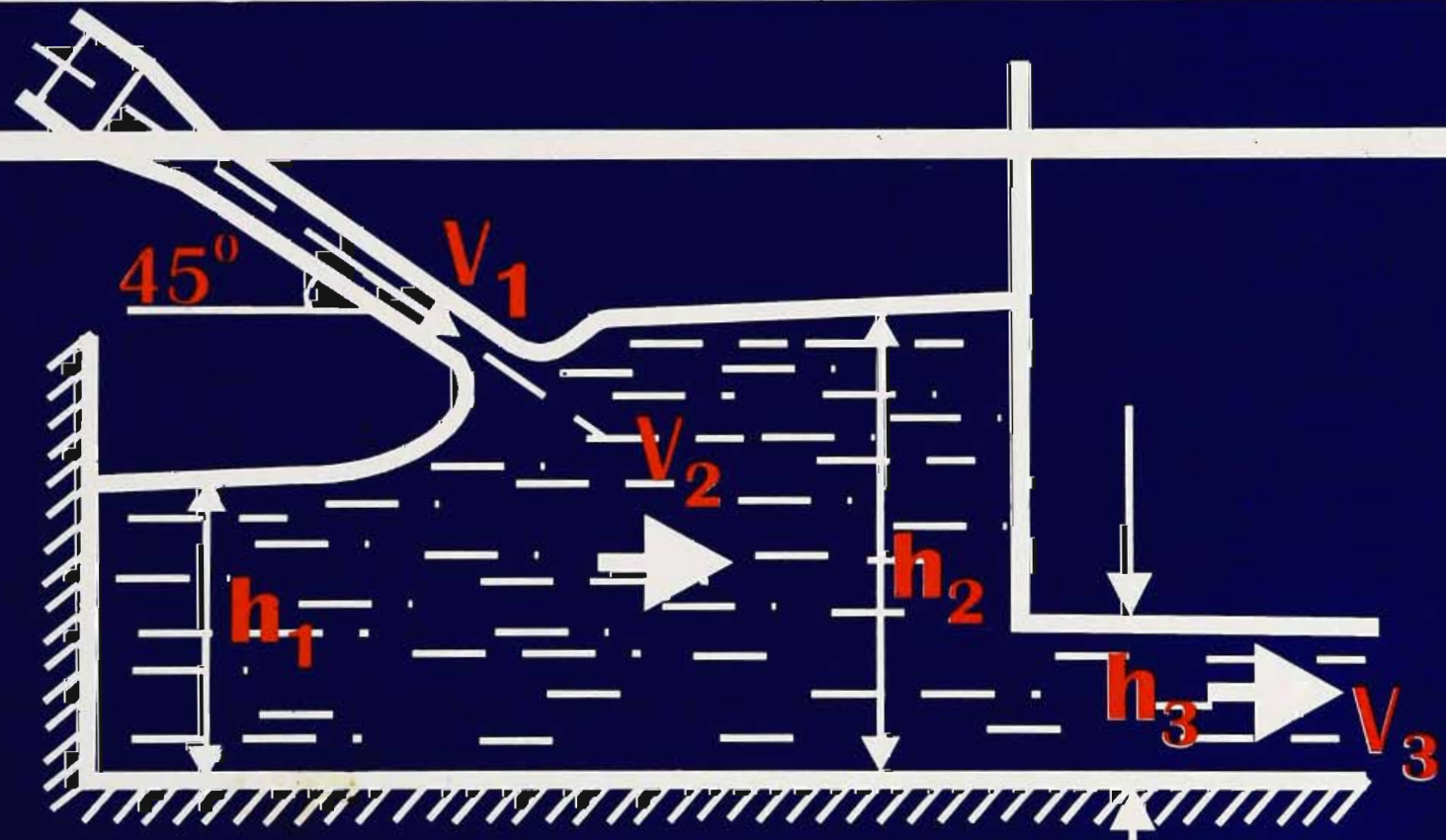


M  $\frac{605}{8754}$

PHÙNG VĂN KHƯƠNG - PHẠM VĂN VĨNH

# BÀI TẬP THỦY LỰC CHỌN LỌC



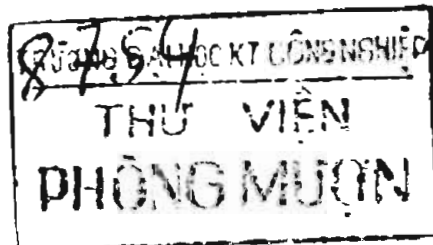
NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



