

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com


Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN

MÔN HỌC CƠ CHẤT LỎNG + THÍ NGHIỆM

1

07/2012




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

THÔNG TIN GIẢNG VIÊN

- ✓ Giảng viên: Th.S Bùi Anh Kiệt
- ✓ Địa điểm làm việc: Khoa Xây dựng và Điện, P.312, Trường Đại học Mở Tp.HCM
- ✓ Điện thoại: 0902.366.801
- ✓ Email: kietabui@yahoo.com


2



**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

THÔNG TIN MÔN HỌC

- ✓ Tên môn học: **CƠ CHẤT LỎNG + THÍ NGHIỆM**
- ✓ Mã môn học: CENG2402
- ✓ Trình độ Đại học/Cao đẳng: Đại học
- ✓ Loại hình đào tạo: Chính quy
- ✓ Ngành: Kỹ thuật xây dựng
- ✓ Số tín chỉ: 02 + 01
- ✓ Loại môn học: Bắt buộc
- ✓ Môn học trước: Toán A1&A2, Vật Lý Đại Cương, Cơ Lý Thuyết




**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

NỘI DUNG MÔN HỌC

- ✓ Chương 1: **CÁC ĐẶC TÍNH CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG**
- ✓ Chương 2: **THỦY TÍNH HỌC**
- ✓ Chương 3: **SỰ NỔI VÀ CÂN BẰNG TRONG CHẤT LỎNG**
- ✓ Chương 4: **CHẤT LỎNG TRONG BÌNH CHỨA CHUYỂN ĐỘNG**
- ✓ Chương 5: **CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT LỎNG**
- ✓ Chương 6: **DÒNG CHẢY TRONG ỐNG**
- ✓ Chương 7: **ĐO ĐẶC DÒNG CHẢY**
- ✓ Chương 8: **LỰC GÂY RA BỞI DÒNG CHẢY CHUYỂN ĐỘNG**

4

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

TÀI LIỆU HỌC TẬP

✓ **Giáo trình chính:**

[1] TS. Nguyễn Thống - *CO CHẤT LỎNG* - Ban XB: ĐH Mở Tp.HCM, 2002

✓ **Giáo trình tham khảo:**


[2] TS. Trần Văn Đắc - *THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG* - NXB Giáo Dục, 2004
 [3] TS. Nguyễn Tài - *THỦY LỰC* (Tập 1) - NXB ĐH Xây Dựng Hà Nội, 2002
 [3] Yunus A Cengel & John M.Cimbala – *FLUID MECHANICS* – McGraw-Hill, 2008

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP

STT	Hình thức đánh giá	Trọng số
1	Điểm thí nghiệm	40%
2	Thi cuối kỳ	60%

5

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN

CHƯƠNG 1: CÁC ĐẶC TÍNH CỦA CHẤT LỎNG

6

Th.S BÙI ANH KIẾT




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

1. Giới thiệu
2. Những đặc tính vật lý cơ bản
3. Lực tác dụng lên chất lỏng
4. Ứng suất tại một điểm
5. Hệ thống đơn vị

7

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

1. GIỚI THIỆU

- Đối tượng nghiên cứu: **Chất lỏng**
- Phạm vi nghiên cứu:
 - Nghiên cứu các qui luật của chất lỏng khi nó ở trạng thái cân bằng và chuyển động.
 - Các quá trình tương tác lực của nó lên các vật thể khác
- Ứng dụng:
 - Kỹ thuật giao thông: thiết kế tàu thủy, máy bay, xe hơi,...
 - Kỹ thuật xây dựng: thủy lợi, cầu đường, cấp thoát nước.
 - Thiết bị thủy lực: bơm, tuabin.
 - Môi trường, thủy văn.

8

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

MỘT SỐ ỨNG DỤNG

- Thiết kế các phương tiện vận chuyển: xe hơi, tàu thủy, máy bay, hoả tiễn,...



Đường dòng khí xe đang chuyển động



Lực cản lên tàu thủy

9

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

MỘT SỐ ỨNG DỤNG (TT)

Ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng như: cấp, thoát nước, công trình thủy lợi (đê, công...), công trình thủy điện, thiết kế cầu, ...



Đập tràn xả lũ – Hồ chứa



Nghiên cứu xói lở bờ sông

10

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

MỘT SỐ ỨNG DỤNG (TT)

Tính toán thiết kế các thiết bị thủy lực: bơm, tuabin, máy nén,...



Máy bơm



Con đội

11

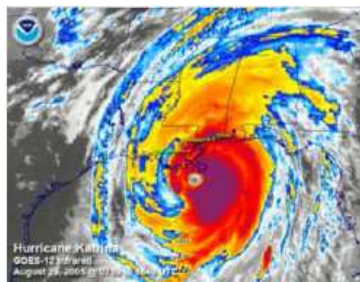
Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

MỘT SỐ ỨNG DỤNG (TT)

Ứng dụng trong thủy văn: dự báo bão, lũ lụt...



Dự báo bão Katrina

12

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

PHẦN TỬ CHẤT LỎNG

- Khái niệm:
 - Kích thước: vô cùng bé, nhưng lớn hơn rất nhiều kích thước phân tử.
 - Đồng nhất, đẳng hướng và liên tục.
 - Không xét đến cấu trúc phân tử và chuyển động phân tử.
 - Có tính chảy.

13

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

- **Đặc tính 1: Có khối lượng**

Đặc trưng bằng khối lượng riêng ρ (kg/m^3 , Ns^2/m^4)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- **Đặc tính 2: Có trọng lượng**

Đặc trưng bằng trọng lượng riêng γ (N/m^3 , $\text{kg/m}^2\text{s}^2$)

$$\gamma = \rho \cdot g$$


- **Tỉ trọng :**

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\gamma}{\gamma_{\text{H}_2\text{O}}}$$



14

Th.S Bùi Anh Kiệt


2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

○ Các giá trị thường dùng

Khối lượng riêng:

$\rho_{\text{nước}}$	kg/m ³	1,000
$\rho_{\text{không khí}}$	kg/m ³	1.228
$\rho_{\text{thủy ngân}}$	kg/m ³	13,600

Trọng lượng riêng:


$\gamma_{\text{nước}}$	N/m ³	9,810
$\gamma_{\text{không khí}}$	N/m ³	12.04
$\gamma_{\text{thủy ngân}}$	N/m ³	133,420

Tỉ trọng:

$\delta_{\text{nước}}$	1
$\delta_{\text{không khí}}$	0.0012
$\delta_{\text{thủy ngân}}$	13,6

15

Th.S Bùi Anh Kiệt


2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

○ **Đặc tính 3: Tính thay đổi thể tích** khi thay đổi áp suất hoặc nhiệt độ

- Thay đổi áp suất:
 - Biểu thị bằng hệ số co thể tích β_w (m²/N)

$$\beta_w = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$$
 - Mô đun đàn hồi K (N/m²)

$$K = \frac{1}{\beta_w} = -W \frac{dp}{dW}$$
- Khi $p = (1 \div 500)$ at và $t = (0 \div 20)^\circ\text{C}$, $\beta_w = 0.00005$ (m²/N) $\approx 0 \rightarrow$ chất lỏng xem như không nén được khi thay đổi áp suất

16

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

- Thay đổi nhiệt độ:
 - Biểu thị bằng hệ số giãn vì nhiệt β_T ($1/^\circ\text{C}$)

$$\beta_T = \frac{1}{W} \frac{dW}{dT}$$

- Giá trị của β_T theo nhiệt độ:

Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	4+10	10+20
β_T ($1/^\circ\text{C}$)	0.00014	0.00015

→ Giá trị β_T thay đổi không đáng kể.

⇒ Trong điều kiện thường, chất lỏng xem như không nén được dù có sự thay đổi về áp suất hay nhiệt độ.

17

Th.S Bùi Anh Kiệt



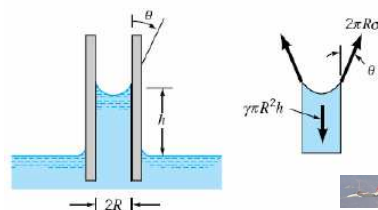
ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

- **Đặc tính 4: Có sức căng mặt ngoài**
 - Đặc trưng bởi hệ số sức căng mặt ngoài σ (N/m)
 - Phụ thuộc vào nhiệt độ và loại chất lỏng.

Chất lỏng	Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	σ (N/m)
Nước	20	0.0726
Thủy ngân	20	0.540

- Không xét đến ảnh hưởng của đặc tính này trong các hiện tượng thủy lực.
- Hiện tượng mao dẫn.



18

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

○ Đặc tính 5: Có tính nhớt

- Là nguyên nhân sinh ra sự tổn thất năng lượng khi chất lỏng chuyển động
- Sinh ra *sức ma sát trong*
- Tính nhớt biểu thị sức dính phân tử của chất lỏng.

19

Th.S Bùi Anh Kiệt



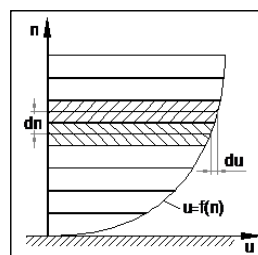
ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

• Định luật ma sát trong của Niuton:

$$F = \mu S \frac{du}{dn}$$

- F: sức ma sát giữa 2 lớp chất lỏng (N)
- S: diện tích tiếp xúc (m²)
- $u = f(n)$: phân bố vận tốc theo phương pháp tuyến (m/s)
- $\frac{du}{dn}$: gradien vận tốc theo phương n
- μ : hệ số nhớt (*hệ số nhớt động lực*): $\frac{N \cdot s}{m^2}, \frac{kg}{m \cdot s}, Pa \cdot s$
- Ngoài ra: 1 poise (P) = 0.1 $\left(\frac{kg}{m \cdot s}\right)$



20

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN

- Ứng suất ma sát: (N/m²)

$$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{du}{dn}$$
- Tính nhớt còn được đặc trưng bởi *hệ số nhớt động học* ν :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}, \left(\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)$$
 - Ngoài ra: 1 stoke = 1 cm²/s = 10⁻⁴ m²/s

21

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

2. NHỮNG ĐẶC TÍNH VẬT LÝ CƠ BẢN


- Hệ số nhớt động lực của một số loại chất lỏng, μ (Poise)

Chất lỏng	t ^o C	μ , (P)
Dầu xăng	18	0.0065
Nước	20	0.0101
Dầu hoả	18	0.0250
Dầu nhờn	20	1.7200
Glyxerin	20	8.7000
- Hệ số nhớt động học của nước, ν (cm²/s)

Nhiệt độ (t ^o C)	0	10	20	30	40	50
ν (cm ² /s)	0.0178	0.0131	0.0101	0.0081	0.0066	0.0055


22

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


3. LỰC TÁC DỤNG LÊN CHẤT LỎNG

- Nội lực.
- Ngoại lực
 - Lực mặt
 - Những phần tử ở ngoài mặt ω tác dụng lên những phần tử bên trong ω những lực ngoài.
 - Tác dụng lên những phần tử ngay sát bề mặt ω .
 - Tỷ lệ với yếu tố diện tích.
 - Lực khối
 - Tác dụng lên những phần tử ở bên trong mặt ω .
 - Tỷ lệ với yếu tố thể tích



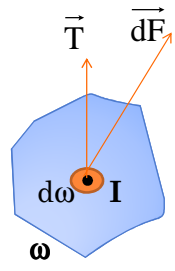
23

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


4. ỨNG SUẤT TẠI MỘT ĐIỂM

- Xét phân tố diện tích $d\omega$ lấy trên 1 mặt ω , bao quanh điểm I của mặt ω
- Hệ lực tác dụng lên $d\omega$: $d\vec{F}$, đặt tại I
- Ứng suất: $\vec{T} = \lim_{d\omega \rightarrow 0} \frac{d\vec{F}}{d\omega}$



24

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

5. HỆ THỐNG ĐƠN VỊ

ĐẠI LƯỢNG	KÝ HIỆU	ĐƠN VỊ
Chiều dài	L	m
Khối lượng	M	Kg
Thời gian	T	s
Nhiệt độ	θ	$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$
Lực	F	N
Diện tích	A	m^2
Thể tích	V	m^3
Áp suất	p	N/m^2
Vận tốc	V	m/s
Gia tốc	a	m/s^2

