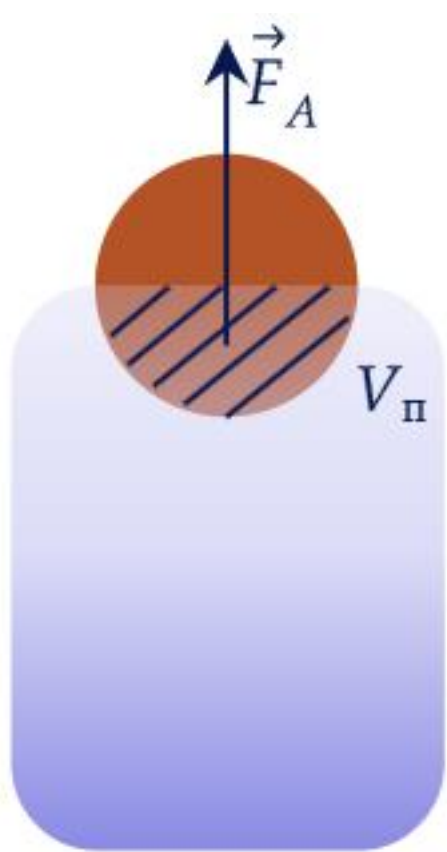


Архимедова сила (F_A) — это выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость или газ.

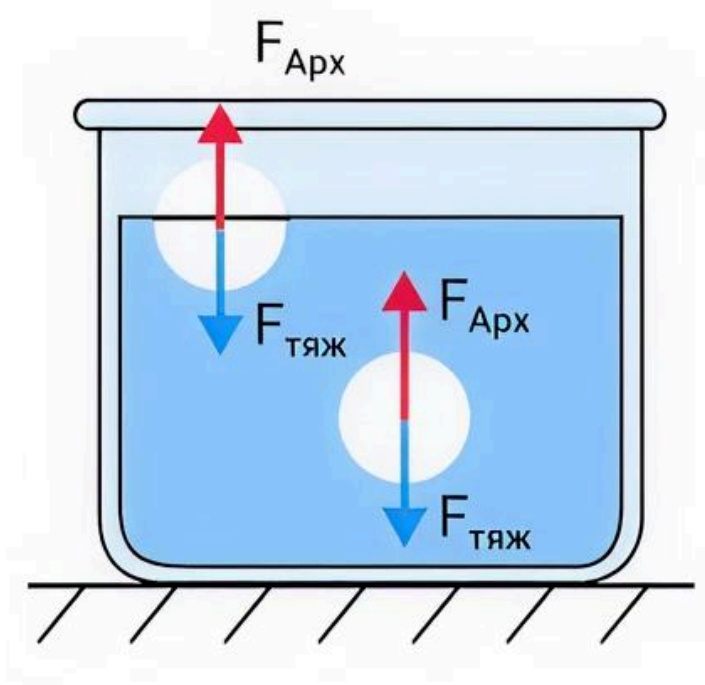


$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}}$$

$$F_A = P_{\text{ж}}$$

$$F_A = P_1 - P_2$$

Тело плавает: находится в неподвижной жидкости в состоянии покоя.



$$F_A = mg$$

ТЕОРИЯ № 31. СИЛА АРХИМЕДА

СИЛА АРХИМЕДА

В жидкости или газе на тело действует не только сила тяжести, но и сила, действующая со стороны жидкости или газа, направленная вертикально вверх — выталкивающая сила.

Архимедова сила (F_A) — это выталкивающая сила, действующая на тело, погруженное в жидкость или газ.

ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЫ АРХИМЕДА

ВАЖНО!

Причина возникновения выталкивающей силы — разница давлений жидкости или газа на верхнюю и нижнюю грани тела (нижняя грань находится глубже, чем верхняя, поэтому давление и сила давления на нижнюю грань будет больше).

Боковые силы давления тоже существуют, но они вызывают только сжатие цилиндра. Эти боковые силы можно игнорировать, так как они компенсируют друг друга.

