

## Статика и гидростатика.

**Статика** — раздел механики, изучающий условия равновесия тел.

$M$  — момент силы - произведение силы на её плечо.  $[M] = \text{Н} \cdot \text{м}$ .

$d$  - плечо силы – перпендикуляр, проведенный от оси вращения до линии действия силы.

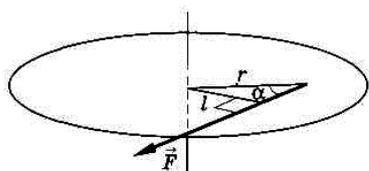
Условия равновесия тела:

а) Поступательно движущееся тело находится в состоянии равновесия (покоится или движется прямолинейно и равномерно), если  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N = 0$ , ( $\vec{a} = 0$ ).

б) Вращающееся тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в покое или равномерно вращается, если алгебраическая сумма моментов все приложенных к телу сил относительно этой оси равна нулю:  $M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_N = 0$

Условно принято, если  $F \curvearrowright$ , то  $M > 0$ , , если  $F \curvearrowleft$   $M < 0$ .

(Рычаг находится в равновесии, если сумма моментов сил, вращающих рычаг по часовой стрелке равна сумме моментов сил, вращающих рычаг против часовой стрелки)

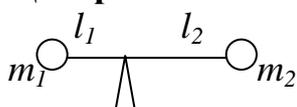


$M = Fd = Fr \sin \alpha$ , где  $r$  - расстояние от

оси вращения до точки приложения силы;

$\alpha$  — угол между  $r$  и  $F$ .

**Центр масс системы.**



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

В большинстве случаев центр тяжести совпадает с **центром масс** (например, когда размеры тела много меньше радиуса Земли) - воображаемая точка тела при опоре на которую тело находится в равновесии.

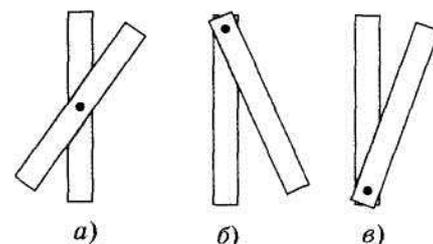
**Виды равновесия.**

**1. Виды равновесия тела с закрепленной осью вращения:**

а) если ось проходит через центр масс, то тело находится в безразличном равновесии при любом положении тела (а);

б) ось выше точки центра тяжести - устойчивое равновесие (б);

в) ось ниже точки центра тяжести - неустойчивое равновесие (в).

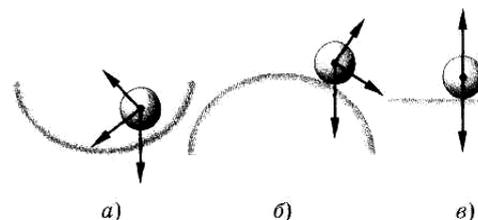


**2. Виды равновесия тела, имеющего точку опоры:**

а) если равнодействующая всех сил направлена к положению равновесия, то тело находится в устойчивом положении (рис. а);

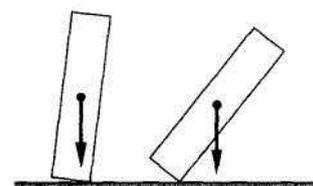
б) если равнодействующая всех сил направлена от положения равновесия, то тело находится в неустойчивом равновесии (рис. б);

в) если  $\Sigma \vec{F} = 0$ , — равновесие безразличное (рис. в).



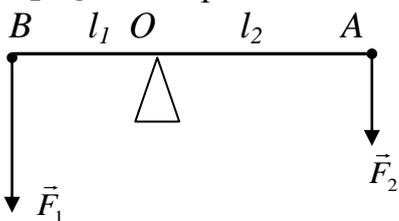
**3. Виды равновесия тела, имеющего площадь опоры.**

Если вертикаль, проведенная через центр тяжести тела, пересекает площадь его опоры, то равновесие тела устойчивое. Если не пересекает, то тело падает, - равновесие неустойчивое.



**Простые механизмы** - приспособления, которые служат для преобразования силы. К ним относятся: рычаг (блок, ворот) и наклонная плоскость (клин, винт). Они применяются для получения выигрыша в силе.

$F_2/F_1$  - выигрыш в силе



$F_1 l_1 = F_2 l_2$  - условие равновесия рычага для двух сил.

т.е.  $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$

### Блоки.

<p><b>Неподвижный блок</b> позволяет изменить направление действия силы, но не дает выигрыша в силе, поскольку расстояния от точек приложения сил до оси вращения одинаковы.</p> <p>A fixed pulley is attached to a ceiling. A rope passes over it. One end of the rope is pulled upwards with force <math>\vec{F}</math>. The other end is attached to a weight <math>m\vec{g}</math> that is pulled downwards with tension <math>\vec{T}</math>.</p>	<p><b>Подвижный блок</b> дает выигрыш в силе в 2 раза, так как <math>2F = mg</math> (если массой блока можно пренебречь).</p> <p>A movable pulley is attached to a weight <math>m\vec{g}</math>. A rope is fixed to a ceiling, passes under the pulley, and its free end is pulled upwards with force <math>\vec{F}</math>. The tension in the rope is <math>\vec{T}</math>.</p>	<p>Если тело <math>m_1</math> поднимается на высоту <math>h</math>, то второе тело опустится на <math>h/2</math>; т.е. пройденные ими пути пропорциональны ускорениям, то <math>a_2 = a_1/2</math> или <math>a_1 = 2a_2</math></p> <p>A block and tackle pulley system is shown. It consists of two fixed pulleys and two movable pulleys. A weight <math>m_1\vec{g}</math> is attached to the top movable pulley, and a weight <math>m_2\vec{g}</math> is attached to the bottom movable pulley. A rope is fixed to the ceiling, passes through the pulleys, and its free end is pulled downwards with force <math>\vec{T}</math>. The tension in the rope is <math>\vec{T}</math>. The displacement of the top mass is <math>y</math> and the displacement of the bottom mass is <math>y</math>.</p>
--	--	--

**Золотое правило механики:** все простые механизмы, не дают выигрыша в работе - во сколько раз мы выигрываем в силе, во столько же раз мы проигрываем в расстоянии.

