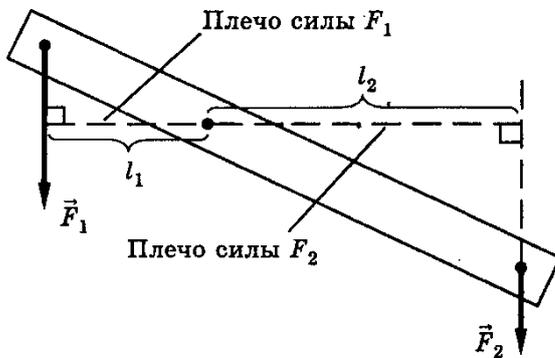


Статика – это раздел механики, изучающий условия равновесия тел. Под равновесием в статике понимается состояние покоя тела по отношению к другим телам.

Момент силы – это физическая величина, равная произведению модуля силы на ее плечо. Обозначение – M , единицы измерения – $\text{Н}\cdot\text{м}$.

$$M = F \cdot l.$$



Плечом силы (l) называется кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы.

Если сила вращает тело по часовой стрелке, то ее момент *положительный* (на рисунке сила \vec{F}_1).

Если сила вращает тело против часовой стрелки, то ее момент *отрицательный* (на рисунке сила \vec{F}_2).

Если линия действия силы проходит через ось вращения, то ее момент *равен нулю*.

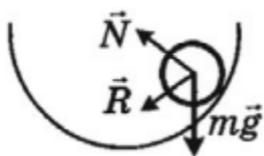
Условия равновесия твердого тела. Если тело находится в равновесии, то

1. геометрическая сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$;
2. алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело, равна нулю $M_1 + M_2 + \dots = 0$.

Центр тяжести – это точка внутри тела или вне его, относительно которой сумма моментов сил тяжести, действующих на отдельные его части, равна нулю.

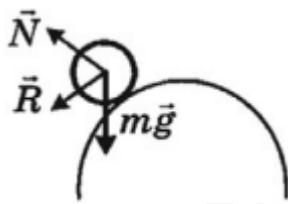
Центр масс – геометрическая точка, положение которой характеризует распределение масс в теле. Для твердого тела центр тяжести совпадает с центром масс

Виды равновесия тел:



Устойчивое равновесие – это равновесие, при котором тело, выведенное из положения равновесия и предоставленное самому себе, возвращается в прежнее положение.

При устойчивом равновесии центр тяжести тела расположен ниже оси вращения и находится на вертикальной прямой, проходящей через эту ось.

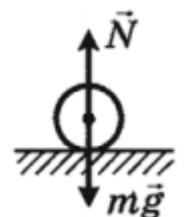


Неустойчивое равновесие – это равновесие, при котором тело, выведенное из положения равновесия и предоставленное самому себе, будет еще больше отклоняться от положения равновесия.

При неустойчивом равновесии центр тяжести тела расположен выше оси вращения и находится на вертикальной прямой, проходящей через эту ось.

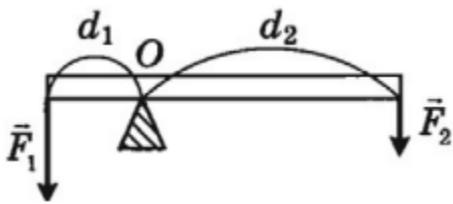
Безразличное равновесие – это равновесие, при котором тело, выведенное из положения равновесия и предоставленное самому себе, не меняет своего положения.

При безразличном равновесии ось вращения тела проходит через его центр тяжести, при этом центр тяжести тела остаётся на одном и том же уровне при любых положениях тела.



Простые механизмы

Простые механизмы – это устройства, служащие для преобразования силы. Различают два вида простых механизмов – рычаг и наклонная плоскость. К рычагам также относятся подвижный и неподвижный блок. К наклонным плоскостям также относятся клин и винт.

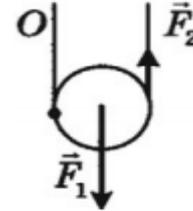
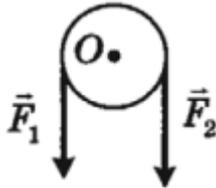


Рычаг – твердое тело (перекладину), которое может вращаться вокруг неподвижной оси.

Выигрыш в силе, получаемый с помощью рычага

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Блок — колесо с желобом по его ободу, вращающееся вокруг своей оси. Желоб блока нужен для пропуска через него веревки, цепи, ремня и т.д. Различают подвижный и неподвижный блоки.

