

## Билет 17. Закон Паскаля. Гидростатическое давление. Закон Архимеда. Плавание тел и судов.

Пусть тело находится в жидкости (газе). На тело действуют сжимающие силы давления (перпендикулярные поверхностям, к которой они приложены).

**Давление** — скалярная физическая величина, численно равная отношению силы давления, направленной по нормали к поверхности, к площади этой поверхности.

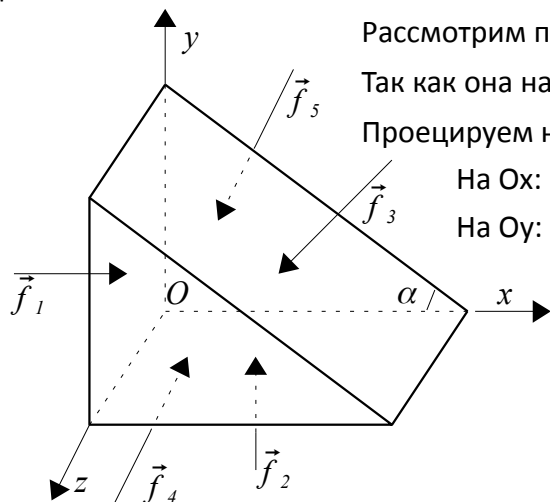
$$p = \frac{F}{S} \quad p = [\text{Па}]$$

Гидростатика - раздел механики, в котором изучается поведение неподвижной жидкости.

### Утверждение

Давление жидкости, оказываемое на некоторую поверхность, не зависит от ориентации поверхности.

Доказательство:



Рассмотрим призму в жидкости (газе).

Так как она находится в равновесии  $\sum \vec{f}_i = 0$

Проецируем на ось Oz:  $f_4 = f_5 \Rightarrow p_4 S_{45} = p_5 S_{45} \Rightarrow p_4 = p_5$  .

На Oх:  $f_1 = f_3 \cos \alpha \Rightarrow p_1 S_1 = p_3 S_3 \cos \alpha \Rightarrow p_1 = p_3$

На Oy:  $f_2 = f_3 \sin \alpha \Rightarrow p_2 S_2 = p_3 S_3 \sin \alpha \Rightarrow p_2 = p_3$

Можем повернуть призму как угодно и получим тот же результат.

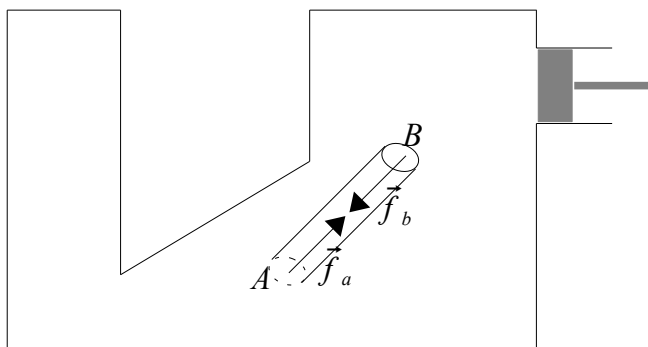
+

**Закон Паскаля** — давление, производимое внешними силами на покоящуюся жидкость (газ), передается одинаково во всех направлениях. (То есть в каждой точке давление одинаково).

Доказательство:

Принцип отвердевания

Рассмотрим сосуд и выберем две такие точки, что соединяющий их малый цилиндр лежит



полностью внутри сосуда.

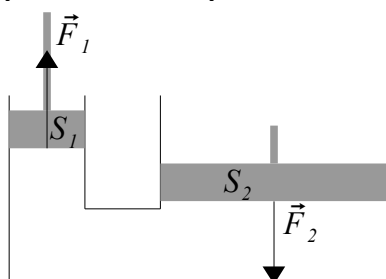
Тогда  $f_a = f_b$ , так как жидкость (газ) находится в покое.

$$p_a S = p_b S \Rightarrow p_a = p_b$$

От любой точки сосуда до любой можем составить последовательность точек и цилиндров между ним.

Тогда давление в каждой точке одинаково.

### Гидравлический пресс



$$p_1 = p_2$$

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

$$S_1 < S_2 \Rightarrow F_1 > F_2$$

Давим на большую и получаем выигрыш в силе.

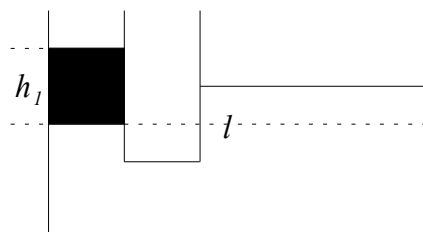
**Гидростатическое давление** — давление, возникающее из-за действия верхних слоев жидкости (газа) на нижние.

Рассмотрим гидростатическое давление столба жидкости высотой  $h$  на площадку площадью  $S$ .

$$F = P = mg = \rho V g = \rho S h g \Rightarrow p = \frac{F}{S} = \rho g h$$

Тогда для любых точек на одном уровне в покоейся жидкости давления равны.

### Сообщающиеся сосуды

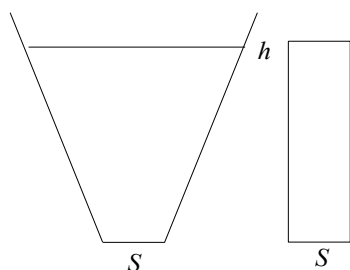


Если в сообщающихся сосудах находятся разнородные жидкости, то высоты столбов жидкостей обратно пропорциональны плотностям этих жидкостей.

$$\text{На уровне } l : p_1 = p_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

### Гидростатический парадокс

Давление не всегда равно весу жидкости



$$p_1 = \rho g h = p_2$$

$$P_1 = m_1 g = V_1 \rho g > V_2 \rho g = m_2 g = P_2$$

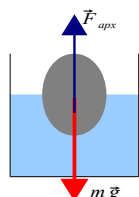
**Сила Архимеда (выталкивающая сила)** — сила, с которой жидкость (газ) выталкивает погруженное в нее тело. Возникает из-за того, что давление увеличивается с увеличением глубины: давление, действующее снизу, больше давления, действующего сверху.

**Закон Архимеда** — на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила (сила Архимеда), направленная вертикально вверх (от центра Земли) и равная весу жидкости (газа) в объеме погруженного тела. Точка приложения — центр масс погруженного тела.  $F_A = \rho_{ж\backslash г} g V_{погр}$

Д-во: Заменим погруженную часть тела в такой же по форме и размерам объем жидкости (газа).

Он находится в равновесии и на него действуют та же сила Архимеда:  $F_A = m_{ж\backslash г} g = \rho_{ж\backslash г} V_{погр} g$

### Плавание тел



Тело плавает в воде.

$$m \vec{g} + \vec{F}_a = \vec{0}$$

$$m g = F_a$$

### Плавание судов

Судно — тело с полостями с воздухом. Поэтому средняя плотность судна меньше, плотности воды.

$m g = F_a$  Величина  $m g$  — водоизмещение корабля. Чем оно больше, тем больше осадка.

Осадка — глубина, на которую опускается судно под воду.

Также на кораблях есть ватерлинии. Если уровень воды будет выше нее, корабль начнет тонуть.

На кораблях, которые предназначены для плавания в разных водах (с разной концентрацией солей), нанесено несколько ватерлиний (для каждой воды).