

CHƯƠNG II. THỦY TĨNH HỌC

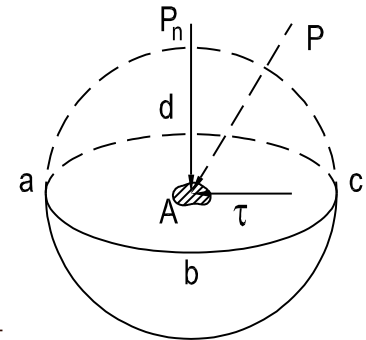
- Tĩnh tuyệt đối : cân bằng bởi duy nhất là trọng lực

- Tĩnh tương đối: cân bằng bởi nhiều lực (trọng lực , lực quán tính, lực ly tâm)

2.1. ÁP SUẤT, ÁP LỰC THỦY TĨNH, TÍNH CHẤT CỦA ÁP SUẤT THỦY TĨNH

2.1.1. Áp suất và áp lực thủy tĩnh

Áp suất thủy tĩnh tại một điểm. $p = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{P}{\omega}$



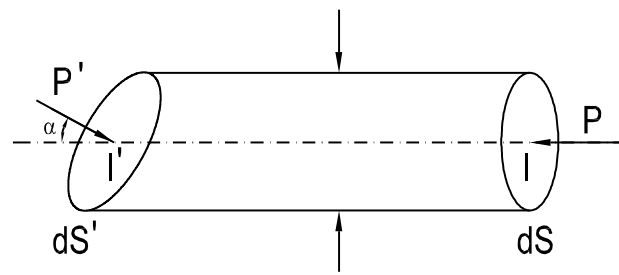
Vậy áp suất thủy tĩnh tại một điểm là ứng suất của lực mặt.

Đơn vị của áp suất thủy tĩnh là N/m², Pascal (1Pa = 1N/m²), atmôtphe (1at = 98100 N/m²), 1at tương đương với 736mm cột thủy ngân (Hg) hay 10m cột nước.

Lực tác động lên diện tích được gọi là áp lực P (N, KN, T)

2.1.2. Tính chất của áp suất thủy tĩnh

- Áp suất thủy tĩnh tác dụng thẳng góc với diện tích chịu lực và hướng vào diện tích ấy
- Trị số áp suất không phụ thuộc vào hướng của diện tích chịu lực



2.2. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CÂN BẰNG OLE - ĐK CB

2.2.1. Thiết lập phương trình

Dưới tác dụng của các lực khối và lực mặt, chất lỏng cân bằng.

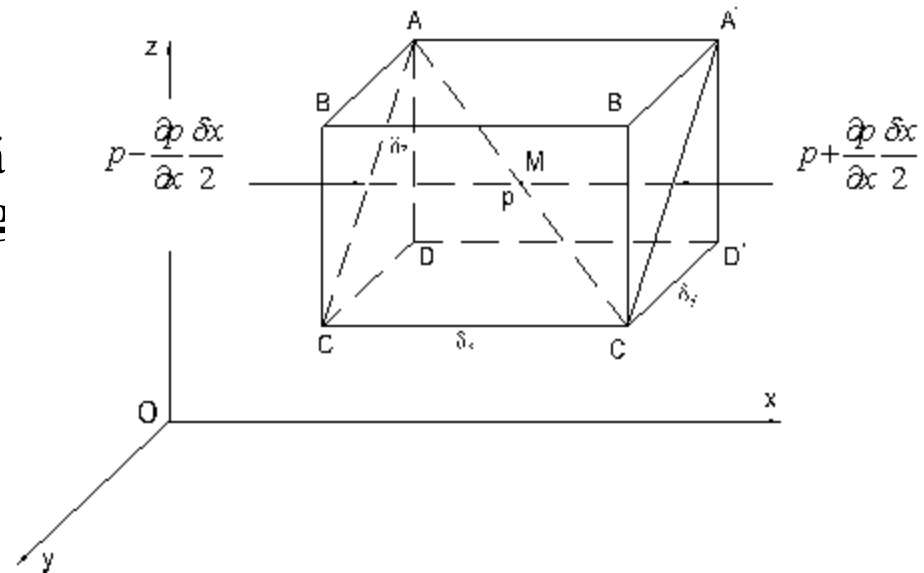
Gọi X, Y, Z là thành phần hình chiếu của cá **lực khối** đơn vị lên **một đơn vị khối lượng chất lỏng**.