PHÙNG VĂN KHƯƠNG - PHẠM VĂN VĨNH

# BÀI TẬP THỦY LỰC CHỌN LỌC

*(Dùng cho sinh viên đại học và cao học  
các trường kỹ thuật)*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC - 1999

PC. TX

---

6C2  
GD-99 1.24 /79 - 99

Hoa 40-D L

Mã số : DYK02B9

## LỜI NÓI ĐẦU

*Cơ học chất lỏng ứng dụng hay thủy lực là môn học được giảng dạy cho nhiều ngành ở nhiều trường kỹ thuật khác nhau. Sinh viên khi học môn này thường gặp nhiều khó khăn trong việc ứng dụng lý thuyết để giải các bài tập, nhất là các bài tập tương đối khó. Với mục đích trang bị cho sinh viên những kỹ năng giải các bài tập đó, chúng tôi tập hợp trong tài liệu này 158 bài tập có tính chất chọn lọc. Phần lớn số bài được giải hoặc hướng dẫn chi tiết cách giải. Có một số ít bài chỉ cho đáp số để sinh viên tự kiểm tra và rèn luyện kỹ năng tính toán. Tài liệu này còn giúp cho sinh viên nâng cao trình độ để dự thi các kỳ thi Olympic toàn quốc được tổ chức hàng năm, cũng như làm tài liệu nghiên cứu cho các học viên cao học.*

*Chúng tôi sắp xếp các bài tập thành 5 chương cơ bản, trong mỗi chương đều có tóm tắt lý thuyết để sinh viên tiện theo dõi và ứng dụng.*

*Cuối cùng, xin chân thành cảm ơn Phòng Quản lý và Nghiên cứu khoa học của Trường đại học Giao thông vận tải cùng các bạn đồng nghiệp và Nhà xuất bản Giáo dục đã giúp đỡ chúng tôi trong việc xuất bản cuốn sách này.*

### CÁC TÁC GIẢ

**PTS. Phùng Văn Khương**

**Th.S. Phạm Văn Vĩnh**



## Chương 1

# TĨNH HỌC CHẤT LỎNG

### 1.1. Phương trình vi phân cân bằng của chất lỏng tĩnh (phương trình Ôle tĩnh)

a) Dạng vectơ: 
$$\vec{f} - \frac{1}{\rho} \text{grad}p = 0 \quad (1-1)$$

Ở đây:  $\vec{f} = X\vec{i} + Y\vec{j} + Z\vec{k}$  ;

$\vec{f}$  - là lực khối đơn vị ;

p- áp suất thủy tĩnh ;

{ X, Y, Z } - hình chiếu của lực  $\vec{f}$  lên các trục tọa độ Đêcac Oxyz.

b) Dạng hình chiếu :

$$\begin{aligned} X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= 0 \\ Y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= 0 \\ Z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \quad (1-2)$$

1.2. Phương trình cơ bản thủy tĩnh (trường hợp lực khối là trọng lực :  $X=0$  ,  $Y=0$  ,  $Z = -g$  )

$$z + \frac{p}{\gamma} = c \quad (1-3)$$

### 1.3. Áp suất tại một điểm trong chất lỏng

$$p = p_0 + \gamma h \quad (1-4)$$

Ở đây, h - chiều sâu (khoảng cách từ mặt thoáng đến điểm tính áp suất). Khi p xác định theo công thức (1 - 4), thì gọi áp suất tuyệt đối :  $p_{td} = p_0 + \gamma h$ .