$1 \text{ N}/\text{m}^2 = 1 \text{ Pa}$

$1 \text{ Pa} = 10^{-3} \text{ KPa}$

$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N}/\text{m}^2$

$1 \text{ at} = 10 \text{ m cột H}_2\text{O}$
 $= 760 \text{ mm Hg}$

25


Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

Xin cảm ơn

26

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN


CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 2: THỦY TĨNH HỌC

Tháng 06/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT

1




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

1. Áp suất thủy tĩnh – Áp lực thủy tĩnh
2. Tính chất của áp suất thủy tĩnh
3. Phương trình vi phân cơ bản của chất lỏng cân bằng
4. Phương trình cơ bản của thủy tĩnh học
5. Áp suất tuyệt đối – áp suất dư – áp suất chân không
6. Định luật bình thông nhau
7. Định luật Pascan
8. Đồ phân bố áp suất thủy tĩnh – đồ áp lực
9. Áp lực chất lỏng lên thành phẳng
10. Áp lực chất lỏng lên thành cong

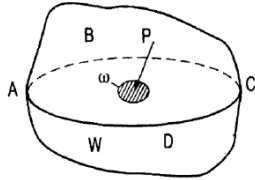
Th.S Bùi Anh Kiệt

2



ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

1. ÁP SUẤT THỦY TĨNH – ÁP LỰC THỦY TĨNH

- Cơ sở lý thuyết**
 - Khối chất lỏng W đứng cân bằng
 - Cắt khối W bằng mặt phẳng (ABCD) và bỏ phần trên
 - Thay thế lực tác dụng của phần trên bằng hệ lực tương đương
 - Xét một diện tích ω trên mặt phẳng (ABCD)
 - Hệ lực tương đương của phần trên tác dụng lên ω : \vec{P}
 - Áp suất thủy tĩnh trung bình:
$$\frac{\vec{P}}{\omega} = p_{tb}$$
 - Áp suất thủy tĩnh tại 1 điểm:
$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \left(\frac{\vec{P}}{\omega} \right) = \vec{p}$$



Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

1. ÁP SUẤT THỦY TĨNH – ÁP LỰC THỦY TĨNH

- Áp suất thủy tĩnh: \vec{p}**
 - Chú ý: trị số p của \vec{p} cũng được gọi là áp suất thủy tĩnh.
 - Đơn vị: N/m^2 hoặc $kg/m.s^2$; at; m cột nước.
 - Chuyển đổi đơn vị:

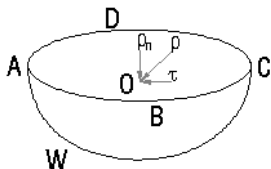
$1 N/m^2 = 1Pa$
$1 at = 9,81 \cdot 10^4 N/m^2$
$1 at = 10m \text{ cột } H_2O$ $= 760mm \text{ Hg}$
- Áp lực thủy tĩnh: \vec{P}**
 - Chú ý: trị số P của \vec{P} cũng được gọi là áp lực thủy tĩnh.
 - Đơn vị: N

Th.S Bùi Anh Kiệt

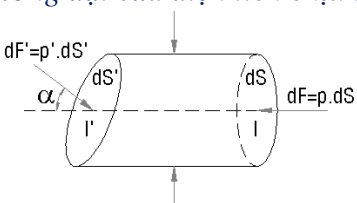

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

TÍNH CHẤT CỦA ÁP SUẤT THỦY TĨNH

- Tính chất 1:** áp suất thủy tĩnh tác dụng thẳng góc với diện tích chịu lực và hướng vào diện tích ấy




- Tính chất 2:** trị số áp suất thủy tĩnh tại một điểm bất kỳ không phụ thuộc vào hướng đặt của diện tích chịu lực tại điểm này



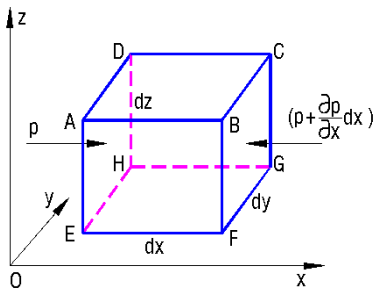
5

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


3. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG CÂN BẰNG

- Xét khối chất lỏng vi phân, cạnh dx, dy, dz , đứng cân bằng, khối lượng riêng ρ
- Lực khối đơn vị: $\vec{F}(F_x, F_y, F_z)$
- Lực tác dụng lên khối hình hộp theo phương x:
 - Lực khối: $\rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot F_x$
 - Lực mặt: $p \cdot dy \cdot dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) dy \cdot dz$



6

Th.S Bùi Anh Kiệt


3. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG CÂN BẰNG

Điều kiện cân bằng theo phương x:

$$p \cdot dy \cdot dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx \right) dy \cdot dz + \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot F_x = 0$$

Rút gọn ta được: $F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = 0$ (1)


phương y $\rightarrow F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = 0$ (2)

phương z $\rightarrow F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = 0$ (3)

Viết dưới dạng vector:

$$\vec{F} - \frac{1}{\rho} \vec{\text{grad}} p = 0 \rightarrow \text{Phương trình vi phân cơ bản (Phương trình Euler)}$$

Th.S Bùi Anh Kiệt


PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN MẶT ĐẲNG ÁP

Nhân lần lượt các phương trình (1),(2),(3) với dx, dy, dz rồi cộng vế theo vế:

$$(F_x dx + F_y dy + F_z dz) - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) = 0$$

$$(F_x dx + F_y dy + F_z dz) - \frac{1}{\rho} dp = 0$$


$$dp = \rho (F_x dx + F_y dy + F_z dz) \quad (4)$$

Mặt đẳng áp: áp suất thủy tĩnh tại mọi điểm trên mặt đó đều bằng nhau $\rightarrow p = \text{const} \rightarrow dp = 0$

\rightarrow Phương trình vi phân mặt đẳng áp: $F_x dx + F_y dy + F_z dz = 0$

Tính chất: - Hai mặt đẳng áp khác nhau không thể cắt nhau
 - Lực khối tác dụng thẳng góc với mặt đẳng áp

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

4. PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN THỦY TĨNH HỌC

Dưới ảnh hưởng trọng lực \rightarrow lực khối theo từng phương sẽ là:

$$F_x = 0; F_y = 0; F_z = -g$$
 Thay vào phương trình (3):

$$-g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} = 0 \rightarrow \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g \quad (5)$$

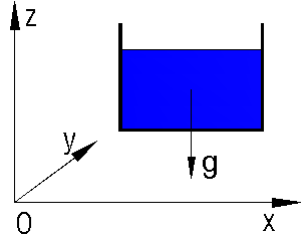
Tích phân phương trình (5):

$$\int dp = -\rho g \int dz \rightarrow p = -\rho \cdot g \cdot z + C$$

\rightarrow $p + \rho \cdot g \cdot z = \text{const} \quad (6)$


hay: $z + \frac{p}{\gamma} = \text{const} \quad (7)$

Phương trình thủy tĩnh



9

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

4. PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN THỦY TĨNH HỌC

Áp dụng cho 2 điểm A và B:

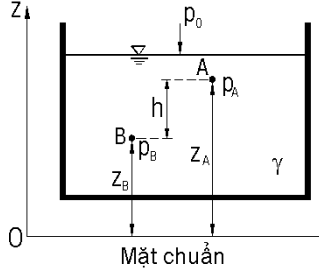
$$p_A + \rho \cdot g \cdot z_A = p_B + \rho \cdot g \cdot z_B$$

$$p_B = p_A + \gamma(z_A - z_B)$$

\rightarrow $p_B = p_A + \gamma h$


Nhận xét:

- Áp suất tại những điểm có cùng độ sâu trong chất lỏng trọng lực đứng cân bằng thì bằng nhau.
- Độ chênh áp suất giữa 2 điểm bất kỳ trong cùng một chất lỏng chỉ phụ thuộc vào khoảng cách thẳng đứng giữa 2 điểm ấy.
- Nếu có nhiều loại chất lỏng khác nhau, không trộn lẫn vào nhau thì mặt phân chia là các mặt đẳng áp nằm ngang.



10

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

ỨNG DỤNG PHƯƠNG TRÌNH THỦY TĨNH

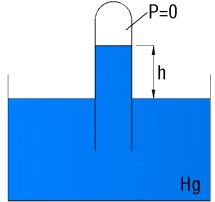
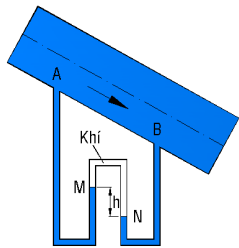
- Áp kế:
- Áp kế tuyệt đối: $p_a = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h$
- Áp kế đo chênh:

$$p_A + \rho \cdot g \cdot z_A = p_M + \rho \cdot g \cdot z_M \quad (1)$$


$$p_B + \rho \cdot g \cdot z_B = p_N + \rho \cdot g \cdot z_N \quad (2)$$

(1) & (2) $\rightarrow (p_A + \rho \cdot g \cdot z_A) - (p_B + \rho \cdot g \cdot z_B) = p_M - p_N + \rho \cdot g \cdot (z_M - z_N)$

Mà $p_M = p_N$, suy ra:

$$\left(z_A + \frac{p_A}{\gamma} \right) - \left(z_B + \frac{p_B}{\gamma} \right) = h$$



Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

ỨNG DỤNG PHƯƠNG TRÌNH THỦY TĨNH (TT)

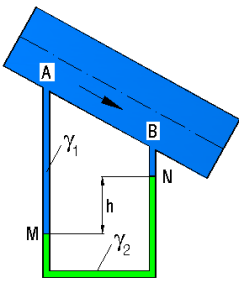
- Áp kế:
- Áp kế đo chênh có 2 chất lỏng:

$$p_A + \rho_1 \cdot g \cdot z_A = p_M + \rho_1 \cdot g \cdot z_M \quad (1)$$


$$p_B + \rho_1 \cdot g \cdot z_B = p_N + \rho_1 \cdot g \cdot z_N \quad (2)$$

$$p_M - p_N = \rho_2 \cdot g \cdot h \quad (3)$$

(1),(2) & (3) $\rightarrow \left(z_A + \frac{p_A}{\gamma} \right) - \left(z_B + \frac{p_B}{\gamma} \right) = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1} h$



Th.S Bùi Anh Kiệt


**5. ÁP SUẤT TUYỆT ĐỐI – ÁP SUẤT DƯ –
– ÁP SUẤT CHÂN KHÔNG**

○ Áp suất tuyệt đối: $p_A^{td} = p_0^{td} + \gamma h$

○ Áp suất dư: $p_A^{du} = p_A = p_A^{td} - p_a^{td}$

$p_a^{td} = 98100(N/m^2)$ Áp suất tuyệt đối của khí trời
 $p_a = 0(N/m^2)$ Áp suất dư của khí trời


• Nếu áp suất tại mặt thoáng p_0 bằng áp suất khí trời p_a thì:

$p_A = \gamma h$

○ Áp suất chân không: $p^{ck} = p_a^{td} - p_A^{td} = -p_A$

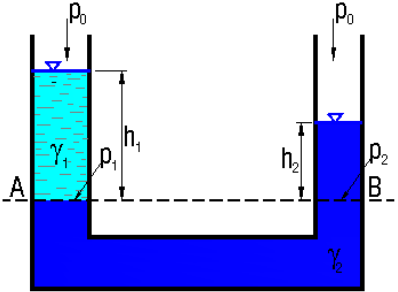
13

Th.S Bùi Anh Kiệt


6. ĐỊNH LUẬT BÌNH THÔNG NHAU

○ Nội dung định luật:


• Nếu hai bình thông nhau chứa đựng chất lỏng khác nhau và có áp suất trên mặt thoáng bằng nhau, độ cao của chất lỏng ở mỗi bình tính từ mặt phân chia hai chất lỏng đến mặt thoáng sẽ tỉ lệ nghịch với trọng lượng đơn vị của chất lỏng.



$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$$

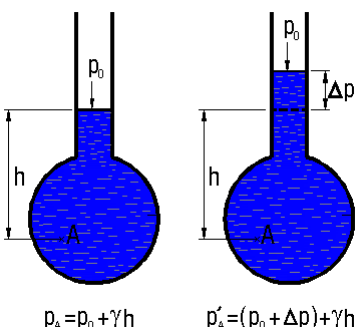
14

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

7. ĐỊNH LUẬT PASCAN

- Nội dung định luật:**
 - Độ biến thiên của áp suất thủy tĩnh trên mặt giới hạn một thể tích chất lỏng cho trước được truyền đi nguyên vẹn đến tất cả các điểm của thể tích chất lỏng đó.




