

3.2. Примеры оценивания ответов на задания 29-32

Задание 1

Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S = 100 \text{ см}^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T . Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на $h = 5 \text{ см}$. Найдите силу натяжения нити T .

Возможное решение	
1. Условие равновесия шара в первом случае: $F_{A1} = T + mg, \quad (1)$ где $F_{A1} = \rho V_1 g$ – сила Архимеда, действующая на шар в первом случае, V_1 – объём части шара, погружённой в воду в первом случае (в данной задаче это объём всего шара), m – масса шара и ρ – плотность воды. 2. Условие равновесия шара во втором случае: $F_{A2} = mg, \quad (2)$ где $F_{A2} = \rho V_2 g$ – сила Архимеда, действующая на шар во втором случае, V_2 – объём части шара, погруженной в воду во втором случае. 3. Вычтем из уравнения (1) уравнение (2) и, учитывая, что $V_1 - V_2 = Sh$, получим: $T = \rho g (V_1 - V_2) = \rho g Sh = 10^3 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05 = 5 \text{ Н}.$ Ответ: $T = 5 \text{ Н}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>условия равновесия шара для двух случаев, закон Архимеда</u>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)	2

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Работа 1.1 (3 балла)

28) Дано: $S_{\text{дн}} = 100 \text{ см}^2$, $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, $h = 5 \text{ см}$

СИ: $0,01 \text{ м}^2$, 1000 кг/м^3 , $0,05 \text{ м}$

Решение:

1) Векторная сумма всех сил, действующих на шар, погружённый в воду, равна нулю, т.к. шар находится:

$\rho_{\text{дерева}} = 400 \text{ кг/м}^3$

Спроецируем силы, действующие на шар, на ось OY:

Уч: $F_A - mg - T = 0;$

Формула силы Архимеда:

$$F_A = \rho_{\text{жид.}} \cdot g \cdot V_{\text{погр. тела}}$$

Формула массы тела:

$$m = \rho_{\text{тела}} \cdot V_{\text{тела}}$$

$\rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot V_{\text{погр.}} - \rho_{\text{дерева}} \cdot V_{\text{погр.}} \cdot g = T;$

2) Когда перерезут нить и шар висеть, то сила Архимеда будет уравновешивать силу тяжести:

$$F_A' = mg;$$

$[x]$ - отношение объема всего шара к погруженной его части

$$\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{V_{\text{ш}}}{x} = \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} \cdot g;$$

$$\frac{\rho_{\text{ж}}}{x} = \rho_{\text{ш}}; \Rightarrow x = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ш}}} = \frac{5}{2};$$

$$\frac{2 \cdot V_{\text{ш}}}{5} = 0,4 V_{\text{ш}} - \text{объем погруженной части шара.}$$

F_A' будет уравновешивать mg , поэтому:

$$(F_A') \quad (mg)$$

$$\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot 0,4 V_{\text{ш}} = \rho_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}} \cdot g;$$

$$3) V_{\text{ш}} = 0,4 V_{\text{ш}} = 0,6 V_{\text{ш}} - \text{объем погруженной части}$$

П.к. при всплывании шара уровень воды уменьшится на h , но сторонам равнодействующей:

$$0,6 V_{\text{ш}} = S \cdot h;$$

Ответ: $T = 5 \text{ МН}$.

$$T = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot S \cdot h = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 5 \text{ Н}$$

Представлено полностью верное решение «по частям» с промежуточными вычислениями. Работа оценивается в 3 балла.

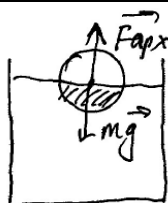
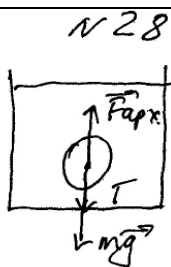
Работа 1.2 (2 балла)

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 = 1 \text{ м}^2$$

$$\Delta h = 0,05 \text{ м}$$

$$T = ?$$



Решение:

Первоначально ~~на~~ сила натяжения нити T и сила тяжести mg будут держать шарик у дна, а $F_{\text{Арх}}$ будет препятствовать этому.

$$F_{\text{Арх}1} = T + mg \quad (1)$$

Во втором случае, когда нить оборвется, шарик всплывет и будет уравновешен силой тяжести и силой Архимеда $F_{\text{Арх}2}$

$$F_{\text{Арх}2} = mg \quad (2)$$

Подставив mg из (1) уравнение во второе (2) получаем

$$T = F_{\text{Арх}} - F_{\text{Арх}2} = \rho_m g V_1 - \rho_m g V_2 = \rho_m g (V_1 - V_2) = \rho_m g \Delta V$$

$$\Delta V = S \cdot \Delta h = 1 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 0,05 \text{ м}^3$$

$$T = 1000 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,05 \text{ м}^3 = 500 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 500 \text{ Н}$.

Представлено верное решение, но допущена ошибка при переводе единиц в СИ, что привело к неверному ответу. Работа оценивается 2 баллами.

Работа 1.3 (1 балл)

28) Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2$$

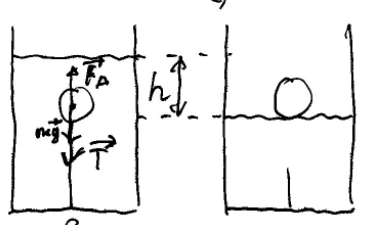
$$h = 8 \text{ см}$$

$$\rho_m = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_g = 400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Т = ?

Решение



$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (2\text{-й з. Ньютона})$$

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$mg + T = F_A$$

$$\text{или } T = F_A - mg$$

$$\begin{cases} F_A = \rho_g g V \\ V = h S \\ m = \rho_m g V \end{cases}$$

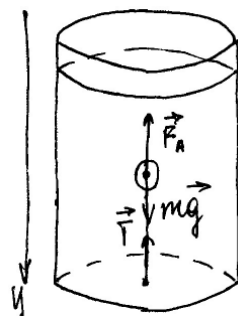
$$T = \rho_m g h S - \rho_g g h S$$

$$T = g h S (\rho_m - \rho_g)$$

$$\text{Ответ: } 3 \text{ Н} \quad T = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,01 \cdot (1000 - 400) = 3 \text{ Н}$$

Допущена ошибка для второго положения шара (располагается на поверхности воды). Из необходимых законов записано условие равновесия для первого случая и формула для силы Архимеда. Работа оценивается в 1 балл по критерию отсутствия одной из исходных формул.

Работа 1.4 (0 баллов)



По ~~второму~~ закону Ньютона - ^{сумма} ~~сумма~~ всех сил, действующих на тело = 0.

$$+\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0; \text{ спроектируем на ось } OY:$$

$$-F_A + mg - T = 0 \Rightarrow T = -F_A + mg$$

$$F_A = \rho_g g V_m, \text{ где } V_m - \text{объем тела};$$

$$V_1 = S_m \cdot h = 0,01 \text{ м}^3; V_2 = S_m (h + 0,05) = 0,015 + 0,0005 \text{ м}^3$$

$$V_m = 0,0005 \text{ м}^3; m_m = V_m \rho_m = 0,0005 \cdot 400 = 0,2 \text{ кг};$$

$$T = -10^3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-1} \cdot 10 = 15 \text{ Н}; \text{ Ответ: } T = 15 \text{ Н}$$

Неверно записан второй закон Ньютона для первого положения шара. Допущена ошибка в определении объема погруженной части шара во втором случае. Работа оценивается 0 баллов.