Các thành phần hình chiếu của các lực khối lên các trục x, y, z lần lượt là:

$$\Delta F_x = \rho X \delta x \delta y \delta z, \Delta F_y = \rho Y \delta x \delta y \delta z, \Delta F_z = \rho Z \delta x \delta y \delta z.$$

Hình chiếu của **lực mặt** tác động lên các mặt ABCD và A'B'C'D' của khối chất lỏng xét theo phương trục x là:

$$\Delta P_x = \left(p - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\delta x}{2}\right) \delta y \delta z - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\delta x}{2}\right) \delta y \delta z = -\frac{\partial p}{\partial x} \delta x \delta y \delta z$$



$$\rho X \delta x \delta y \delta z - \frac{\partial p}{\partial x} \delta x \delta y \delta z = 0 \Leftrightarrow \rho X \delta x \delta y \delta z = \frac{\partial p}{\partial x} \delta x \delta y \delta z$$

$$X = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}; Y = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}; Z = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \Rightarrow \vec{F} = \frac{1}{\rho} \text{grad} p \Rightarrow p = f(x, y, z)$$

2.2.2. Điều kiện cân bằng:

$$Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) \quad \rightarrow \quad Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho} dp$$

$$Xdx + Ydy + Zdz = -dU \quad \rightarrow \quad \left. \begin{array}{l} X = -\frac{\partial U}{\partial x} \\ Y = -\frac{\partial U}{\partial y} \\ Z = -\frac{\partial U}{\partial z} \end{array} \right\}$$

Lực khối thỏa mãn điều kiện công thức trên gọi là lực khối có thế. **U được gọi là hàm thế.**

Như vậy ta có thể rút ra điều kiện cân bằng: **Khối chất lỏng không nén ở trạng thái cân bằng khi lực khối là lực có thế.**

2.2.3 Mặt đẳng áp, mặt đẳng thế:

Khi chất lỏng ở **trạng thái cân bằng** thì mặt đẳng áp đồng thời cũng là mặt đẳng thế.

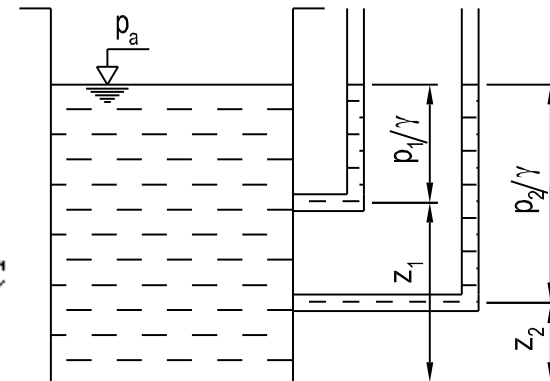
2.3. SỰ CÂN BẰNG CỦA CHẤT LỎNG TRONG TRƯỜNG TRỌNG LỰC; PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN THỦY TĨNH

2.3.1. Phương trình cơ bản thủy tĩnh dạng 1

Xuất phát từ điều kiện cân bằng Ole $Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho} dp$

Xét lực khối là trọng lực tác động lên khối chất lỏng khi đó:

$$X=0, \quad Y=0, \quad Z=-g \Rightarrow -gdz = \frac{1}{\rho} dp \Rightarrow dz + \frac{1}{\gamma} dp = 0 \Rightarrow z + \frac{p}{\gamma} = C$$