Độ tăng áp suất tại A:

$$p'_A - p_A = \Delta p$$

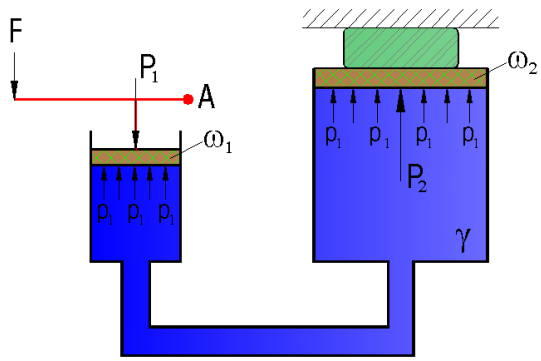
15

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


ỨNG DỤNG ĐỊNH LUẬT PASCAN

- Máy ép thủy lực**



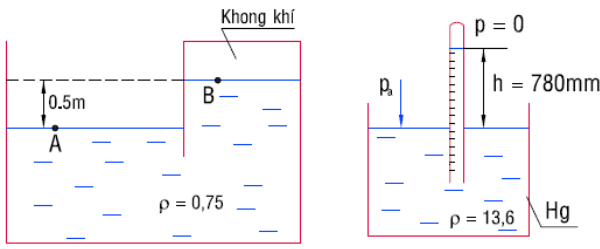
16

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


VÍ DỤ

- Ví dụ 1: Tìm áp suất tại một điểm ở đáy bể đựng nước sâu 4m biết áp suất tại mặt thoáng $p_0 = 98.100 \text{ N/m}^2$
- Ví dụ 2: Tìm áp suất tại điểm B (áp suất tuyệt đối, áp suất dư) trong hình bên. Biết độ cao cột thủy ngân trong áp kế tuyệt đối là 780 mm



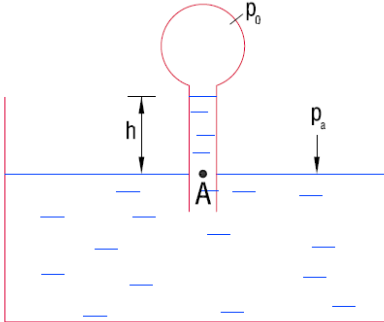
17

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

VÍ DỤ

- Ví dụ 3: Xác định độ cao nước dâng lên trong chân không kế, nếu áp suất tuyệt đối của khí trong bình cầu là $p_0 = 0,95 \text{ at}$



18

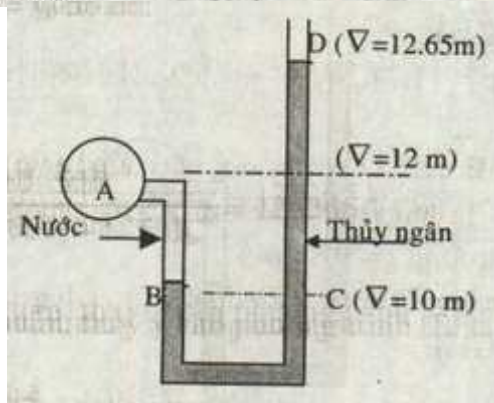
Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

BÀI TẬP 21

Bài 21. Xác định áp suất dư tại A của hình bên cạnh. Cao độ của A, B(C), D lần lượt là 12 m, 10 m, 12.65 m. Cho biết khối lượng riêng của nước và thủy ngân lần lượt là 1 T/m^3 và 13.6 T/m^3 . Gia tốc trọng trường $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



19

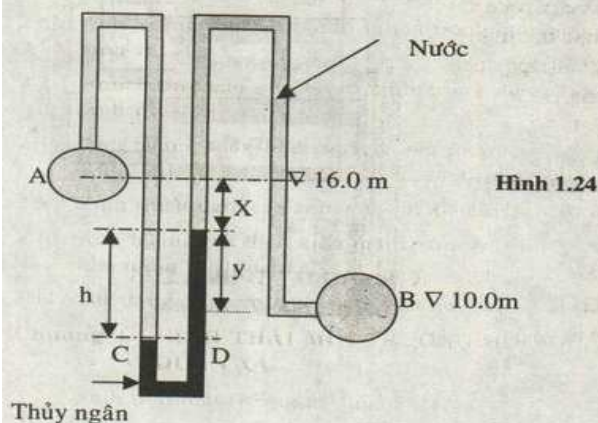
Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

BÀI TẬP 24


Bài 24. Cho một thiết bị như hình bên cạnh. Cho biết áp suất tại tâm A và B lần lượt là 3at và 1 at. Tìm độ chênh h(m) của hai mặt ranh giới thủy ngân và nước. Cho biết khối lượng riêng của thủy ngân là 13.6 T/m^3 . Gia tốc trọng trường $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



Hình 1.24

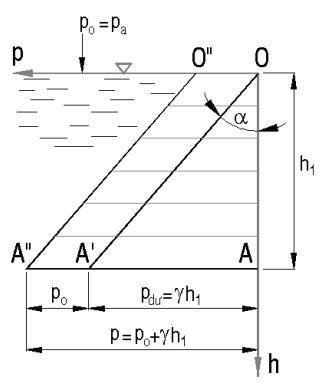
20

Th.S Bùi Anh Kiệt

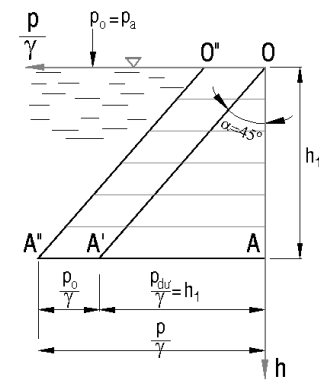

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

8. ĐỒ PHÂN BỐ ÁP SUẤT THỦY TĨNH – ĐỒ ÁP LỰC

Đồ phân bố áp suất thủy tĩnh




Đồ áp lực

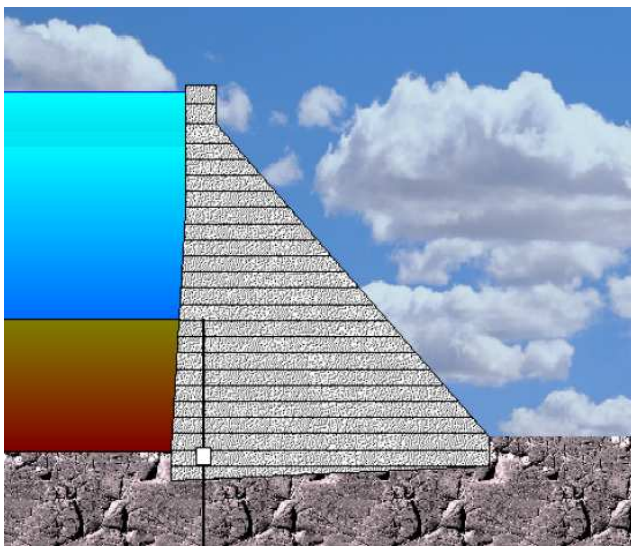


21

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

9. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG



22

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

9. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG

Độ lớn:

Trên diện tích vi phân dA :

$$dP = p dA = (p_0 + \gamma h) \cdot dA$$

$$\Leftrightarrow dP = (p_0 + \gamma z \sin \alpha) \cdot dA$$

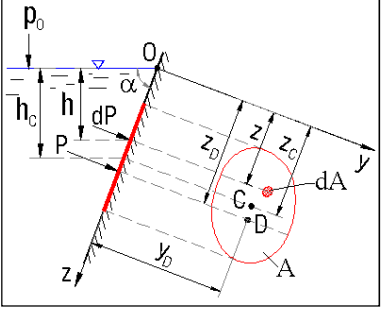
Lực tác dụng trên toàn bộ diện tích:

$$P = \int_A (p_0 + \gamma z \sin \alpha) dA$$

$$\Leftrightarrow P = p_0 A + \gamma \sin \alpha \int_A z dA$$


$\int_A z dA$: momen tĩnh của diện tích A đối với trục Oy

Ta có: $\int_A z dA = z_C \cdot A$ (với C là trọng tâm của diện tích A)



23

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

9. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG

$\rightarrow P = p_0 A + \gamma \sin \alpha z_C A = (p_0 + \gamma h_c) A$

$$\Leftrightarrow P = (p_0 + \gamma h_c) A = p_C \cdot A$$

Nếu $p_0 = p_a$, áp lực dư: $P = \gamma h_c A$

Kết luận: Áp lực P tác dụng lên mặt phẳng có diện tích A có giá trị bằng áp suất tại trọng tâm (p_C) của diện tích A nhân với diện tích đó.

Tâm áp lực D : (xét trường hợp áp suất tại mặt thoáng $p_0 = p_a$)

Momen của P đối với trục Oy :


$$M_{Oy} = P \cdot z_D = (\gamma h_c A) \cdot z_D = \gamma (z_C \sin \alpha) A \cdot z_D \quad (a)$$

Ngoài ra, momen của dP trên dA đối với trục Oy :

$$dM_{Oy} = dP \cdot z = (p dA) \cdot z = \gamma h dA \cdot z = \gamma z^2 \sin \alpha dA$$

24

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

9. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG

Vậy momen của P đối với trục Oy :

$$M_{Oy} = \int_A \gamma z^2 \sin \alpha dA = \gamma \sin \alpha \int_A z^2 dA$$

$\int_A z^2 dA = I_{Oy}$: momen quán tính của diện tích A đối với trục Oy

→ $M_{Oy} = \gamma \sin \alpha I_{Oy}$ (b)


(a) và (b): $\gamma \cdot z_C \cdot \sin \alpha \cdot A \cdot z_D = \gamma \cdot \sin \alpha \cdot I_{Oy}$ → $z_D = \frac{I_{Oy}}{z_C \cdot A}$

→ $z_D = \frac{I_C + z_C^2 \cdot A}{z_C \cdot A}$ → $z_D = z_C + \frac{I_C}{z_C \cdot A}$

Nhận xét: $I_C > 0 \rightarrow z_D > z_C \rightarrow$ Vị trí tâm áp lực D thấp hơn trọng tâm C của thành phẳng.

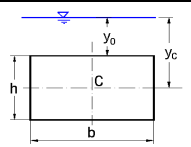
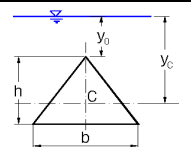
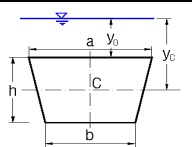
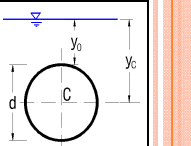
25

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

9. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG

o Đặc trưng hình học của một số hình phẳng thông dụng

Hình				
I_C	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)}$	$\frac{\pi d^4}{64}$
y_C	$y_0 + \frac{h}{2}$	$y_0 + \frac{2h}{3}$	$y_0 + \frac{h(a+2b)}{3(a+b)}$	$y_0 + \frac{d}{2}$
ω	$b \cdot h$	$\frac{b \cdot h}{2}$	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{\pi d^2}{4}$

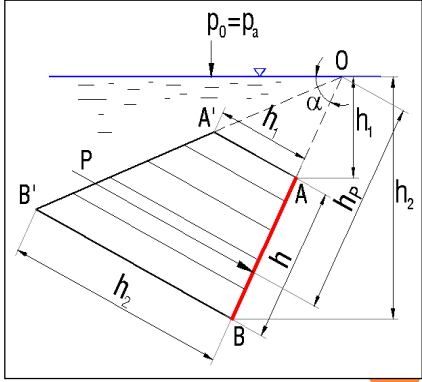
26

Th.S Bùi Anh Kiệt

ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG HÌNH CHỮ NHẬT CÓ ĐÁY NẪM NGANG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Trị số áp lực:
 - Áp lực P tác dụng lên thành phẳng hình chữ nhật bằng tích số diện tích biểu đồ áp lực (Ω) với bề dài đáy và trọng lượng riêng của chất lỏng.
$$P = \gamma \cdot \Omega \cdot b$$
- Điểm đặt lực:
 - Lực P đi qua trọng tâm biểu đồ áp lực.
$$h_p = \frac{h_1}{\sin \alpha} + h - \frac{h(h_2 + 2h_1)}{3(h_1 + h_2)}$$

