

Условие

Задание 2. Вспомним Архимеда! (состоит из двух не связанных между собой задач)

2.1 Какие весы лучше? Правило рычага сформулировано Архимедом! На основе этого правила работают простейшие рычажные весы. Сконструируем такие весы: возьмем тонкий жесткий прямой стержень, закрепим его так, чтобы он мог свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр стержня, на концы стержня подвесим одинаковые чашечки. Расстояния от оси вращения до точки подвеса чашечек обозначим L . Усовершенствуем весы, добавив к ним стрелку, которую прикрепим к центру стержня перпендикулярно ему. Рядом с концом стрелки расположим угломерную шкалу, позволяющую измерять угол отклонения α стрелки до $\alpha_{\max}$ в каждую сторону. Стрелку можно считать однородным стержнем длины h и массы m_0 .

2.1.1 Какие весы лучше, со стрелкой вверх, или со стрелкой вниз? Обсудите. 2.1.2 Какую максимальную массу можно измерить на «лучших» весах без использования гирь – разновесов, а используя только измерение угла отклонения стрелки?

2.2 Сила давления и сила Архимеда.

На поверхности воды плавает шарик радиуса $R = 5,00$ см, наполовину погруженный в воду. 2.2.1 Чему равна масса шарика? 2.2.2 Чему равна суммарная сила давления воды на поверхность шарика? Атмосферное давление $P = 1,00 \cdot 10^5$ Па. Плотность воды $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Объем шара рассчитывается по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, площадь поверхности шара $S = 4\pi R^2$

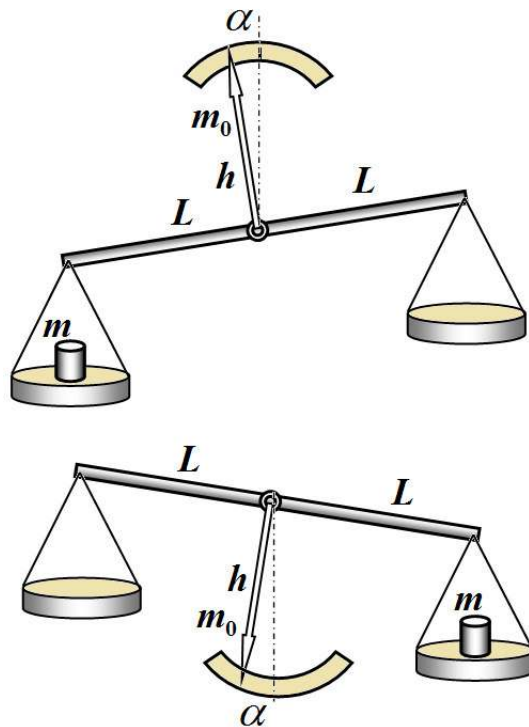
Решение

Задание 2. Вспомним Архимеда!

2.1 Какие весы лучше?

2.1.1 Весы со стрелкой вверх являются неустойчивыми, а со стрелкой вниз устойчивыми. Это легко обосновать, рассматривая небольшие отклонения от положения равновесия. Так для весов со стрелкой вниз, нарушение равновесия, вызванной разностью масс грузов на чашках весов, компенсируется возрастающим моментом силы тяжести, действующих на стрелку.

2.1.2 При отклонении на максимальный угол выполняется равенство моментов сил



$$m_0 g \frac{h}{2} \sin \alpha_{\max} = m g L \cos \alpha_{\max} \quad (1)$$

Откуда следует выражение для максимальной массы, которую можно взвесить на данных весах

$$m \leq \frac{m_0 h}{L} \operatorname{tg} \alpha_{\max} \quad (2)$$

2.2 Сила давления и сила Архимеда.

На поверхности воды плавает шарик радиуса $R = 5,0$ см, наполовину погруженный в воду.

2.2.1 Так как шарик наполовину погружен в воду, то условие его плавания (сила тяжести уравновешена силой Архимеда) имеет вид

$$m g = \frac{1}{2} \rho g \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (1)$$

Откуда следует, что масса шарика равна массе воды в половине объема шарика

$$m = \frac{2}{3} \rho \pi R^3 = \frac{2}{3} 1,0 \cdot 10^3 \pi (5,0 \cdot 10^{-2})^3 = 0,26 \text{ кг} \quad (2)$$

2.2.2 При отсутствии атмосферного давления суммарная (векторная!) сумма сил давления на нижнюю половину шарика равна силе Архимеда, и равной ей силе тяжести, т.е.

$$F_1 = m g = 2,6 \text{ Н} \quad (3)$$

Атмосферное давление увеличивает однородно давление воды. Поэтому дополнительная сила давления воды, обусловленная атмосферным давлением равна силе давления на поперечное сечение шарика, т.е.

$$F_2 = P \cdot \pi R^2 = 1,0 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot (5,0 \cdot 10^{-2})^2 = 785 \text{ Па}. \quad (4)$$

Таким образом, суммарная сила давления равна

$$F = P \cdot \pi R^2 + m g = 1,0 \cdot 10^5 \cdot \pi \cdot (5,0 \cdot 10^{-2})^2 = 788 \text{ Па}. \quad (5)$$