

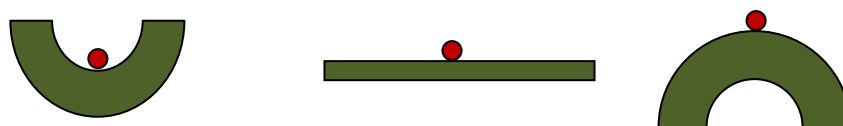
Темы: гидростатика, типы равновесия, поведение сил реакции при нарушении равновесия.

В «реестр» сил, рассматриваемых в олимпиадных задачах, следует включить:

Сила давления жидкости или газа – на элемент поверхности  $S$ , ограничивающий объем жидкости или газа они оказывают давление с силой, перпендикулярной элементу поверхности  $|\vec{F}| = p \cdot S$ . Давление  $p$  характеризует состояние вещества. Для идеальной жидкости давление на глубине  $h$  под поверхностью, давление на которую равно  $p_0$ , находится по формуле  $p = p_0 + \rho gh$ . Давление идеального газа определяется его концентрацией и температурой в соответствии с основным уравнением молекулярно-кинетической теории.

Архимедова сила – в соответствии с законом Архимеда «на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная по величине весу жидкости или газа в объеме погруженной части тела»:  $\vec{F}_A = -\rho_{ж} V_{погр} \vec{g}$ . Эта сила на самом деле является равнодействующей всех сил давления, действующих на поверхность тела. Сила Архимеда приложена к точке, которая совпадает с центром масс жидкости в объеме погруженной части тела («центру плавучести»), и направлена по кратчайшему расстоянию к свободной поверхности жидкости (перпендикулярно поверхностям постоянного давления), т.е. обычно – вертикально вверх.

В задачах о равновесии плавающих тел часто встречается необходимость определить тип равновесия тела (т.е. определить, является ли оно устойчивым, безразличным или неустойчивым). Для этого нужно рассмотреть малое отклонение тела от рассматриваемого положения равновесия и определить характер действия суммарной силы (суммарного момента сил) на тело: если тело под их действием стремится вернуться в положение равновесия, то равновесие является устойчивым, если тело увеличивает свое отклонение – то неустойчивым. Если при таком отклонении действие сил не приводит ни к его уменьшению, ни к его увеличению, то равновесие называется безразличным.



Типичным примером каждого из типов равновесия является равновесие шарика на вогнутой, прямой (горизонтальной) и выпуклой поверхностях в однородном поле тяжести. В первом случае при малом отклонении от положения равновесия тело под действием внешних сил стремится вернуться к нему, во втором – оно может покоиться в смещенном положении, которое тоже оказывается положением равновесия, в третьем – при любом сколь угодно малом отклонении тело начинает удаляться от положения равновесия. Очень часто в олимпиадных задачах вопрос об устойчивости возникает именно при анализе плавания тел.

Если равновесие нарушено, то вместо изучения условий равновесия нам необходимо анализировать характер движения, связанный с взаимодействием тел. Таким образом, от задач статики мы переходим к задачам **динамики**: нахождение закона движения тел по заданным силам (прямая задача) и нахождение сил по закону движения (обратная задача). Для движения материальной точки и поступательного движения твердого тела эти задачи решаются с использованием уравнений движения, следующих из второго закона Ньютона: в инерциальной системе отсчета ускорение тела определяется равнодействующей внешних сил, приложенных к этому телу:  $m\vec{a} = \sum \vec{F}$ . Проще всего решать такие уравнения при движении тела под действием постоянных сил – тогда из этого уравнения находится постоянное ускорение, что позволяет сразу записать закон движения. Важно отметить, что при нарушении равновесия, то есть при переходе от покоя к движению, изменяется

содержание основных уравнений: каждое условие равновесия (например, условие равновесия сил по оси  $x$ :  $\sum F_x = 0$ ), из которого в задачах статики часто определяются характеристики сил реакции, превращается в уравнение движения ( $ma_x = \sum F_x$ ), из которого теперь находятся ускорения, а силы реакции принимают значения, отвечающие нарушению равновесия (сила трения достигает величины силы трения скольжения, сила нормальной реакции опоры обращается в ноль при отрыве тела от опоры или точка приложения этой силы смещается в точку касания тела с опорой при начале вращения тела вокруг этой точки и т.д.).