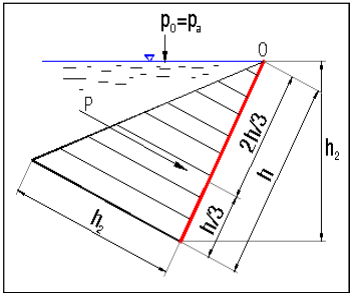


Th.S Bùi Anh Kiệt

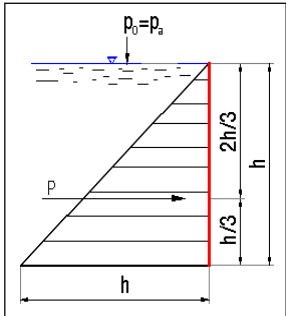
ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH PHẪNG HÌNH CHỮ NHẬT CÓ ĐÁY NẪM NGANG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Trường hợp hình chữ nhật đặt tại mặt thoáng ($h_1=0$):




$$P = \gamma \cdot \Omega \cdot b = \frac{\gamma}{2} h_2 h b$$



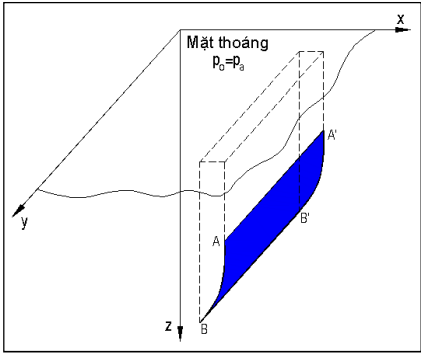
$$P = \gamma \cdot \Omega \cdot b = \frac{\gamma}{2} b h^2$$

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


10. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH CONG

- Xét trường hợp thành cong hình trụ tròn $ABA'B'$ có đường sinh đặt nằm ngang.
- Để đơn giản, đặt hệ trục $Oxyz$ có trục Oy song song với đường sinh. ($P_y=0$)

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}$$


29

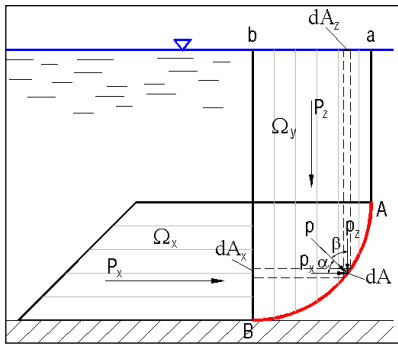
Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

10. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH CONG

- Lấy diện tích nguyên tố dA , đặt ở độ sâu h .
- Áp lực nguyên tố dP :

$$dP = \gamma h dA$$
- dP chia làm 2 thành phần: dP_x nằm ngang, dP_z thẳng đứng




$$dP_x = dP \cdot \cos\alpha = \gamma \cdot h \cdot dA \cdot \cos\alpha = \gamma \cdot h \cdot dA_x$$

$$dP_z = dP \cdot \cos\beta = \gamma \cdot h \cdot dA \cdot \cos\beta = \gamma \cdot h \cdot dA_z$$

A_x, A_z : hình chiếu mặt $ABB'A'$ lên $(zOy), (xOy)$

30

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

10. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH CONG

- Thành phần nằm ngang:


$$P_x = \int_{A_x} dP_x = \gamma \cdot \int_{A_x} h \cdot dA_x = \gamma h_{Cx} A_x = \gamma \Omega_x b$$
 (Ω_x : diện tích đồ áp lực)
- Thành phần thẳng đứng:

$$P_z = \int_{A_z} dP_z = \gamma \int_{A_z} h dA_z = \gamma \Omega_y b = \gamma \cdot W$$
 (Ω_y : diện tích hình ABba)
 (W : thể tích khối lăng trụ)
- Tổng quát:

$$\begin{cases} P_x = \gamma h_c A_x \\ P_y = \gamma h_c A_y \\ P_z = \gamma W \end{cases}$$

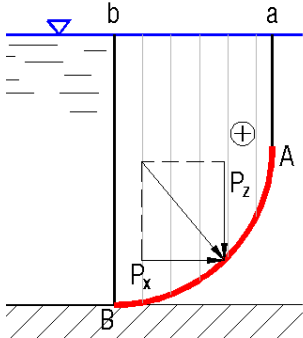
Áp lực P tác dụng lên thành cong: $P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$

31
Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

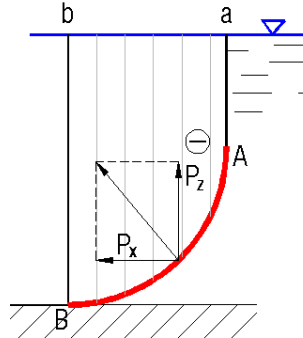
10. ÁP LỰC CỦA CHẤT LỎNG LÊN THÀNH CONG

- Vật áp lực:



$P_z =$ trọng lượng vật áp lực thật ABba


$$P_z = \gamma \Omega_y b$$



$P_z =$ trọng lượng vật áp lực ảo ABba

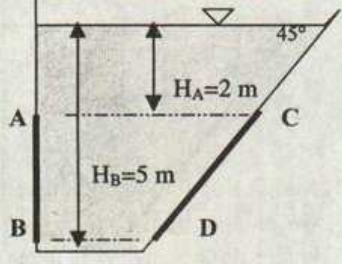
$$P_z = -\gamma \Omega_y b$$


32
Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


BÀI TẬP

Bài 2. Xác định áp lực nước tác dụng lên cánh cửa hình chữ nhật AB và CD có chiều rộng $b=1\text{m}$ được trình bày như hình bên cạnh. Cho biết khối lượng riêng của nước là $\rho=1\text{T/m}^3$, gia tốc trọng trường $g=9.81\text{ m/s}^2$.



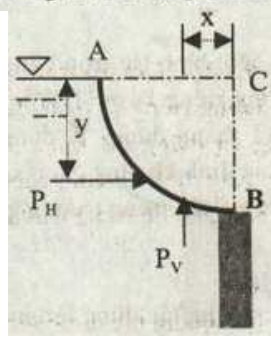



Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

BÀI TẬP

Bài 8. Một cửa van hình cung AB rộng $b=1\text{ m}$, có dạng là cung $1/4$ hình tròn bán kính $r=9\text{ m}$, quay quanh tâm C như hình vẽ bên cạnh. Gọi P_H và P_V là hợp lực của nước tác dụng lên cánh cửa theo phương nằm ngang và thẳng đứng. Xác định P_H, P_V, y, x cho biết nước có khối lượng riêng là 1 T/m^3 và gia tốc trọng trường là $g=9.81\text{ m/s}^2$.





Th.S Bùi Anh Kiệt




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

Xin cảm ơn

35

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN


CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 3: SỰ NỔI VÀ CÂN BẰNG TRONG CHẤT LỎNG

Tháng 06/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT

1




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG


1. Lịch sử của định luật Archimede
2. Định luật Archimede
3. Sự cân bằng của cơ thể trong chất lỏng

2

Th.S Bùi Anh Kiệt

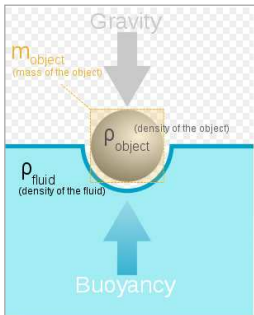

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

1. LỊCH SỬ CỦA ĐỊNH LUẬT ARCHIMEDE




Archimede – 287 BC

"Ô-rê-ca"

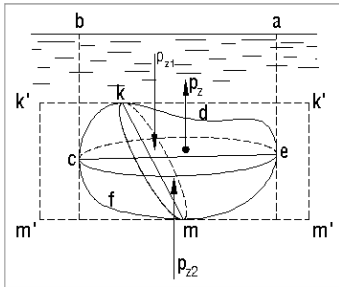


3

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

2. ĐỊNH LUẬT ARCHIMEDE

- Định luật:** “Một cố thể ngập hoàn toàn hay một phần trong chất lỏng sẽ chịu lực đẩy Archimede có phương thẳng đứng, chiều từ dưới lên trên và cường độ bằng trọng lượng của khối chất lỏng bị vật rắn chiếm chỗ”.
 
- Phương của lực đẩy Archimede đi qua trọng tâm D của khối chất lỏng bị chiếm chỗ, D được gọi là **tâm đẩy**.

4

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**

3. SỰ CÂN BẰNG CỦA CƠ THỂ TRONG CHẤT LỎNG


- Sự cân bằng của cơ thể ngập hoàn toàn trong chất lỏng

- Trọng lực G đặt tại trọng tâm C
- Lực đẩy Archimède P_z đặt tại tâm đẩy D

- **TH1:** hình (a)
 - Điểm C thấp hơn điểm D → cân bằng là ổn định
- **TH2:** hình (b)
 - Điểm C cao hơn điểm D → cân bằng không ổn định
- **TH3:** hình (c)
 - Điểm C trùng với điểm D → cân bằng phiếm ổn định

5

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**


3. SỰ CÂN BẰNG CỦA CƠ THỂ TRONG CHẤT LỎNG

- Sự cân bằng của cơ thể nổi trên mặt tự do của chất lỏng

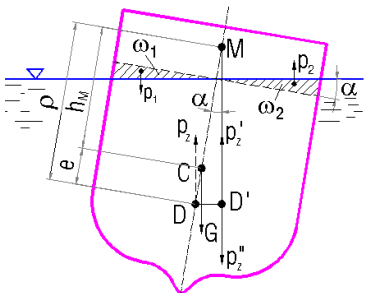
- Trường hợp điểm C thấp hơn điểm D → vật nổi ổn định
- Xét trường hợp: Trọng tâm C cao hơn tâm đẩy D
 - Một số khái niệm:
 - Mớn nước: giao tuyến của mặt nước với vật nổi
 - Mặt nổi: mặt phẳng có chu vi là đường mớn nước
 - Trục nổi: đường thẳng vuông góc mặt nổi, đi qua tâm đẩy D

6

Th.S Bùi Anh Kiệt


 ĐẠI HỌC MỞ
 TP. HỒ CHÍ MINH

3. SỰ CÂN BẰNG CỦA CỐ THỂ TRONG CHẤT LỎNG



- Điểm M: tâm định khuynh
- $\rho = MD$: bán kính định khuynh
- $h_M = MC$: cao độ định khuynh
- $e = CD$
- $h_M = \rho - e$: có thể âm, dương, bằng 0

- Khi M cao hơn C ($h_M > 0$): ngẫu lực do G và P tạo nên có xu hướng làm vật trở lại vị trí cân bằng → **vật nổi ổn định**
- Khi M thấp hơn C ($h_M < 0$): ngẫu lực có xu hướng vật càng nghiêng thêm → **vật nổi không ổn định**
- Khi M trùng C ($h_M = 0$): vật nổi **cân bằng phiếm định**


Th.S Bùi Anh Kiệt


 ĐẠI HỌC MỞ
 TP. HỒ CHÍ MINH

Xin cảm ơn

8

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN

CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 4:


CHẤT LỎNG

TRONG BÌNH CHỨA CHUYỂN ĐỘNG

Tháng 03/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT

1




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

1. Khái niệm chung
2. Chuyển động thẳng nằm ngang có gia tốc không đổi
3. Chuyển động quay tròn có vận tốc góc không đổi

Th.S Bùi Anh Kiệt

2



 ĐẠI HỌC MỞ
 TP. HỒ CHÍ MINH

1. KHÁI NIỆM CHUNG

- Trạng thái *tĩnh tương đối*: Các phần tử không chuyển động tương đối với nhau nhưng có chuyển động đối với quả đất.
 - Xuất hiện khi bình chứa chất lỏng chuyển động với gia tốc không đổi.
 - Lực tác dụng vào chất lỏng: trọng lực, lực quán tính.
- Xét 2 trường hợp tĩnh tương đối của chất lỏng:
 - Khi bình chứa chuyển động thẳng theo phương ngang với gia tốc không đổi
 - Khi bình chứa hình trụ tròn quy đều quanh trục thẳng đứng của bình, hệ tọa độ gắn chặt với bình chứa.