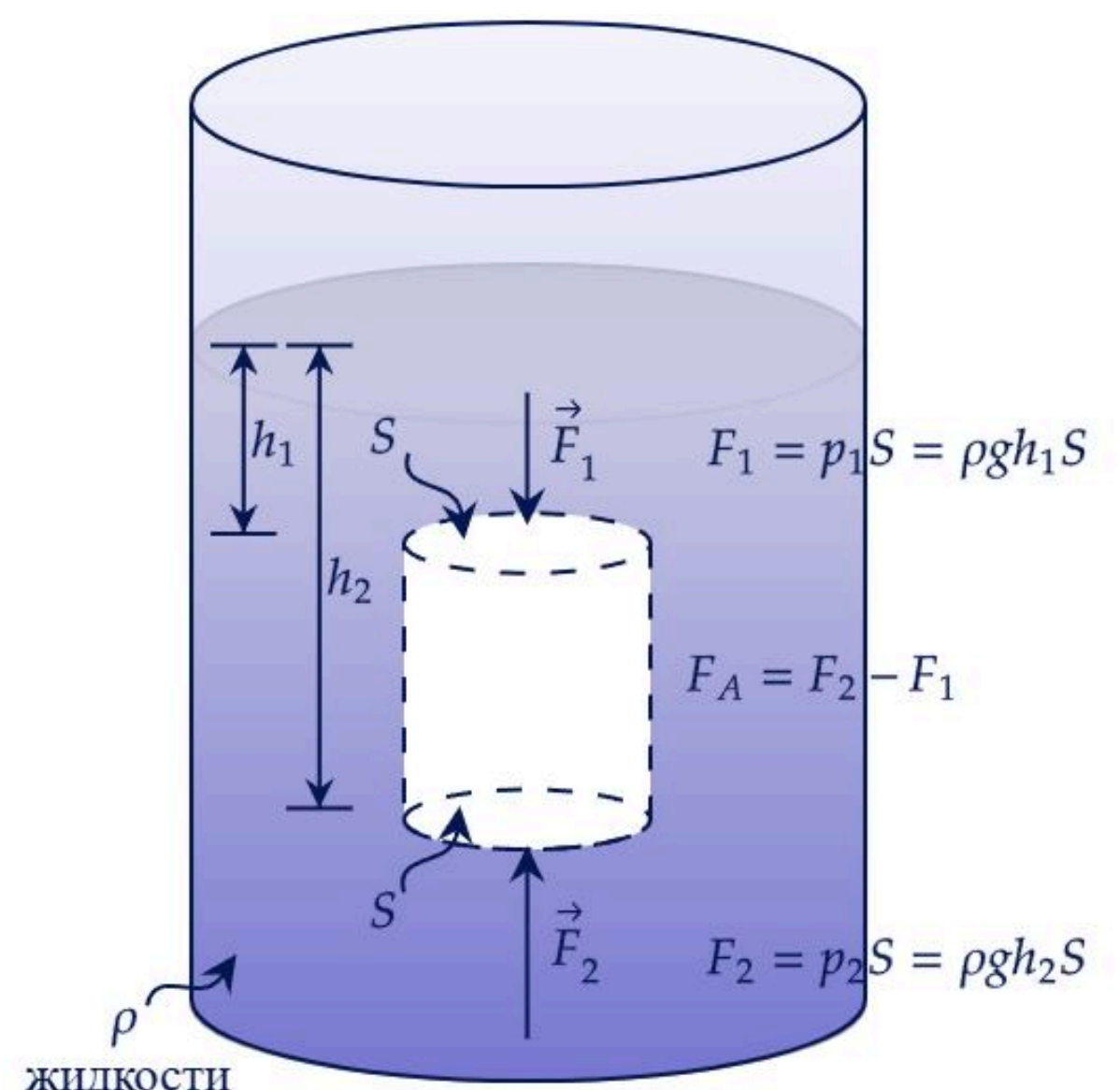
Рассмотрим цилиндр с площадью поперечного сечения S и высотой h , погруженный в жидкость с плотностью ρ . Основания цилиндра расположены горизонтально.