Gọi  $p_a$  là áp suất khí trời :  $p_a = 9,81 \text{ N/cm}^2 = 1 \text{ at}$ , thì sẽ có hai trường hợp sau :

+ Nếu  $p_{td} > p_a$  thì  $p_{td} - p_a = p_d$  ;  $p_d$  gọi là áp suất dư.

+ Nếu  $p_{td} < p_a$  thì  $p_a - p_{td} = p_{ck}$  ;  $p_{ck}$  gọi là áp suất chân không.

Như vậy :  $p_{ck} = - p_d$

- Áp suất dư trên mặt thoáng của chất lỏng tiếp xúc với khí trời thì bằng không .

- Áp suất dư tại một điểm trong chất lỏng có mặt thoáng tiếp xúc với khí trời bằng :

$$p_d = \gamma h$$

Sau đây áp suất dư thường được viết là  $p$  .

#### 1.4. Áp lực chất lỏng lên thành phẳng (áp lực dư)

$$P = p_c \omega = \gamma z_c \omega \quad (1 - 5)$$

Ở đây  $p_c$  - áp suất tại trọng tâm của diện tích chịu lực  $\omega$  ;  $z_c$  là chiều sâu của trọng tâm C (Hình 1-1).

Tâm áp lực D :

$$\zeta_D = \zeta_C + \frac{J_C}{\zeta_C \omega} \quad (1-6)$$

Ở đây:

$\zeta$  - trục đối xứng đi qua trọng tâm C .

$J_C$  - mômen quán tính của diện tích  $\omega$  ứng với trục đi qua trọng tâm C.

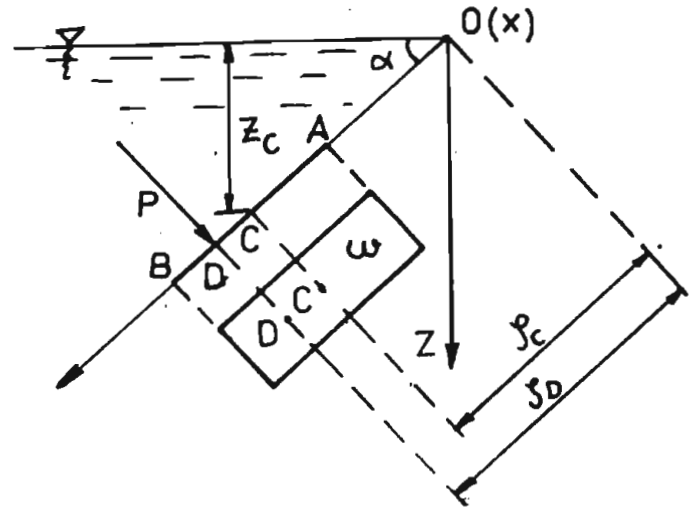
Trường hợp thành thẳng đứng ( $\alpha = 90^\circ$ ) :

$$z_D = z_C + \frac{J_C}{z_C \omega} \quad (1 - 7)$$

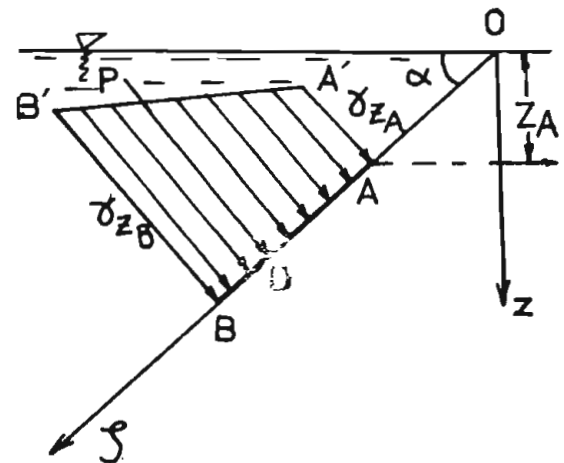
Ta cũng có thể tìm áp lực P và tâm áp lực theo phương pháp biểu đồ (Hình 1-2) nếu diện tích chịu lực có dạng hình chữ nhật hoặc hình vuông có chiều rộng b :

$$\begin{aligned} P &= S_{ABA'B'} \times b \\ &= \frac{\gamma (z_A + z_B) AB \times b}{2} \quad (1-8) \end{aligned}$$

Điểm đặt đi qua trọng tâm của  $ABB'A'$ .