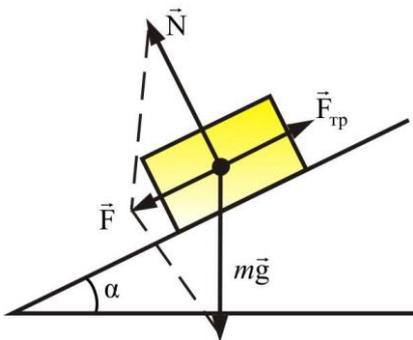


Неподвижный блок – это блок, ось которого жестко закреплена. Неподвижный блок не дает выигрыша в силе, он используется для изменения направления действия силы

$$F_1 = F_2$$

Подвижный блок – это блок, ось которого не закреплена. Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза

$$F_1 = 2F_2$$



Равновесие тел на наклонной плоскости

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = 0,$$

$$\vec{F} = \vec{N} + m\vec{g},$$

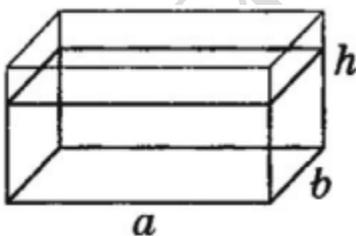
$$N = mg \cos \alpha.$$

Если $F_{тр} \geq F$, то тело неподвижно. В противном случае съезжает с ускорением вниз.

«Золотое правило» механики: при использовании простых механизмов во сколько раз выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии, т. е. простые механизмы выигрыша в работе не дают.

Гидростатическое давление

Гидростатическое давление – это давление, оказываемое столбом жидкости, в следствии земного притяжения.



$$p = \rho gh,$$

где ρ – плотность жидкости, h - высота столба жидкости.

Сила давления на дно сосуда

$$F = pS = \rho ghS = \rho ghab.$$

Сила давления на боковую стенку вычисляется через среднее давление

$$F = p_{cp}S = \frac{p_0 + p}{2} \cdot S = \frac{\rho gh}{2} \cdot S = \frac{\rho gh}{2} \cdot bh.$$

Гидростатический парадокс - сила давления жидкости на дно сосуда может отличаться от веса жидкости, причём как в большую, так и в меньшую сторону.

Давление, оказываемое на дно, не зависит от формы сосуда при условии соблюдения следующих условий:

1. дно сосудов различной формы имеет одинаковую площадь и расположено горизонтально;
2. высота уровня жидкости и её плотность в различных сосудах одинакова.

Сообщающиеся сосуды

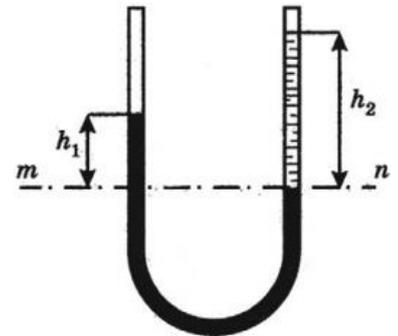


Сообщающиеся сосуды – это сосуды, соединенные между собой ниже уровня жидкости.

Закон сообщающихся сосудов: в неподвижных и открытых сообщающихся сосудах однородная жидкость всегда устанавливается на одинаковом уровне независимо от формы сосудов

Если в сосуды налиты две разные жидкости, то выполняются условия

$$\begin{aligned} p_1 &= p_2, \\ \rho_1 g h_1 &= \rho_2 g h_2, \\ \frac{\rho_1}{\rho_2} &= \frac{h_2}{h_1}. \end{aligned}$$

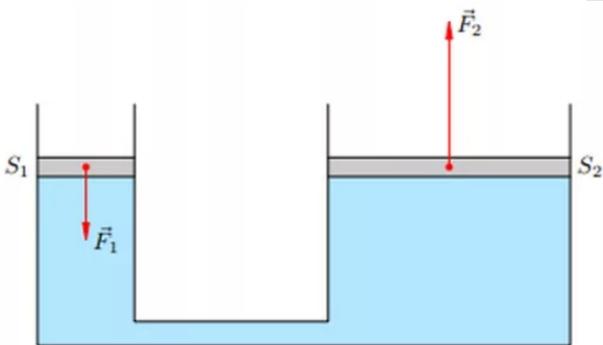


Важно! Следует отличать понятия «давление жидкости» и «давление в жидкости». Давление жидкости – это гидростатическое давление о котором говорилось выше. Давление в жидкости – это давление внутри жидкости на любой глубине. Оно складывается из внешнего давления p_0 над жидкостью (чаще всего атмосферного) и гидростатического давления

$$p = p_0 + \rho g h.$$

Закон Паскаля: давление, оказываемое на жидкость или газ, передается по всем направлениям одинаково.