- На уровне верхнего основания цилиндра давление жидкости равно $p_1 = \rho g h_1$. На верхнее основание действует сила давления $F_1 = p_1 S = \rho g h_1 S$, направленная вертикально вниз.
- На уровне нижнего основания цилиндра давление жидкости равно $p_2 = \rho g h_2$. На нижнее основание действует сила давления $F_2 = p_2 S = \rho g h_2 S$, направленная вертикально вверх.

Так как $h_2 > h_1$, то $F_2 > F_1$, и поэтому возникает равнодействующая сил давления, направленная вверх. Это и есть архимедова сила.

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho g h_2 S - \rho g h_1 S = \rho g S (h_2 - h_1) = \rho g S h$$

где h — высота цилиндра, м



h_1 — глубина, на которой находится верхнее основание цилиндра.

h_2 — глубина, на которой находится нижнее основание цилиндра.

ФОРМУЛА И НАПРАВЛЕНИЕ СИЛЫ АРХИМЕДА

Так как произведение Sh равно объёму погруженной части цилиндра V_n , получаем окончательно.

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_n$$

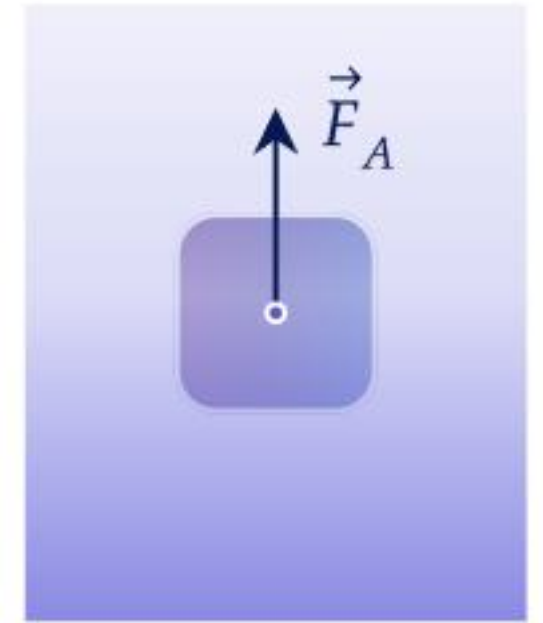
$\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости, кг/м³

g — ускорение свободного падения, м/с²

V_n — объём погруженной части тела, м³

ВАЖНО!

- Архимедова сила всегда направлена перпендикулярно поверхности жидкости.
- Сила Архимеда действует только на ту часть тела, которая погружена в жидкость.
- Сила Архимеда не зависит от глубины погружения (если тело полностью в жидкости) и плотности самого тела.



ЗАКОН АРХИМЕДА

Архимед обнаружил, что целиком погружённое в воду тело вытесняет объём воды, равный собственному объёму. Тот же факт имеет место для других жидкостей и газов.

Формулу, полученную выше $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}}$, можно интерпретировать следующим образом: произведение $\rho_{\text{ж}} V_{\text{п}}$ — это масса жидкости $m_{\text{ж}}$, объём которой равен $V_{\text{п}}$