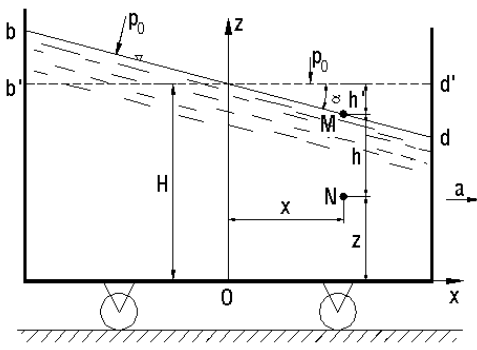
3

Th.S Bùi Anh Kiệt



 ĐẠI HỌC MỞ
 TP. HỒ CHÍ MINH

2. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG NẪM NGANG VỚI GIA TỐC KHÔNG ĐỔI

- Lực tác dụng:
 - Trọng lực: $G = -mg$
 - Lực quán tính: $R = -ma$
- Các lực khối F_x , F_y , F_z tác dụng lên một đơn vị khối lượng, chiếu lên các trục tọa độ:

$$(1) \begin{cases} F_x = -a = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ F_y = 0 = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\ F_z = -g = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{cases}$$


Th.S Bùi Anh Kiệt

 **2. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG NẪM NGANG VỚI GIA TỐC KHÔNG ĐỔI (TT)**

• Phương trình vi phân mặt đẳng áp:

$$dp = \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \quad (2)$$

• Từ (1) và (2): $dp = -\rho a dx - \rho g dz$

• Tích phân ta được:


$$p = -\rho a x - \rho g z + C$$

$$\Leftrightarrow \frac{p}{\gamma} + z + \frac{a}{g} x = \text{const}$$

• Phương trình mặt đẳng áp: $z = -\frac{a}{g} x + C_1$

Vậy: Các mặt đẳng áp là các mặt phẳng nghiêng 1 góc α với mặt nằm ngang, với $\tan \alpha = a/g$

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **2. CHUYỂN ĐỘNG THẲNG NẪM NGANG VỚI GIA TỐC KHÔNG ĐỔI (TT)**

○ Áp suất tĩnh tương đối tại 1 điểm:

• Áp suất tại M:

$$p_M = -\rho a x_M - \rho g z_M + C_1$$

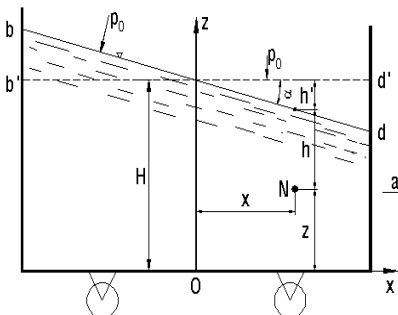
• Áp suất tại N:

$$p_N = -\rho a x_N - \rho g z_N + C_1$$


Độ chênh áp suất giữa 2 điểm:

$$p_N - p_M = -\rho a (x_N - x_M) - \rho g (z_N - z_M)$$

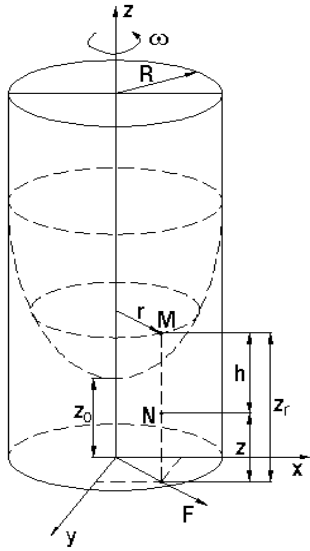
Với: $p_M = p_0$, $x_N = x_M$, $z_N - z_M = H - z - h' = h$

$$\Rightarrow p_N = p_0 + \gamma h$$



Th.S Bùi Anh Kiệt

 **3. CHUYỂN ĐỘNG QUAY TRÒN
CÓ VẬN TỐC GÓC KHÔNG ĐỔI**

- Lực tác dụng:
 - Trọng lực: $G = -mg$
 - Lực quán tính li tâm: $R = m\omega^2 r$
- Các lực khối F_x , F_y , F_z tác dụng lên một đơn vị khối lượng, chiếu lên các trục tọa độ:

$$(1) \quad \begin{cases} F_x = \omega^2 x = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ F_y = \omega^2 y = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \\ F_z = -g = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{cases}$$


Th.S Bùi Anh Kiệt


 **3. CHUYỂN ĐỘNG QUAY TRÒN
CÓ VẬN TỐC GÓC KHÔNG ĐỔI (TT)**

- Phương trình vi phân mặt đẳng áp:
$$dp = \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \quad (2)$$
- Từ (1) và (2): $dp = \rho\omega^2 x dx + \rho\omega^2 y dy - \rho g dz$
- Tích phân ta được:
$$p = \frac{1}{2} \rho \omega^2 (x^2 + y^2) - \rho g z + C = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g z + C$$
- $\iff \frac{p}{\gamma} + z - \frac{\omega^2}{2g} r^2 = \text{const}$
- Phương trình mặt đẳng áp: $\frac{1}{2} \omega^2 r^2 - g z = C_1$

Vậy: Các mặt đẳng áp là các mặt parabol tròn xoay

8

Th.S Bùi Anh Kiệt

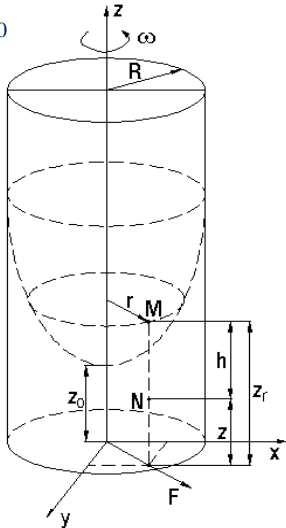
 **3. CHUYỂN ĐỘNG QUAY TRÒN
CÓ VẬN TỐC GÓC KHÔNG ĐỔI (TT)**

- Tại mặt thoáng, $p = p_0$, khi $r = 0$ thì $z = z_0$
 $\Rightarrow C = p_0 + \rho g z_0$ và $C_1 = -g z_0$
 - Phương trình mặt tự do:


$$\frac{1}{2} \omega^2 r^2 = g(z_r - z_0) \quad (1)$$
 - Sự phân bố áp suất

$$p = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g z + (p_0 + \rho g z_0)$$

$$\Rightarrow p = p_0 + \rho \left[\frac{1}{2} \omega^2 r^2 - g(z - z_0) \right] \quad (2)$$
 - Từ (1) và (2): $p = p_0 + \gamma h$

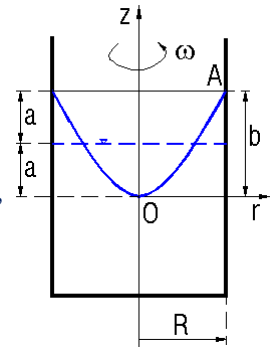


Th.S Bùi Anh Kiệt

 **3. CHUYỂN ĐỘNG QUAY TRÒN
CÓ VẬN TỐC GÓC KHÔNG ĐỔI (TT)**

- Trường hợp mặt thoáng tiếp xúc với khí trời, nước không tràn ra ngoài và nếu chọn gốc tọa độ tại đỉnh của parabolic thì:
 - Công thức tính áp suất: $p = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g z$
 - Phương trình mặt thoáng: $z = \frac{\omega^2}{2g} r^2$
 - Thay tọa độ A(R,b) nằm trên mặt thoáng, ta có:

$$b = \frac{\omega^2}{2g} R^2$$
 - Do đó: $a = \frac{b}{2} = \frac{\omega^2}{4g} R^2$



Th.S Bùi Anh Kiệt




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

Xin cảm ơn

11

12/25/2011

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH


KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN

CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 6:
CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT LỎNG

Tháng 08/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

1. Giới thiệu phương pháp nghiên cứu
2. Chuyển động và các trạng thái chuyển động của dòng chảy
3. Phương trình liên tục
4. Phương trình năng lượng
5. Độ dốc thủy lực & độ dốc đo áp

Th.S Bùi Anh Kiệt




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

1. GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Định luật bảo toàn khối lượng trên cơ sở này phương trình liên tục sẽ được thiết lập.
- Định luật bảo toàn năng lượng trên cơ sở này phương trình năng lượng (phương trình Bernoulli) sẽ được thiết lập.
- Định luật bảo toàn động lượng trên cơ sở này phương trình cho phép tính lực tác dụng sinh ra bởi dòng chảy sẽ được thiết lập.

3

Th.S Bùi Anh Kiệt




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. CHUYỂN ĐỘNG VÀ CÁC TRẠNG THÁI CHUYỂN ĐỘNG CỦA DÒNG CHẢY

- 2.1. Hai phương pháp mô tả chuyển động của chất lỏng.
- 2.2. Các trạng thái chuyển động của dòng chảy.

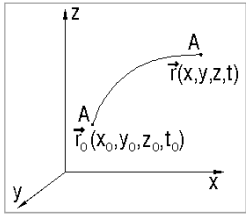
4

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **2.1. HAI PHƯƠNG PHÁP MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG**


○ Phương pháp Lagrange:

- Hệ tọa độ được xác định trong không gian, chuyển động của lưu chất được mô tả bằng vị trí của các phần tử lưu chất theo thời gian.
- Thời điểm $t=0$: phần tử lưu chất ở vị trí $\vec{r}_0(x_0, y_0, z_0)$
- Thời điểm t bất kỳ, phần tử chất lưu đó có vị trí $\vec{r}(x, y, z)$ được xác định theo vị trí ban đầu và thời gian t .

$$\vec{r} = f(\vec{r}_0, t) \quad \text{hay} \quad \begin{cases} x = (x_0, y_0, z_0, t) \\ y = (x_0, y_0, z_0, t) \\ z = (x_0, y_0, z_0, t) \end{cases}$$


5

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **2.1. HAI PHƯƠNG PHÁP MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG**

○ Phương pháp Lagrange (tt):

- Tại thời điểm t bất kỳ, vận tốc và gia tốc của phần tử lưu chất được xác định:

$$\vec{u} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{và} \quad \vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$


Hoặc viết dưới dạng:

$$\begin{cases} u_x = \frac{dx}{dt} \\ u_y = \frac{dy}{dt} \\ u_z = \frac{dz}{dt} \end{cases} \quad \text{và} \quad \begin{cases} a_x = \frac{d^2x}{dt^2} \\ a_y = \frac{d^2y}{dt^2} \\ a_z = \frac{d^2z}{dt^2} \end{cases}$$

- Nhận xét:** phương pháp Lagrange ít được sử dụng trong cơ chất lỏng

6

Th.S Bùi Anh Kiệt



2.1. HAI PHƯƠNG PHÁP MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG


ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

- **Phương pháp Euler:**
 - Trong một hệ tọa độ xác định, chuyển động của lưu chất được mô tả bằng vận tốc của các phần tử lưu chất tại mỗi vị trí khảo sát trong không gian theo thời gian.
 - Trong toàn trường chất lưu chuyển động, ta xác định được trường các vector vận tốc $\vec{u}(M, t)$ với các thành phần:

$$\begin{cases} u_x = u_x(x, y, z, t) \\ u_y = u_y(x, y, z, t) \\ u_z = u_z(x, y, z, t) \end{cases}$$
- **Nhận xét:** phương pháp Euler được sử dụng rộng rãi đối với bài toán về chuyển động của chất lỏng của lưu chất.

7

Th.S Bùi Anh Kiệt



2.2. CÁC TRẠNG THÁI CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG

ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

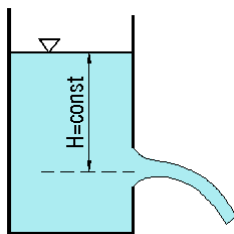
- **Dòng chảy ổn định:** là dòng chảy mà các yếu tố chuyển động không biến đổi theo thời gian. Tức là:

$$u = u(x, y, z); p = p(x, y, z)$$

$$\frac{du}{dt} = 0; \frac{dp}{dt} = 0; \dots$$

Ví dụ: dòng chảy ra khỏi vòi khi mực nước bể chứa không thay đổi \rightarrow các yếu tố chuyển động tại mọi điểm trong lòng chất lỏng không thay đổi theo thời gian
- Chủ yếu chúng ta nghiên cứu chuyển động ổn định của chất lỏng.

8



Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2.2. CÁC TRẠNG THÁI CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG

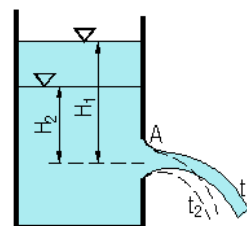
- **Dòng chảy không ổn định:** là dòng chảy mà các yếu tố chuyển động phụ thuộc vào thời gian. Tức là:

$$u = u(x, y, z, t); p = p(x, y, z, t)$$

$$\frac{du}{dt} \neq 0; \frac{dp}{dt} \neq 0; \dots$$

Ví dụ: dòng chảy ra khỏi vòi khi mực nước bể chứa thay đổi theo thời gian

→ lưu tốc tại điểm A trên luồng nước sẽ giảm dần khi mực nước giảm.



- Trong khuôn khổ môn học, không xét đến chuyển động không ổn định của dòng chảy..

9

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2.2. CÁC TRẠNG THÁI CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG


- **Dòng chảy đều:** là dòng chảy mà cường độ và phương của vector vận tốc là không đổi khi đi từ điểm này sang điểm khác trong chất lỏng.

$$\frac{du}{ds} = 0; \frac{dp}{ds} = 0; \frac{dh}{ds} = 0 \dots$$

- Dòng chảy dưới tác dụng của áp suất trong đường ống có đường kính không đổi là một dòng đều, có thể ổn định hoặc không ổn định.

