ст}ag}{2} = \frac{p_1}{2} \left( 1 + \frac{27\rho_{ст}}{\rho_{пл}} \right);$$

$$p_2 = 8439 \text{ Па}.$$

Для пластилинового (стального) куба записано выражение «масса, плотность, объем» в явном или неявном виде	1
Найдено давление пластилинового куба на стол	1
Правильно определен объем стального куба $27a^3$	1
Записано правильное выражение для давления во втором случае	2
Получен правильный числовой ответ	1
Возможно решение не в общем виде: тогда нужно оценивать по ответам	
Длина ребра пластилинового куба 7,14 мм	1 балл
Масса пластилина 0.5 г	1 балл
Объем стального куба $9,83 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$	1 балл
Масса стального куба 81 г	1 балл
Площадь пятна от расплющенного пластилина 102 кв.мм	1 балл
Правильно посчитано давление	1 балл