Ý nghĩa phương trình

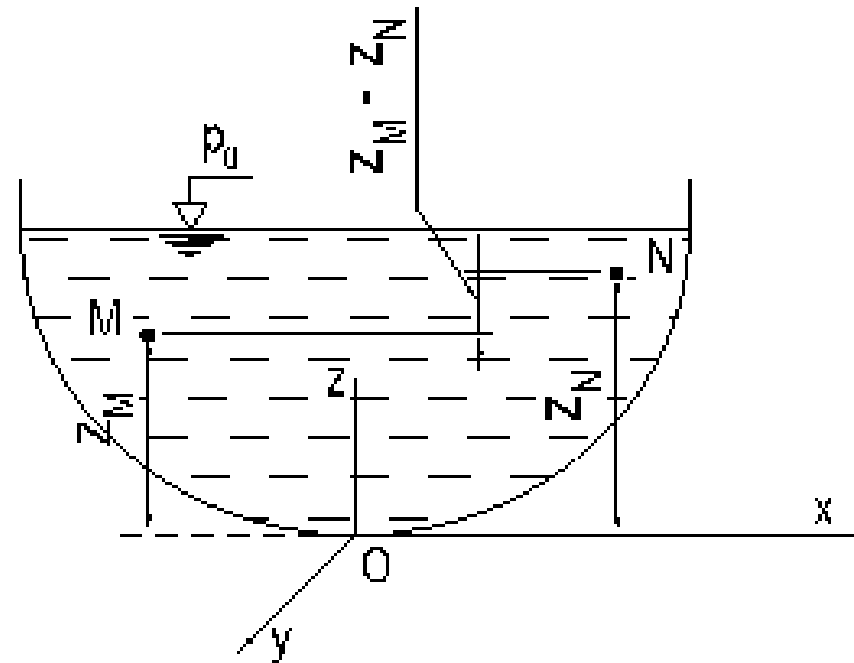
Giá trị	Hình học	Năng lượng
z	Độ cao vị trí	Vị năng đơn vị
$\frac{p}{\gamma}$	Độ cao áp suất	Áp năng đơn vị

2.3.2. Phương trình cơ bản dạng 2 (hệ quả dạng 1)

$$z_M + \frac{p_M}{\gamma} = z_N + \frac{p_N}{\gamma}$$

$$\Leftrightarrow (z_N - z_M) = \frac{p_M - p_N}{\gamma}$$

$$(p_M - p_N) = \gamma(z_N - z_M)$$



Khi N trùng với mặt thoáng, $(z_N - z_M) = h$, $p_N = p_a$ ta có:

$$p_M = p_a + \gamma h$$

Khi N tùy ý ta có:

$$p_M = p_N + \gamma h_{MN}$$

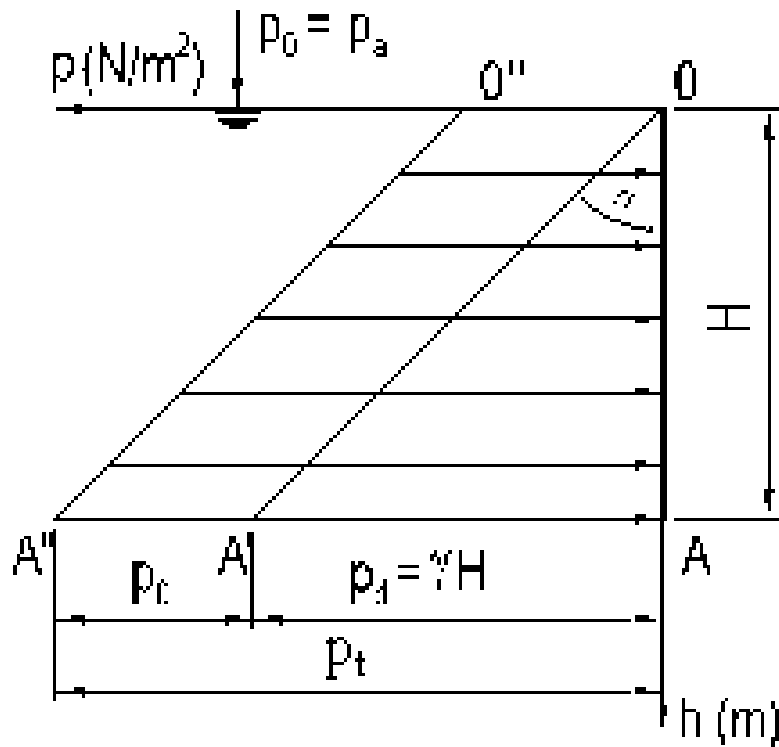
2.3.3. Phân loại áp suất

Loại áp suất	Công thức	Công cụ đo
Tuyệt đối	$p_t = p_0 + \gamma h$	
Dư $p_t > p_a$	$p_d = p_t - p_a = (p_0 + \gamma h) - p_a$ $p_0 = p_a : p_d = \gamma h$	Áp kế
Chân không $p_t < p_a$	$p_{ck} = p_a - p_t = p_a - (p_0 + \gamma h) = -p_d$	Chân không kế