Гидравлический пресс – два сообщающихся сосуда, заполненные жидкостью и закрытые поршнями различной площади. Гидравлический пресс дает выигрыш в силе, но проигрыш в длине пути поршня



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Атмосферное давление – это давление, которое оказывает атмосфера на все находящиеся в ней предметы. Атмосферное давление уменьшается с увеличением высоты подъема над Землей.

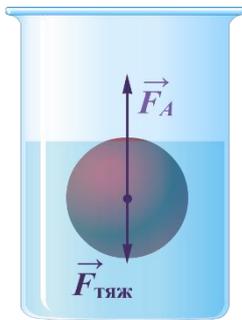
Нормальное атмосферное давление: $p_0 = 10^5$ Па.

Закон Архимеда

Архимедова сила – это выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость или газ.

Причина возникновения выталкивающей силы – разница давлений жидкости или газа на верхнюю и нижнюю грани тела.

Архимедова сила всегда направлена против силы тяжести. При погружении тела в жидкость (или газ) из-за действия силы Архимеда, вес тела уменьшается. Архимедова сила равна разности веса тела в воздухе и веса тела в жидкости или газе



$$F_A = P_1 - P_2,$$

где P_1 – вес тела в воздухе, P_2 – вес тела в жидкости.

Закон Архимеда: выталкивающая сила, равна весу жидкости или газа, вытесненных телом

$$F_A = P_{ж}.$$

Формула для вычисления силы Архимеда

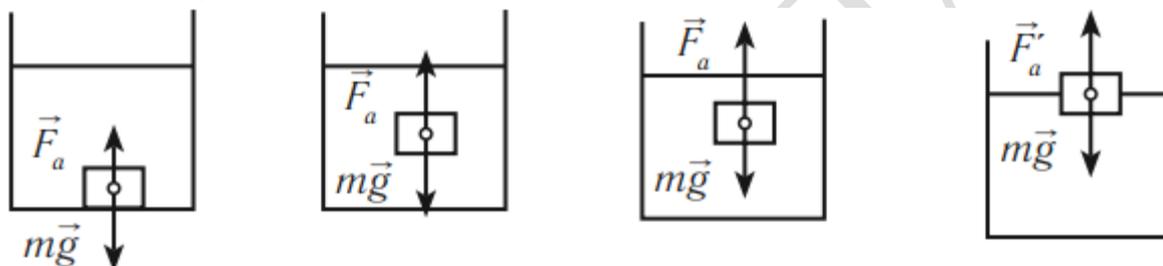
$$F_A = \rho_{ж}gV.$$

Важно! Сила Архимеда зависит только от плотности жидкости (газа) и погруженной части тела в жидкость (газ).

Важно! Сила Архимеда не зависит от массы тела, его плотности и глубины погружения.

Условия плавания тел

На любое тело, погруженное в жидкость или газ, действуют две силы, направленные в противоположные стороны, – это сила тяжести и архимедова сила. Направление движения тела зависит от того, какая из этих сил больше по модулю.



Условия плавания тел:

1. Тело тонет

$$mg > F_A \Rightarrow \rho_{т}gV > \rho_{ж}gV \Rightarrow \rho_{т} > \rho_{ж}.$$

2. Тело плавает внутри жидкости

$$mg = F_A \Rightarrow \rho_{т}gV = \rho_{ж}gV \Rightarrow \rho_{т} = \rho_{ж}.$$

3. Тело всплывает

$$mg < F_A \Rightarrow \rho_{т}gV < \rho_{ж}gV \Rightarrow \rho_{т} < \rho_{ж}.$$

Важно! Наиболее распространенная ситуация – тело плавает на поверхности жидкости. Из предыдущего пункта, если $\rho_{т} < \rho_{ж}$, то тело всплывает. Тело будет всплывать до тех пор, пока часть его не окажется над поверхностью жидкости, а часть в жидкости. Сила Архимеда в таком случае действует только на ту часть тела, которая погружена в жидкость. Для тела, плавающего на поверхности жидкости, выполняется условие

$$mg = F_A,$$

где при расчете силы Архимеда учитывается только объем погруженной части тела, а не весь объем тела.