тогда $V_{\text{п}} = V_{\text{ж}}$

$$\rho_{\text{ж}} V_{\text{п}} = m_{\text{ж}}$$

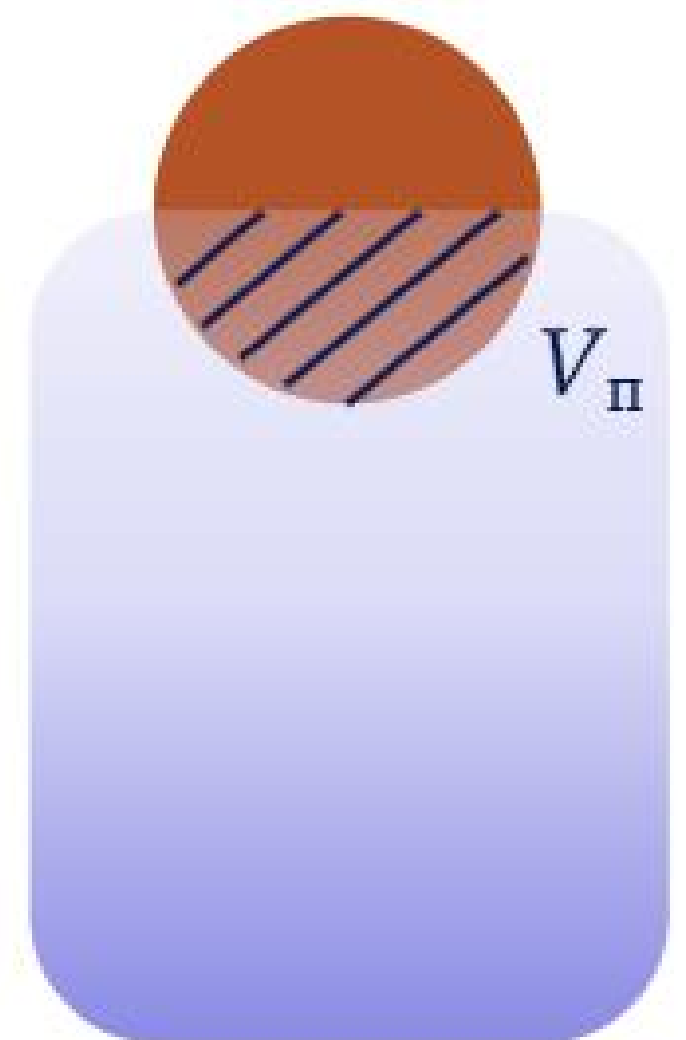
Подставим это в формулу силы Архимеда

$$\rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}} = m_{\text{ж}} g = P_{\text{ж}}$$

Следовательно сила Архимеда равна весу вытесненной жидкости:

! $F_A = P_{\text{ж}}$

где $P_{\text{ж}}$ — вес жидкости, взятой в объёме $V_{\text{п}}$



Архимедова сила, действующая на цилиндр, равна весу жидкости, объём которой совпадает с объёмом погруженной части цилиндра.

ВЕС ТЕЛА В ЖИДКОСТИ ИЛИ ГАЗЕ

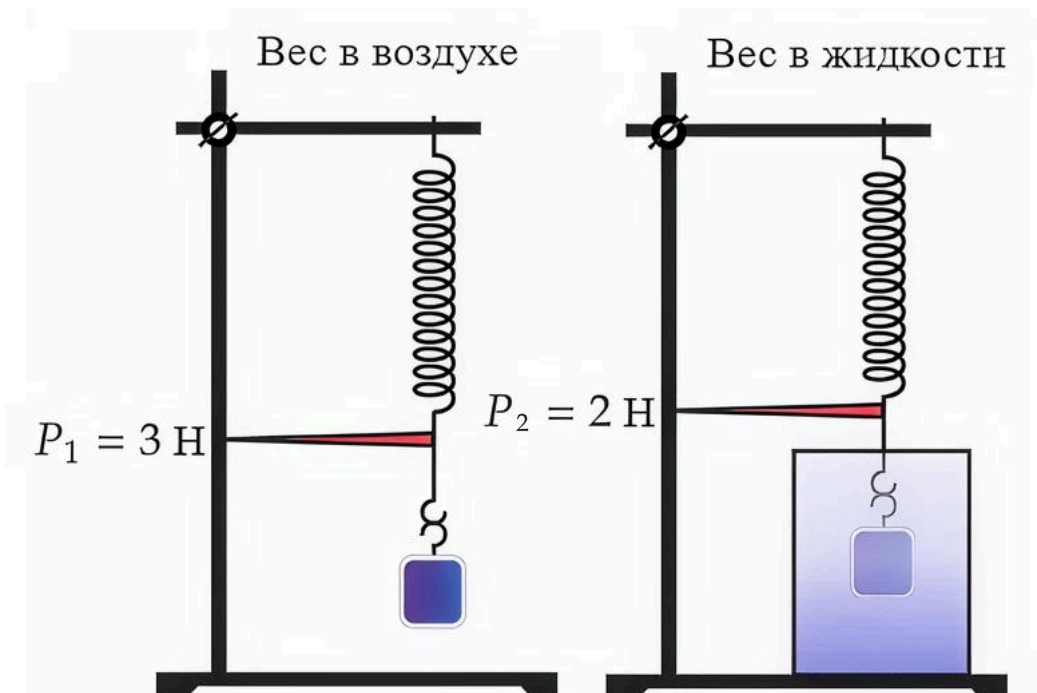
В повседневной жизни мы замечаем, что тела, находящиеся в жидкости легче. Но причина кроется не в изменении массы тела, а в изменении его веса. Так как на погруженное тело действует сила Архимеда, направленная вертикально вверх против силы тяжести, то вес тела уменьшается.