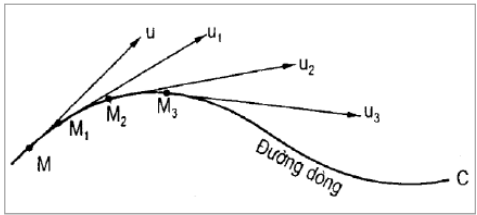
10

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


MỘT SỐ KHÁI NIỆM THƯỜNG DÙNG

- Quỹ đạo: là đường đi của một phần tử chất lưu trong không gian theo thời gian.
- Đường dòng: là đường cong được xác định tại một thời điểm cho trước, đi qua các phần tử chất lỏng có vector lưu tốc là những tiếp tuyến của đường ấy.



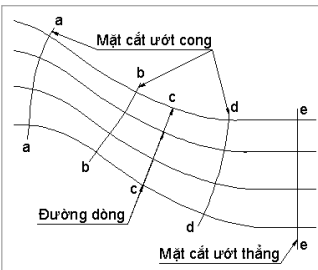
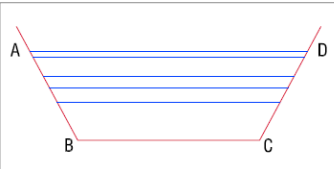
11

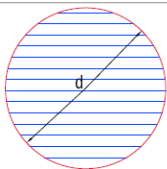
Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

MỘT SỐ KHÁI NIỆM THƯỜNG DÙNG

- Mặt cắt ứọt: là mặt cắt thẳng góc với tất cả các đường dòng
Ký hiệu: ω (m^2)
- Chu vi ứọt: là chiều dài phần tiếp xúc giữa chất lỏng và thành rắn.
Ký hiệu: χ (m)





$$\chi = AB + BC + CD$$


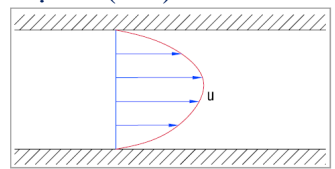
$$\chi = \pi d$$

12


Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **MỘT SỐ KHÁI NIỆM THƯỜNG DÙNG**

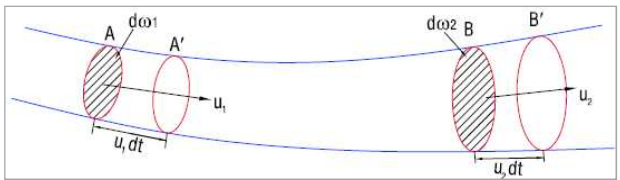
- Bán kính thủy lực: Là tỷ số giữa diện tích mặt cắt ướt ω và chu vi ướt χ , kí hiệu: R (m)
$$R = \frac{\omega}{\chi}$$
- Lưu lượng: lượng thể tích chất lỏng đi qua một mặt cắt ướt nào đó trong một đơn vị thời gian, kí hiệu: Q (m³/s)
$$Q = \int_{\omega} u d\omega$$
- Vận tốc trung bình: tại một mặt cắt là tỉ số lưu lượng Q đối với diện tích ω của mặt cắt ướt đó, kí hiệu: v (m/s)
$$v = \frac{Q}{\omega}$$



Th.S Bùi Anh Kiệt


 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **3. PHƯƠNG TRÌNH LIÊN TỤC**

- Phương trình liên tục của dòng nguyên tố
Cơ sở lý thuyết: áp dụng định luật bảo toàn khối lượng
 - Chất lỏng chuyển động liên tục \Leftrightarrow Thể tích $[A, A'] = [B', B']$
$$d\omega_1 \cdot u_1 \cdot dt = d\omega_2 \cdot u_2 \cdot dt \Leftrightarrow u_1 \cdot d\omega_1 = u_2 \cdot d\omega_2$$



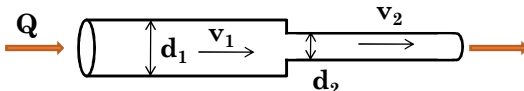
- Phương trình liên tục cho dòng chảy ổn định
$$\int_{\omega_1} \rho_1 u_1 \cdot d\omega_1 = \int_{\omega_2} \rho_2 u_2 \cdot d\omega_2 \Rightarrow \rho_1 v_1 \cdot \omega_1 = \rho_2 v_2 \cdot \omega_2$$
 - Có thể viết dưới dạng: $Q_1 = Q_2$ hay $Q = \text{const}$
 - Chất lỏng không nén được: $v_1 \cdot \omega_1 = v_2 \cdot \omega_2$

Th.S Bùi Anh Kiệt

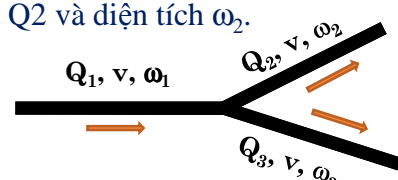
 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**

VÍ DỤ

- Ví dụ 1: Nước chảy đầy qua 1 ống tròn có $d_1 = 20$ cm với lưu tốc $0,95\text{m/s}$, rồi sang một ống tròn khác với $d_2 = 10$ cm. Hãy xác định lưu tốc của nước trong ống d_2




- Ví dụ 2: Một dòng chảy được chia làm 2 nhánh. Xuất phát từ điều kiện liên tục và cho biết lưu tốc trung bình trên 3 mặt cắt bằng nhau. Xác định các diện tích ω_1, ω_3 nếu đã biết các lưu lượng Q_1, Q_2 và diện tích ω_2 .



15

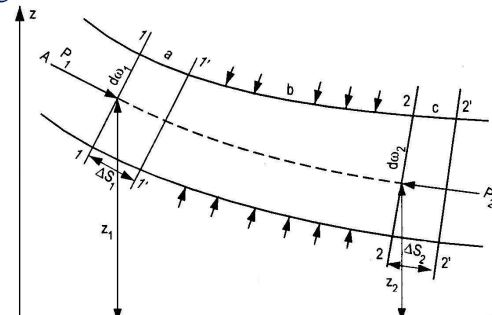
Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**

4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)

- **Thiết lập PT Becnuli cho dòng nguyên tố chất lỏng lý tưởng chảy ổn định.**
 - Cơ sở lý thuyết: áp dụng định luật động năng

“Sự biến thiên động năng của một khối lượng nhất định khi nó di động trên 1 quãng đường, bằng công của lực tác dụng lên khối lượng đó, cũng trên quãng đường đó”.




$$\Delta s_1 = u_1 \Delta t$$

$$\Delta s_2 = u_2 \Delta t$$

$$dQ = u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2$$

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)**
 ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Thiết lập PT Bernoulli cho dòng nguyên tố chất lỏng lý tưởng chảy ổn định (tt).
 - Trong thời gian Δt , sự biến thiên động năng của đoạn dòng nguyên tố đang xét = hiệu số động năng của khu a và c


$$\Delta \dot{d}_n = \rho \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot \frac{u_2^2}{2} - \rho \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot \frac{u_1^2}{2} = \frac{\gamma}{g} \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot \left(\frac{u_2^2 - u_1^2}{2} \right)$$
 - Công của ngoại lực gồm công của trọng lượng khối chất lỏng khu a di chuyển 1 độ cao $(z_1 - z_2)$ để đi đến khu c và công của áp lực thủy động sinh ra bởi P1 (hướng thẳng góc vào mặt cắt 1-1) và P2 (hướng thẳng góc vào mặt cắt 2-2)

$$A_{TL} = \gamma \cdot d\omega_1 \cdot \Delta s_1 \cdot (z_1 - z_2) = \gamma \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot (z_1 - z_2)$$

$$A_{AL\overline{TD}} = P_1 \cdot \Delta s_1 - P_2 \cdot \Delta s_2 = p_1 \cdot d\omega_1 \cdot u_1 \cdot \Delta t - p_2 \cdot d\omega_2 \cdot u_2 \cdot \Delta t = dQ \cdot (p_1 - p_2) \cdot \Delta t$$

17

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)**
 ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

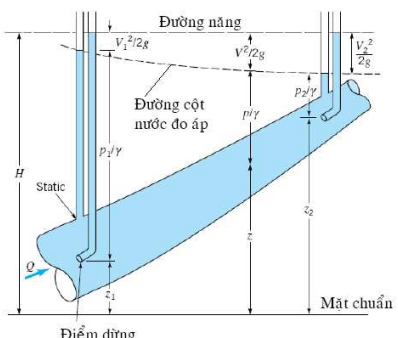
- Thiết lập PT Bernoulli cho dòng nguyên tố chất lỏng lý tưởng chảy ổn định (tt).
 - Áp dụng phương trình động năng

$$\Delta \dot{d}_n = A_{TL} + A_{AL\overline{TD}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\gamma}{g} \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot \left(\frac{u_2^2 - u_1^2}{2} \right) = \gamma \cdot dQ \cdot \Delta t \cdot (z_1 - z_2) + dQ \cdot (p_1 - p_2) \cdot \Delta t$$

$$\Leftrightarrow \frac{u_2^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g} = (z_1 - z_2) + \left(\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} \right)$$

$$\Leftrightarrow z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$



4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)

PT Becnuli cho dòng nguyên tố chất lỏng thực chảy ổn định (tt)

Cơ sở lý thuyết:

- Chất lỏng thực: $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} \neq \text{const}$ mà giảm dọc theo chiều chảy
- Chất lỏng thực chuyển động từ mặt cắt 1-1 đến mặt cắt 2-2

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} > z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$
- Gọi h_w' : phần năng lượng bị tiêu $\Rightarrow z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_w'$
- Gọi $H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = \text{const}$, thì mọi m/c 2-2 phía sau m/c 1-1 đều có:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} + h_w' = H = \text{const}$$

19

Th.S Bùi Anh Kiệt

4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)

PT Becnuli của toàn dòng chất lỏng thực chảy ổn định

Thiết lập phương trình:

- v : lưu tốc trung bình
- α : hệ số sửa chữa động năng
- h_w : tổn thất cột nước của đoạn dòng chảy đang xét

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$


- PT Becnuli khi có máy bơm hoặc tuabin:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + H_B - H_T = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

H_B : năng lượng máy bơm cung cấp cho một đơn vị trọng lượng chất lỏng (m)
 H_T : năng lượng tuabin lấy đi từ một đơn vị trọng lượng chất lỏng (m)

20

Th.S Bùi Anh Kiệt


 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG**
(PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)

○ PT Bernoulli của toàn dòng chất lỏng thực chảy ổn định (tt)

- Điều kiện áp dụng: dòng chảy cần thoả mãn 5 điều kiện
 - Dòng chảy ổn định
 - Lực khối chỉ là trọng lực
 - Chất lỏng không nén được
 - Dòng chảy phải là đối dãn (đường dòng qua mặt cắt 1-1 và 2-2 phải thẳng, song song)
 - Lưu lượng không đổi dọc theo dòng chảy

21

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG**
(PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)

○ Ý nghĩa năng lượng của PT Bernoulli:


$$\underbrace{z}_{\text{Vị năng}} + \underbrace{\frac{p}{\gamma}}_{\text{Áp năng}} + \underbrace{\frac{u^2}{2g}}_{\text{Động năng}} = \text{const}$$

Thế năng ⇄ Động năng ⇔ Cơ năng

- **Chất lỏng lý tưởng:**
 - Trên tất cả các mặt cắt ướt của dòng nguyên tố chất lỏng lý tưởng, cơ năng đơn vị của chất lỏng là một hằng số.
- **Chất lỏng thực:**
 - Trên tất cả các mặt cắt ướt của dòng nguyên tố chất lỏng thực, cơ năng đơn vị của chất lỏng giảm đi dọc theo phương chảy

22


Th.S Bùi Anh Kiệt

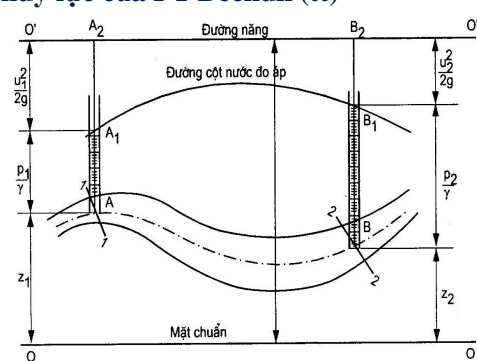
 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)**
ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Ý nghĩa thủy lực của PT Bernouli:


$$\underbrace{z}_{\text{Cột nước vị trí}} + \underbrace{\frac{p}{\gamma}}_{\text{Cột nước áp suất}} + \underbrace{\frac{u^2}{2g}}_{\text{Cột nước lưu tốc}} = \text{const}$$
- Chất lỏng lý tưởng:
 - Đối với mỗi đơn vị trọng lượng chất lỏng trên 1 dòng nguyên tố đã biết, tổng số 3 cột nước: cột nước vị trí, cột nước áp suất và cột nước lưu tốc là hằng số