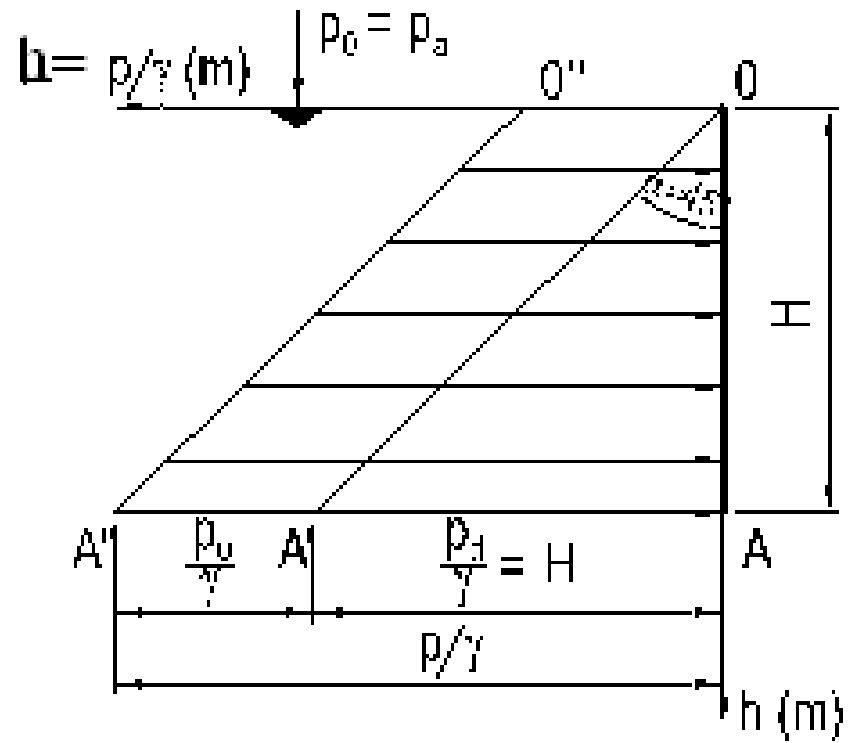
Áp suất tại một điểm có thể đo bằng chiều cao cột chất lỏng

