

**8.2.** Однородный брусок в виде параллелепипеда из материала с плотностью  $\rho$  и размерами  $a \times b \times b$  ( $b < a$ ) стоит квадратной гранью на дне большого аквариума, в который до уровня  $h$  налита вода ( $h < a$ ,  $\rho_в < \rho$ , где  $\rho_в$  – плотность воды). Какую минимальную силу надо приложить к бруску, чтобы он начал наклоняться, вращаясь относительно нижнего ребра? Брусок по дну аквариума не скользит. Ускорение свободного падения равно  $g$ .

*Решение.*

Искомая сила будет минимальной, если приложить ее **перпендикулярно** плечу максимально возможной длины, которым в данном случае является диагональ боковой грани бруска.

В начальной стадии вращения (как только нижняя грань оторвалась от дна аквариума) на брусок действуют следующие силы:

- приложенная перпендикулярно к верхнему ребру и диагонали грани  $a \times b$  искомая сила  $F$ ;

- приложенная к центру масс сила тяжести  $mg$ ;

- приложенная к центру плавания сила Архимеда  $F_A$ ;

- приложенная к нижнему ребру вертикально вверх сила реакции опоры  $N$ .

Запишем уравнение моментов сил относительно точки опоры (тогда момент силы реакции опоры равен 0):

$$F \cdot \sqrt{a^2 + b^2} = mg \cdot \frac{b}{2} - F_A \cdot \frac{b}{2}. \quad (1)$$

Сила Архимеда равна:

$$F_A = \rho_в g \cdot V_{погр} = \rho_в g \cdot hb^2. \quad (2)$$

Масса бруска равна:

$$m = \rho V = \rho a \cdot b^2. \quad (3)$$

Отсюда получаем:

$$F = \frac{gb^3(\rho a - \rho_в h)}{2\sqrt{a^2 + b^2}}. \quad (4)$$

*Примечание:*

Если школьник направляет силу  $F$  параллельно верхней грани бруска, уравнение моментов силы будет выглядеть как:

$$F \cdot a = mg \cdot \frac{b}{2} - F_A \cdot \frac{b}{2}. \quad (1)$$

Получаемый ответ:

$$F = \frac{gb^3(\rho a - \rho_в h)}{2a}. \quad (4)$$

*Разбалловка*

№	Критерий	Баллы
1	Обоснована минимальность прилагаемой силы (перпендикулярно диагонали грани). При обосновании направления силы параллельно верхней грани за этот пункт ставим 0 баллов, за остальные пункты (при правильном решении) баллы не снимаем.	3

2	Записано уравнение моментов сил (1), с правильным указанием точек приложения сил.	3
3	Записано выражение (2) для силы Архимеда	1
4	Записано выражение (3) для массы бруска (или для силы тяжести бруска)	1
5	Получен ответ (4)	2
	<b>Сумма</b>	<b>10</b>