23
Th.S Bùi Anh Kiệt

 **4. PHƯƠNG TRÌNH NĂNG LƯỢNG (PHƯƠNG TRÌNH BECNULI)**
ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Ý nghĩa thủy lực của PT Bernouli (tt)
 
- **Kết luận:** Khi cột nước vị trí z không đổi, ở nơi nào lưu tốc nhỏ thì áp suất thủy động lớn, ở nơi nào lưu tốc lớn thì áp suất thủy động nhỏ

24
Th.S Bùi Anh Kiệt

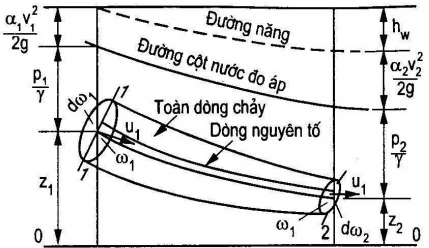

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

5. ĐỘ DỐC THỦY LỰC & ĐỘ DỐC ĐO ÁP

- Độ dốc thủy lực**
 - Là tỷ số hạ thấp của đường tổng cột nước tức đường năng đối với độ dài của đoạn dòng nguyên tố trên đó thực hiện độ hạ thấp
 - Ký hiệu: J'
 - Khi đường tổng cột nước là đường cong


$$J' = -\frac{dH}{dl} = -\frac{d}{dl}\left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g}\right) = \frac{dh'_w}{dl}$$
 - Khi đường tổng cột nước là đường thẳng

$$J' = \frac{h'_w}{l}$$



Th.S Bùi Anh Kiệt

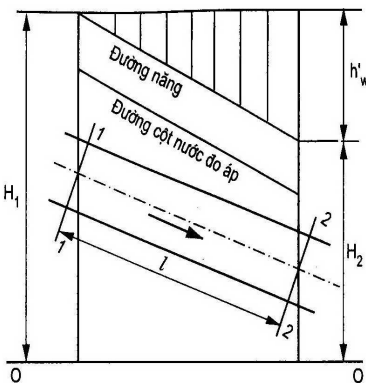
25


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

5. ĐỘ DỐC THỦY LỰC & ĐỘ DỐC ĐO ÁP


- Độ dốc đo áp**
 - Độ dốc đường đo áp tức độ dốc đường thế năng là tỉ số độ thấp xuống hoặc lên cao của đường đo áp đối với độ dài của dòng nguyên tố trên đó thực hiện sự hạ thấp hoặc dâng cao đó

$$J'_p = \pm \frac{d\left(z + \frac{p}{\gamma}\right)}{dl}$$
 - Trường hợp đặc biệt, khi diện tích mặt cắt ướt $\omega = \text{const}$, tức là lưu tốc u và cột nước lưu tốc $u^2/2g$ không đổi dọc theo dòng chảy, thì $J' = J'_p$



Th.S Bùi Anh Kiệt

26


**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

CÔNG SUẤT

- Công suất: $P = \gamma QH$
 - Đơn vị: watt (W)

$$[\text{Watt}] = \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^3} \right] \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \cdot [\text{m}] = \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right]$$
 - Đơn vị khác: mã lực

$$\text{Mã lực} = \frac{\gamma QH}{736}$$

27


Th.S Bùi Anh Kiệt


**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

Xin cảm ơn

28

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN


CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 7: DÒNG CHẢY TRONG ỐNG

Tháng 08/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT

1




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

- Số Reynolds và các trạng thái dòng chảy
- Các dạng mất năng của dòng chảy trong ống
- Hệ số tổn thất

Th.S Bùi Anh Kiệt

2

 **SỐ REYNOLDS VÀ CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY**

DAI HOC MỞ TP. HO CHI MINH

- Tổn thất cột nước h_w được chia làm 2 dạng: *tổn thất dọc đường* h_d và *tổn thất cục bộ* h_c .

$$h_w = \sum h_d + \sum h_c(m)$$


Sinh ra trên toàn bộ chiều dài dòng chảy

Sinh ra tại những vị trí mà dòng chảy bị thay đổi đột ngột

- Nguyên nhân gây ra tổn thất: do ma sát giữa các phân tử (do sức ma sát trong sinh ra). Công do lực ma sát chuyển hoá thành nhiệt năng.

3

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **SỐ REYNOLDS**

DAI HOC MỞ TP. HO CHI MINH

- Số Reynolds:**


$$Re = \frac{\text{Lực quán tính}}{\text{Lực ma sát nhớt}} = \frac{\rho \frac{du}{dt} W}{\mu \frac{du}{dn} S} = \frac{dn}{dt} \frac{W}{\nu S}$$

$$Re = \frac{V \cdot L}{\nu}$$


- V: vận tốc trung bình mặt cắt.
- ν : hệ số nhớt động học
- L: đại lượng chiều dài
 - Dòng chảy qua ống tròn có áp: L = Đường kính ống D
 - Dòng chảy qua ống không áp, kênh dẫn: L = Bán kính thủy lực R

4

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY**


- Các trạng thái dòng chảy:



 - Trạng thái chảy tầng: các phần tử chất lỏng chuyển động theo những lớp không xáo trộn vào nhau
 - Trạng thái chảy rối: các phần tử chất lỏng chuyển động vô trật tự, hỗn loạn.
 - Với ống tròn đường kính D : $Re_{Kdưới} = \frac{V.D}{\nu} \approx 2000$
 - Với m/c ướt có bán kính thủy lực R : $Re_{Kdưới} = \frac{V.R}{\nu} \approx 580$

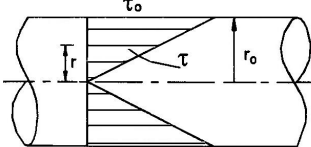
5

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **SỐ REYNOLDS VÀ CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY**

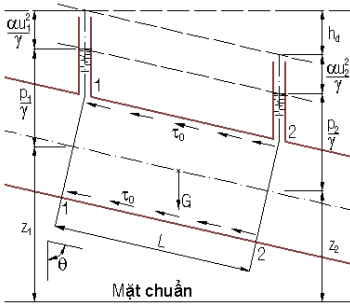
- Phương trình cơ bản của dòng chất lỏng chảy đều:

$$\frac{\tau_0}{\gamma R} = \frac{h_d}{L}$$
- Với dòng chảy đều, tổn thất cột nước chỉ là tổn thất dọc đường, tỉ số: $\frac{h_d}{L} = J$ chính là độ dốc thủy lực.
- Nên: $\tau_0 = \gamma R J$
- PT cơ bản có thể viết: $\tau_0 = \gamma J \frac{r}{2}$



Ứng suất tiếp tỉ lệ bậc nhất theo r


$$\tau_{\max} = \gamma J \frac{r_0}{r} \quad \text{hay} \quad \tau = \tau_{\max} \frac{r}{r_0}$$



Mặt chuẩn

6

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY

○ **Đặc điểm của trạng thái chảy tầng:**

Newton: $\tau = -\mu \frac{du}{dr}$

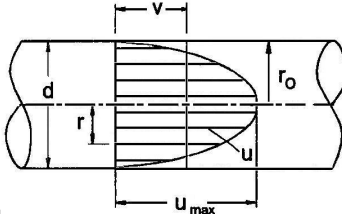
PTCB: $\tau = \frac{\gamma J}{2} r$

$-\mu \frac{du}{dr} = \frac{\gamma J}{2} r \rightarrow du = -\gamma J \frac{r}{2\mu} dr$

$u = -\gamma J \frac{r^2}{4\mu} + C$ Tại $r = r_0$ ta có $u=0 \rightarrow C = \gamma J \frac{r_0^2}{4\mu}$


$u = \frac{\gamma J}{4\mu} (r_0^2 - r^2) \rightarrow$ Lưu tốc phân bố có dạng Parabol

Tại $r = r_0$ ta có $u = u_{\max}$: $u_{\max} = \frac{\gamma J}{4\mu} r_0^2 \rightarrow u = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right]$



7

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY

○ **Đặc điểm của trạng thái chảy tầng:**

Newton: $\tau = -\mu \frac{du}{dr}$

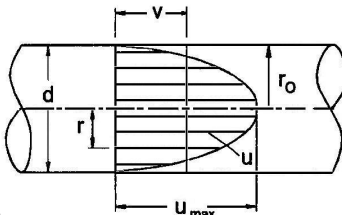
PTCB: $\tau = \frac{\gamma J}{2} r$

$-\mu \frac{du}{dr} = \frac{\gamma J}{2} r \rightarrow du = -\gamma J \frac{r}{2\mu} dr$

$u = -\gamma J \frac{r^2}{4\mu} + C$ Tại $r=r_0$ ta có $u=0 \rightarrow C = \gamma J \frac{r_0^2}{4\mu}$


Lưu tốc phân bố: $u = \frac{\gamma J}{4\mu} (r_0^2 - r^2) = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right]$

Lưu tốc trung bình: $v = \frac{1}{2} u_{\max} = \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma J}{16\mu} d^2 \right)$



8

Th.S Bùi Anh Kiệt

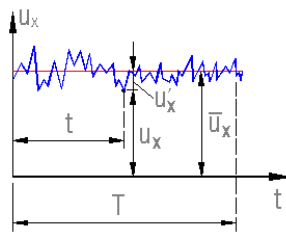

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY

- Đặc điểm của trạng thái chảy rối:**
 - Lưu tốc và áp suất tại từng điểm thay đổi liên tục theo thời gian (*hiện tượng mạch động*)


$$u_x(t) = \bar{u}_x + u'_x$$

\bar{u}_x : Lưu tốc trung bình
 u'_x : Lưu tốc mạch động
 $u_x(t)$: Lưu tốc tức thời



9

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY

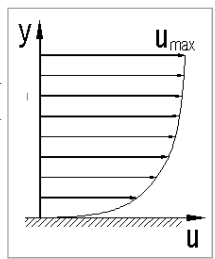
- Đặc điểm của trạng thái chảy rối (tt):**
 - Ứng suất ma sát τ được tạo ra bởi 2 yếu tố: tính nhớt và sự chuyển động hỗn loạn của các phần tử chất lỏng gây ra.

$$\tau = \tau_{\text{tăng}} + \tau_{\text{rối}} = \mu \frac{du}{dy} + \rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2 \quad (1)$$

Công thức Newton \leftarrow $\mu \frac{du}{dy}$ \leftarrow Công thức Prandtl \leftarrow $\rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$


Ứng suất do ma sát nhớt. Trong chuyển động rối, yếu tố này ảnh hưởng không đáng kể, **có thể bỏ qua.**

Ứng suất do ma sát rối.
 - y: k/c từ thành ống đến lớp chất lỏng đang xét
 - l: chiều dài xáo trộn



10

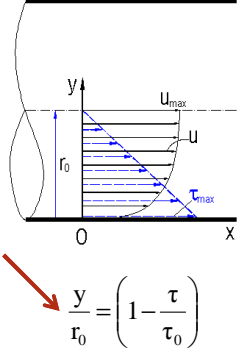
Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY


- Đặc điểm của trạng thái chảy rối (tt)**
 - Theo thí nghiệm của Nikudrase, chiều dài xáo trộn l trong ống:

$$l = ky \left(1 - \frac{y}{r_0}\right)^{1/2}$$
 - Với k : hằng số Karman ($k=0.4$)
 - Nếu xem τ tỉ lệ tuyến tính với r : $\tau = \tau_0 \left(1 - \frac{y}{r_0}\right)$
 - Thay vào (1) ta được:

$$\tau_0 = \rho k^2 y^2 \left(\frac{du}{dy}\right)^2 \quad \text{hay} \quad \frac{du}{dy} = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} \frac{1}{ky}$$


11

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY

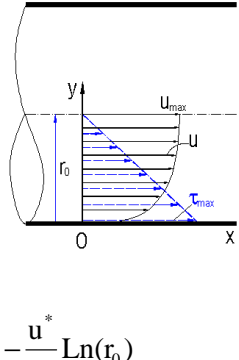
- Đặc điểm của trạng thái chảy rối (tt)**
 - Đặt: $u^* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$ (vận tốc ma sát, m/s)
 - Khi đó:

$$\frac{du}{dy} = \frac{u^*}{ky} \quad \rightarrow \quad du = \frac{u^*}{k} \frac{dy}{y}$$

$$\rightarrow u = \frac{u^*}{k} \ln(y) + C \quad (2)$$
 - Tại tâm ống: $y = r_0, u = u_{\max}$, do đó: $C = u_{\max} - \frac{u^*}{k} \ln(r_0)$
 - Khi đó:


$$u = u_{\max} - \frac{u^*}{k} \ln\left(\frac{r_0}{y}\right)$$

\Rightarrow **Nhận xét:** phân bố lưu tốc trong trường hợp chảy rối tuân theo qui luật logarit

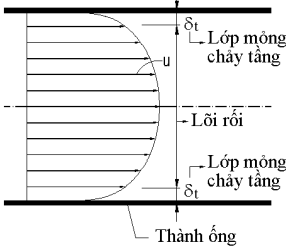



12

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY**


- **Đặc điểm của trạng thái chảy rối (tt)**
 - **Lớp mỏng chảy tầng:**
Lớp chất lỏng ở sát thành ống là *lớp mỏng chảy tầng*.
 - **Thành trơn thủy lực: ($\delta_t > \Delta$)**
 - Dòng chảy rối không có tác dụng qua lại trực tiếp với bề mặt thành ống.
 - Tổn thất dọc đường không phụ thuộc vào độ nhám của thành ống.