$$h = p / \gamma$$

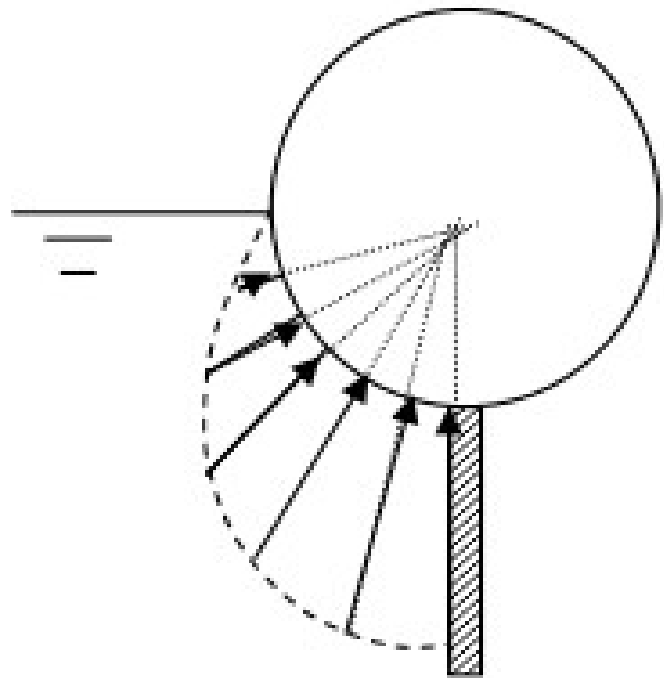
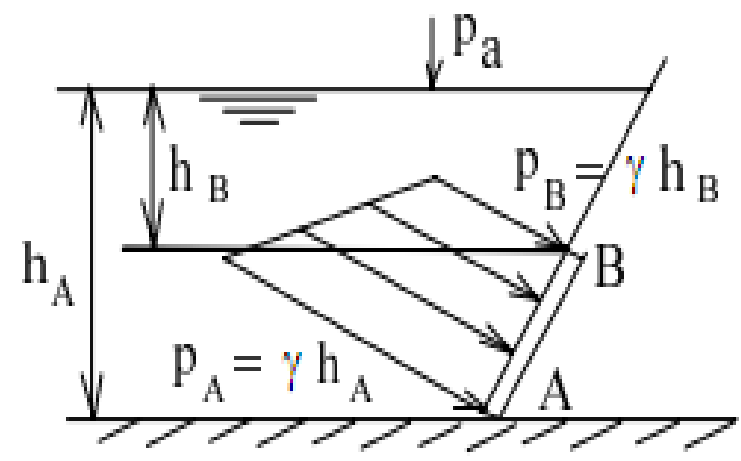
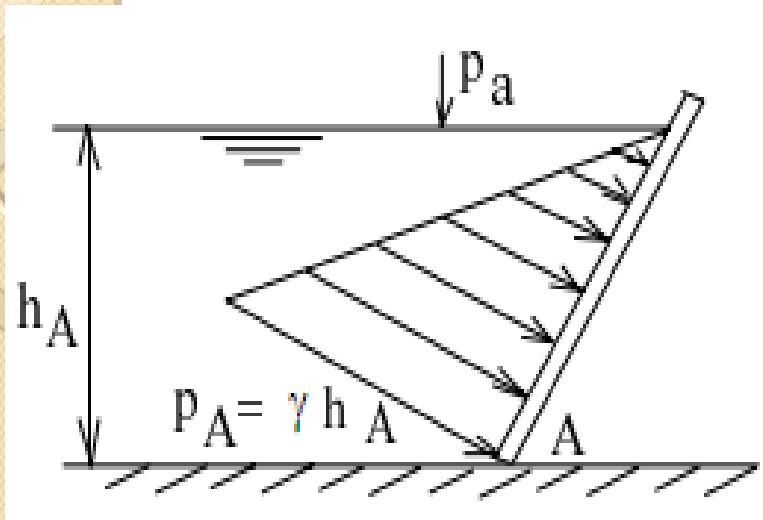
2.3.4. BIỂU ĐỒ ÁP SUẤT - ĐỒ ÁP LỰC



Biểu đồ áp suất



Biểu đồ áp lực

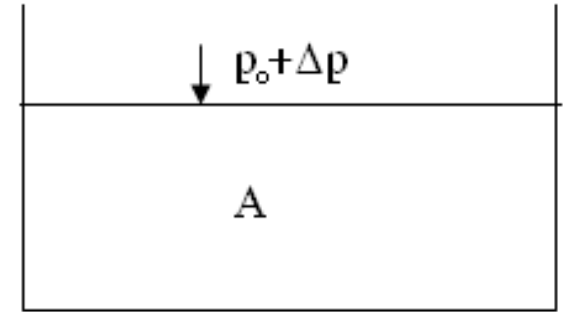


2.4 Định luật hai bình thông nhau; Định luật

Pascal

2.4.1 Định luật hai bình thông nhau:

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2 \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$



2.4.2 Định luật Pascal:

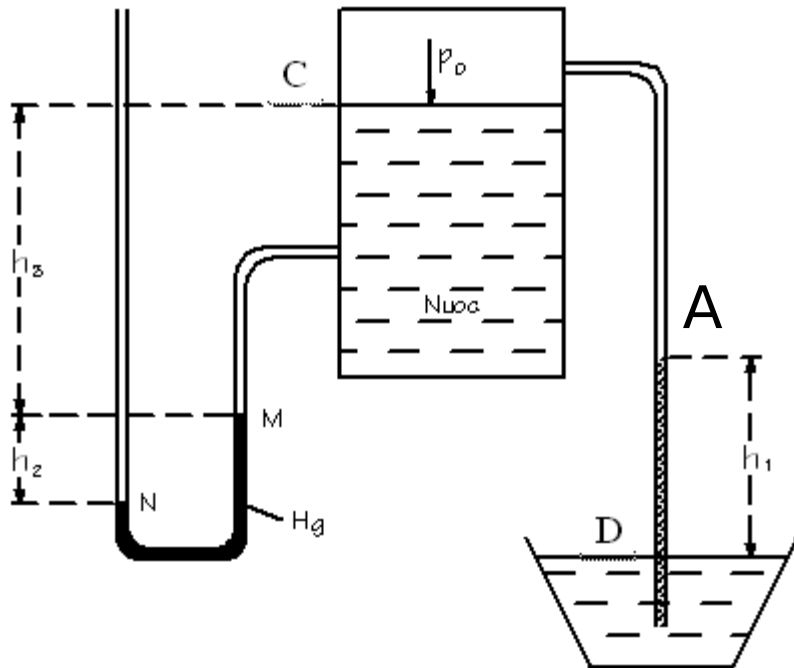
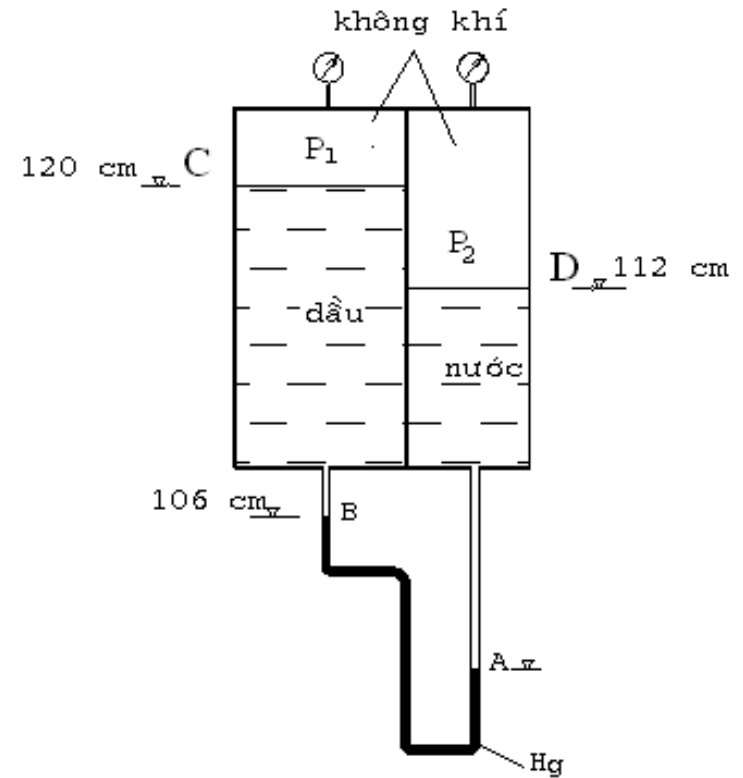
$$p = p_0 + \rho \cdot h$$

Khi áp suất tại một điểm trong môi trường chất lỏng thay đổi, thì tất cả mọi điểm trong môi trường đó cũng thay đổi một giá trị tương ứng

2.4.3 Bài tập:

Bài 1

Xác định cao trình mực thủy ngân tại A nếu áp suất chỉ trong các áp kế là: $p_1=0.9\text{at}$, $p_2=1.84\text{at}$, tỉ trọng dầu $d=0.8$, tỉ trọng thủy ngân $Hg=13.6$. Các cao trình khác chỉ trên hình vẽ.



Bài 2

Xác định áp suất tuyệt đối p_0 và chiều cao mực nước h_1 trong ống 1, nếu sẽ mắc nối áp kế thủy ngân ($Hg = 13,6$) $h_2 = 0,20\text{ m}$, $h_3 = 0,9\text{ m}$.