Hình 1-1



Hình 1-2



### 1.5. Áp lực chất lỏng lên thành cong:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} \quad (1-9)$$

Ở đây:  $P_x = \gamma z_c \omega_x \quad (1-10)$

$\omega_x$  là hình chiếu của thành cong lên mặt vuông góc với trục Ox ( tức là chiếu theo pháp // trục Ox )  
 $z_c$  là tọa độ trọng tâm của diện tích  $\omega_x$ .

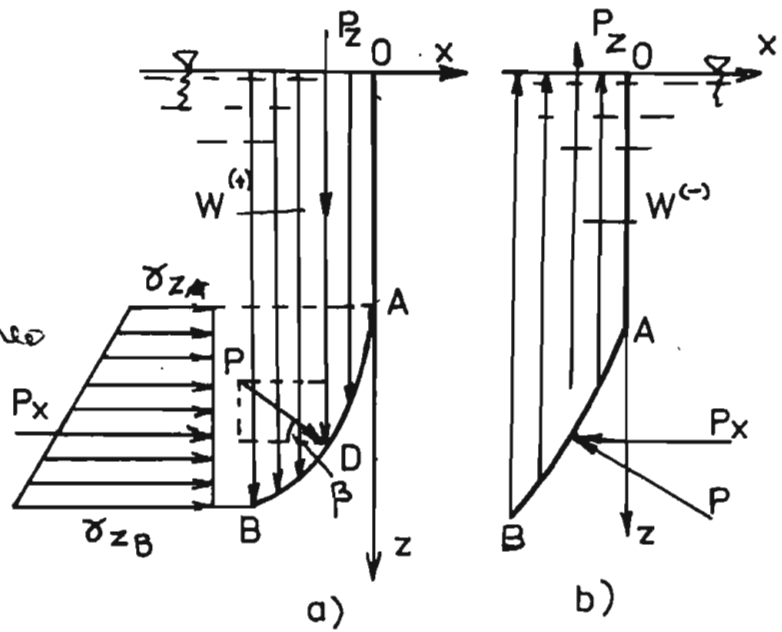
$$P_z = \gamma W \quad (1-11)$$

W - thể tích của vật thể áp lực. W mang dấu dương nếu ngay bên trên mặt chịu lực có chất lỏng (Hình 1-3a) còn W mang dấu âm nếu ngay bên trên mặt chịu lực không có chất lỏng (Hình 1-3b).

Để tìm tâm áp lực ta kết hợp hai điều kiện :

- Áp lực P đi qua tâm của mặt cầu hoặc mặt trụ;
- Tìm góc giữa  $P_x$  và  $P_z$  :