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, Н

P_2 — вес тела в жидкости или газе, Н



УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ ТЕЛ

Мы установили, что на любое тело, погруженное в жидкость или газ действует сила Архимеда, под действием которой тела могут тонуть, плавать, всплывать.

Рассмотрим несколько примеров, где тело будет полностью погружено в ёмкость с водой. На любое тело, погруженное в жидкость или газ, действуют две силы, направленные в противоположные стороны, — это сила тяжести и Архимедова сила.

Тело тонет

Двигается вниз
ко дну или лежит на дне.

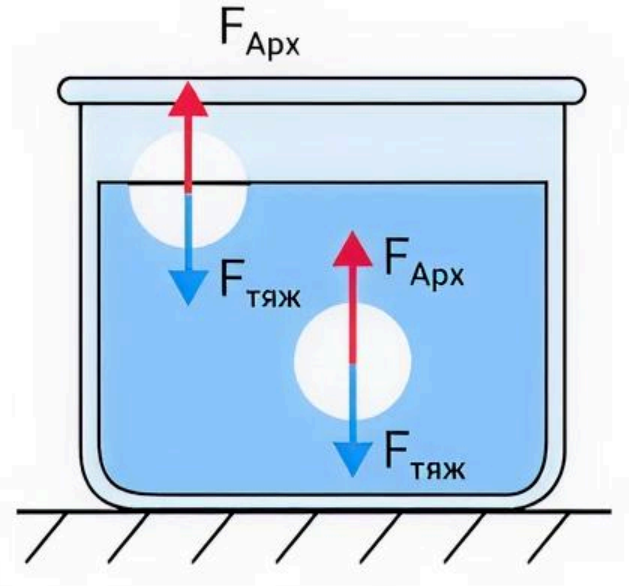


Условие, при котором
тело тонет:

$$F_A < mg$$

Тело плавает

Находится в неподвижной
жидкости в состоянии покоя.



Условие, при котором
тело плавает (находится
в равновесии)

$$F_A = mg$$

Тело всплывает

Двигается вверх
от дна к поверхности.



Условие, при котором
тело всплывает:

$$F_A > mg$$

Если в данных соотношениях раскрыть по формуле силу Архимеда, то получим условия через плотности:

$$\rho_{\text{ж}} < \rho_{\text{т}}$$

$$\rho_{\text{ж}} = \rho_{\text{т}}$$

$$\rho_{\text{ж}} > \rho_{\text{т}}$$

ВАЖНО!

Если в задаче сказано, что тело плавает в жидкости (неважно где: внутри или на поверхности), это говорит о том, что архимедова сила равна силе тяжести.

ВСПЛЫВАНИЕ ТЕЛ

При всплывании тела на поверхность, уменьшается объём, погружённый в жидкость, следовательно, уменьшается и архимедова сила. Всплывание продолжается до тех пор, пока не установится равенство силы тяжести и силы Архимеда $mg = F_A$