### Гидростатика.

**Давление** - скалярная физическая величина, равная отношению модуля силы, действующей

перпендикулярно поверхности, к площади её поверхности.  $p = \frac{\vec{F}_{\text{пер}}}{S}$  [p] = Па =  $\frac{H}{M^2}$

**Гидростатическое давление** - давление, обусловленное весом столба жидкости.

**Манометр** - прибор для измерения давления в жидкости или газа.

$p = \rho_{\text{ж}} g h$  - давление на произвольной глубине несжимаемой жидкости

$F = pS = \rho_{\text{ж}} g h S_{\text{дна}}$  - сила давления на дно сосуда

$p = \frac{\rho_{\text{ж}} g h}{2}$  среднее давление жидкости на боковую стенку высотой  $h$

$F = pS = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} g h S_{\text{стен}}$  - сила давления жидкости на стенку сосуда

На одном и том же уровне давление одинаково во всех направлениях.

Давление  $p$  на произвольной глубине  $h$  сжимаемой поршнем жидкости определяется давлением поршня и давлением столба жидкости  $p = p_{\text{порш.}} + \rho_{\text{ж}} g h$

**Атмосферное давление** – давление, которое производит воздушная оболочка Земли.

Опыт Торричелли (1634 г.) свидетельствует: атмосферное давление равно давлению столба ртути в трубке.

Нормальное атмосферное давление: 1 атм = 760 мм.рт.ст. = 1 01325 Па  $\approx 10^5$  Па (при 0°C)

1 мм.рт.ст. = 133,3 Па

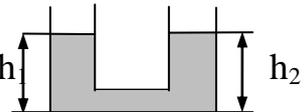
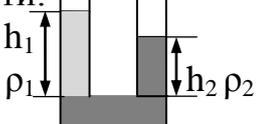
Оно может изменяться от места к месту и во времени (циклоны и антициклоны) и убывает с увеличением высоты над уровнем моря (**на каждые 12 м подъёма оно уменьшается на 1 мм.рт.ст.**).

**Барометры** - приборы для измерения атмосферного давления.

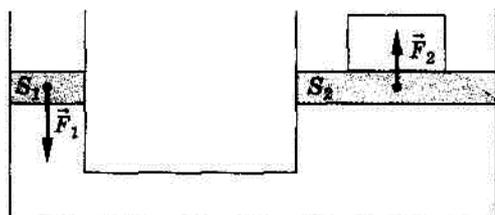
1) жидкостный; 2) барометр - aneroid (металлический).

**Закон Паскаля (1653 г.)** - жидкости и газы передают производимое на них давление во все стороны одинаково.

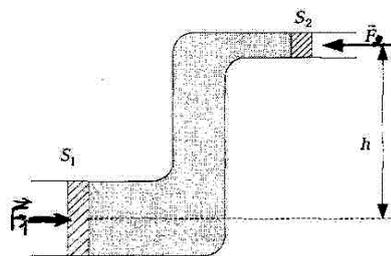
**Сообщающимися** называются сосуды, соединённые между собой каналом с жидкостью.

<p>1) Для однородной жидкости:  <math>p_1 = p_2</math>    <math>h_1 = h_2</math>                  Уровень жидкости горизонтален</p> 	<p>2) Для неоднородной жидкости:  <math>p_1 = p_2</math>    <math>\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2</math>  <math>\rho_1 &lt; \rho_2</math>    <math>h_1 &gt; h_2</math></p> 
---	--

**Гидравлический пресс.**



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{h_2}{h_1}$$



Если поршни гидравлического привода находятся на разной высоте, то  $p_1 = p_2 + \rho_{ж}gh$ .

**Закон Архимеда:** на тело, погруженное в покоящуюся жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх и равная весу жидкости, вытесненной телом.

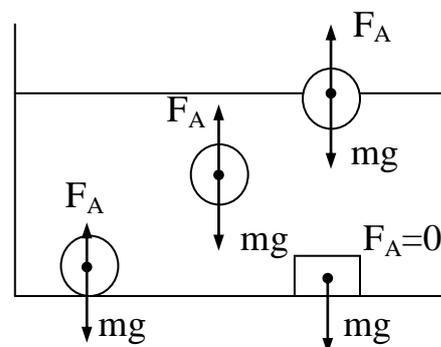
$$F_A = \rho_{ж}gV_{пчт} \quad F_A = P_{ж,выт.} = m_{ж,выт.}g$$

$$F_A = P_{воз} - P_{жид.} \quad V_{пчт} - \text{объём погруженной части тела.}$$

$\rho_{ж}$  - плотность жидкости или газа.

**Условие плавания тел:**

- 1) если  $mg > F_A$ ,  $\rho_T > \rho_{ж}$  - тело тонет;
- 2) если  $mg = F_A$ ,  $\rho_T = \rho_{ж}$  - тело плавает внутри жидкости, полностью погрузившись в нее на любой глубине;
- 3) если  $mg < F_A$ ,  $\rho_T < \rho_{ж}$  - тело всплывает



**Условие плавания тела на поверхности**  $F_A = mg$

Если тело будет плавать частично погрузившись в жидкость, то  $\rho_{ж}/\rho_T = V_T/V_{пчт}$

На этом основано применение ареометра- прибора для определения плотности жидкости.