$$\text{tg}\beta = \frac{|P_z|}{|P_x|}$$

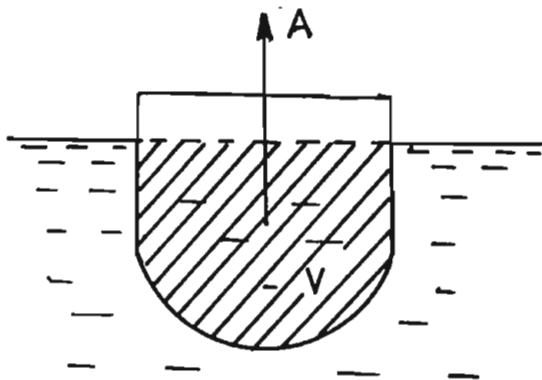


Hình 1-3

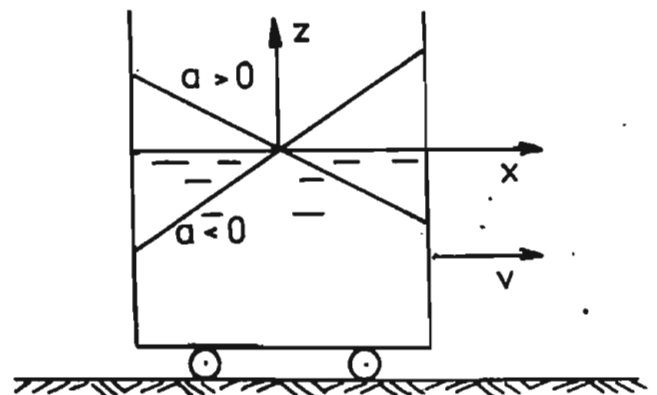
### 1.6. Định luật Acsimet

Một vật ngập từng phần hoặc toàn phần trong chất lỏng sẽ chịu một áp lực thẳng đứng từ dưới lên gọi là lực đẩy Acsimet (kí hiệu A), có trị số bằng trọng lượng của thể tích chất lỏng mà vật chiếm chỗ là đi qua trọng tâm của khối chất lỏng đó (Hình 1-4) :

$$A = \gamma V \quad (1-12)$$



Hình 1-4



Hình 1-5

### 1.7. Tĩnh tương đối

a) Vật chứa chất lỏng chuyển động thẳng đều với gia tốc  $a$  không đổi (Hình 1-5).

- Phân bố áp suất :

$$p = -\rho ax - \rho gz + c \quad (1-13)$$

- Mặt đẳng áp :

$$ax + gz = c \quad (1-14)$$

b) Vật chứa chất lỏng quay xung quanh trục đối xứng với vận tốc góc  $\omega$  không đổi (Hình 1-6).

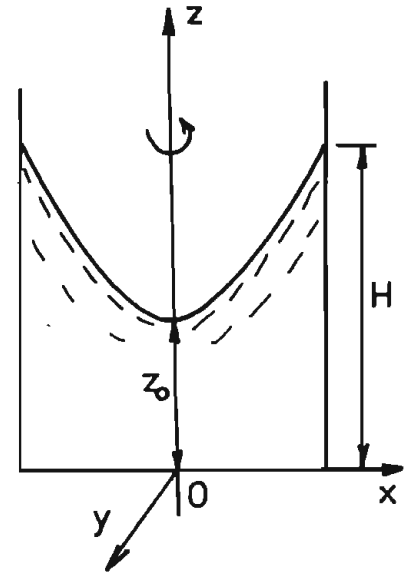
- Phân bố áp suất :

$$p = \frac{\rho\omega^2}{2} r^2 - \gamma (z - z_0) \quad (1-15)$$

- Mặt thoáng của chất lỏng

$$z - z_0 = \frac{\omega^2}{2g} r^2 \quad (1-16)$$

Trong đó:  $r^2 = x^2 + y^2$ .



Hình 1-6

### 1.8. Sự cân bằng của chất khí

Phương trình vi phân cân bằng của chất khí trong lực nén được ( $\rho \neq \text{const}$ ) :

$$dp = -\rho g dz \quad (1-17)$$

Phương trình trạng thái khí :

$$\rho = \rho(p, T) \quad (1-18)$$

Ở đây  $T$  là nhiệt độ tuyệt đối.

\*  
\*   \*

**Bài 1.1.** Đường ống dẫn nước có đường kính trong  $d = 500$  mm, dài  $l = 1000$  m chứa đầy nước ở trạng thái tĩnh dưới áp suất  $p_0 = 4$ at và nhiệt độ ban đầu  $t_0 = 5^\circ\text{C}$ . Hãy xác định áp suất trong ống khi nhiệt độ trong ống tăng lên đến  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ . Biết hệ số giãn nở do nhiệt độ của nước  $\beta_t = 0,000014$  và hệ số nén  $\beta_p = \frac{l}{21000} \frac{\text{cm}^2}{\text{kg}}$ . Bỏ qua sự biến dạng và nén, giãn nở của thành ống.

#### Bài giải

Thể tích nước trong đường ống ban đầu, lúc  $t_0 = 5^\circ\text{C}$  là :

$$w_0 = \frac{\pi d^2}{4} l = \frac{3,14 \times 0,5^2}{4} \times 1000 = 196,25 \text{m}^3$$