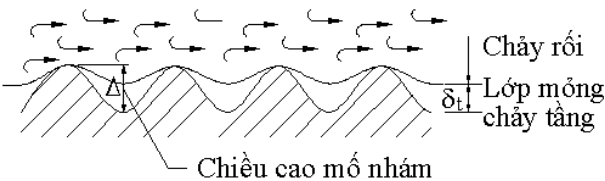
Chiều cao mô nhám

13

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH** **CÁC TRẠNG THÁI DÒNG CHẢY**


- **Đặc điểm của trạng thái chảy rối (tt)**
 - **Thành nhám thủy lực: ($\delta_t < \Delta$)**
 - Ở sát thành ống, các lớp chất lỏng phải uốn khúc để vượt qua các vị trí gồ ghề của mô nhám.
 - Các mô nhám làm tăng ma sát dòng chảy. Dòng chảy rối trong thành ống nhám sinh ra tổn thất dọc đường.



Chiều cao mô nhám


14

Th.S Bùi Anh Kiệt


CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỐNG
 ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Tổn thất dọc đường:**
 Công thức Darcy: $h_d = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$
 - $\lambda=f(\text{Re},\Delta/D)$: hệ số tổn thất
 - Δ : hệ số nhám tuyệt đối (chiều cao mố nhám)
- Xác định hệ số tổn thất λ**
 - Dòng chảy tầng:** $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$
 - Dòng chảy rối:**
 - Rối thành trơn thủy lực:** $2300 < \text{Re} < 10^5$
 - Theo Blasius: $\lambda = \frac{0.316}{\text{Re}^{0.25}}$
 - Theo Prandtl-Nicuradse: $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2\lg(\text{Re}\sqrt{\lambda}) - 0.8$ (với: $5000 < \text{Re} < 3.10^6$)

Th.S Bùi Anh Kiệt


CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỐNG
 ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

- Rối thành nhám thủy lực:** ($\text{Re} > 10^5$)
 - Theo Colebrook: $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left[\frac{\Delta}{3.71D} + \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{\lambda}}\right]$
- Rối hoàn toàn nhám thủy lực:** ($\text{Re} > 4.10^6$)
 (khu vực cân bằng phương)
 - Theo Prandtl-Nicuradse: $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2\lg\left(\frac{D}{\Delta}\right) + 1.14 = 2\lg\left(3.71\frac{D}{\Delta}\right)$
 - Theo Chezy: $\lambda = \frac{8g}{C^2} \rightarrow C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$: hệ số Chezy $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$
 - Với $J=h_d/L \rightarrow v = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \sqrt{RJ} = C\sqrt{RJ} \rightarrow$ Công thức Chezy

Lưu lượng: $Q = CA\sqrt{RJ} = K\sqrt{J}$

Th.S Bùi Anh Kiệt

ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỐNG

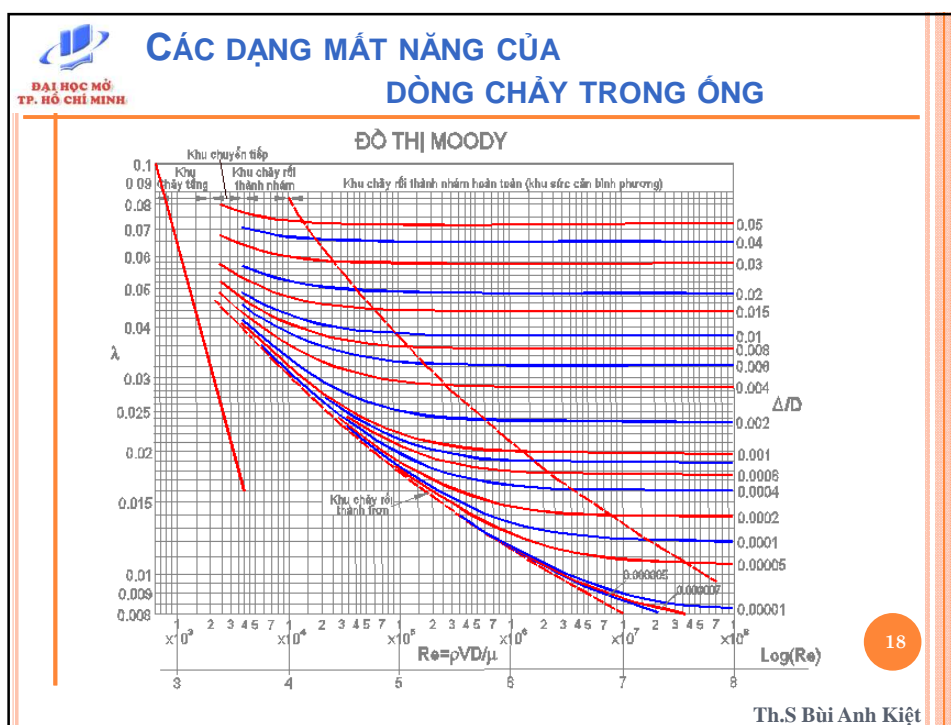
- *Rối hoàn toàn nhám thủy lực (tt):*
 - Hệ số Chezy tính theo công thức Manning: $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$
(n: hệ số nhám, tra bảng)
 - Nếu tính C theo công thức Manning thì: $K = \frac{1}{n} R^{2/3} A$
 - Với ống tròn: $K = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$
 - Từ công thức tính lưu lượng:

$$Q = K\sqrt{J} = K\sqrt{\frac{h_d}{L}} \rightarrow h_d = \frac{Q^2}{K^2} L$$

Chú ý: Công thức Manning chỉ dùng cho dòng chảy rối thành hoàn toàn nhám.

17

Th.S Bùi Anh Kiệt



CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỚNG

Tổn thất cục bộ:

- Theo công thức thực nghiệm Weisbach: $h_c = \xi_c \frac{V^2}{2g}$
- ξ_c : hệ số tổn thất cục bộ
- V: vận tốc dòng chảy tại vị trí sau khi xảy ra tổn thất

Mở rộng đột ngột: $h_c = \xi_c \frac{V_2^2}{2g}$

$$\xi_c = \left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1} \right)^2$$

Ở miệng vào của ống: $h_c = \xi_c \frac{V^2}{2g}$

Mép vào sắc cạnh	$\xi_c = 0.5$
Mép vào vác tròn, thuận dòng	$\xi_c = 0.2$
Mép vào rất thận dòng	$\xi_c = 0.05$

19

Th.S Bùi Anh Kiệt

CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỚNG

Tổn thất cục bộ:

Ở miệng ra của ống: $h_c = \xi_c \frac{V_1^2}{2g}$

$$\xi_c = 1$$


Thu hẹp đột ngột: $h_c = \xi_c \frac{V_2^2}{2g}$

ω_2/ω_1	0.01	0.1	0.2	0.4	0.6
ξ_c	0.50	0.45	0.40	0.30	0.20

Chỗ uốn cong của ống: $h_c = \xi_c \frac{V^2}{2g}$

α (°C)	30	40	50	60	70	80	90
ξ_c	0.20	0.30	0.40	0.55	0.70	0.9	1.10

Th.S Bùi Anh Kiệt

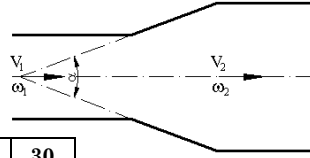
 **CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỚNG**

o Tổn thất cục bộ:

o Ống loe hình nón: $h_c = \xi_c \frac{V_2^2}{2g}$

$\xi_c = k \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$

α ($^{\circ}\text{C}$)	7.5	10	15	20	30
k	0.14	0.16	0.27	0.43	0.81



o Thu hẹp hình nón: $h_c = \xi_c \frac{V_2^2}{2g}$

ω_2/ω_1	0.01	0.1	0.2	0.4	0.6
ξ_c	0.50	0.45	0.40	0.30	0.20

o Uốn tròn: $h_c = \xi_c \frac{V^2}{2g}$

21


Th.S Bùi Anh Kiệt

 **CÁC DẠNG MẤT NĂNG CỦA DÒNG CHẢY TRONG ỚNG**

Xin cảm ơn

22

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN


CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 9:
ĐO ĐẠC DÒNG CHẢY

Tháng 08/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT

1




ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

NỘI DUNG

- I. Khái niệm chung về đo đạc dòng chảy
- II. Đo vận tốc bằng ống dò Pitot
- III. Đo lưu lượng bằng ống Venturi
- IV. Dòng chảy qua lỗ và vòi

Th.S Bùi Anh Kiệt

2


 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐO ĐẠC DÒNG CHẢY

- Nguyên lý hoạt động: cơ sở lý thuyết của phương trình Bernoulli
- Đo vận tốc dòng chảy được thực hiện với ống dò Pitot.
- Đo lưu lượng dòng chảy được thực hiện với ống Venturi và các thiết bị khác có cùng nguyên lý hoạt động.

3

Th.S Bùi Anh Kiệt

 **ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH**

II. ĐO LƯU TỐC BẰNG ỐNG DÒ PITOT

- Viết phương trình Bernoulli cho 2 m/c 1-1 và m/c 2-2 (không xét đến tổn thất cột nước):

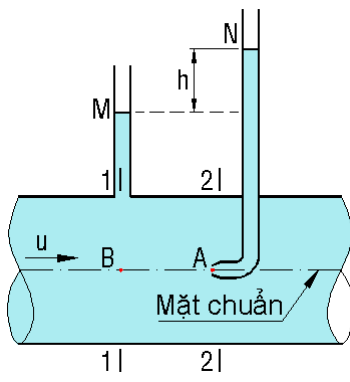
$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

$$\rightarrow \frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} \quad (1)$$
- Áp dụng phương trình thủy tĩnh học:

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{p_M}{\gamma} + z_M \quad (2)$$


$$\frac{p_2}{\gamma} + z_2 = \frac{p_N}{\gamma} + z_N \quad (3)$$

$$\xrightarrow{(2)\&(3)} \frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} = z_N - z_M = h \quad (4)$$



4

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

II. ĐO LƯU TỐC BẰNG ỚNG DÒ PITOT (tt)

- Thay (4) vào (1):

$$\frac{u_1^2}{2g} = h \longrightarrow u_1 = \sqrt{2gh}$$


HỆ SỐ VẬN TỐC

- Hệ số vận tốc φ là tỉ số giữa vận tốc thực của dòng chảy trên mặt cắt thẳng góc với dòng chảy và vận tốc lý tưởng khi không xét đến ảnh hưởng của ma sát.

$$\varphi = \frac{V}{\sqrt{2gh}}$$

5

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

III. ĐO LƯU LƯỢNG BẰNG ỚNG VENTURI


- Viết phương trình Bernoulli cho 2 mặt cắt 1-1 và 2-2:

$$\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

$$\iff \frac{Q^2}{2gA_2^2} - \frac{Q^2}{2gA_1^2} = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} \quad (1)$$

6

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH


III. ĐO LƯU LƯỢNG BẰNG ỚNG VENTURI (tt)

- Áp dụng phương trình thủy tĩnh học:

$$\left. \begin{aligned} \frac{p_1}{\gamma} + z_1 &= \frac{p_A}{\gamma} + z_A \\ \frac{p_2}{\gamma} + z_2 &= \frac{p_B}{\gamma} + z_B \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = (z_A - z_B) = h \quad (2)$$
- (1)&(2) $\rightarrow \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_2^2} - \frac{1}{A_1^2} \right) = h \Leftrightarrow Q = \frac{\pi D_1^2}{4} \sqrt{\frac{2g}{(D_2/D_1)^4 - 1}} \sqrt{h}$
- Đặt: $\mu = \frac{\pi D_1^2}{4} \sqrt{\frac{2g}{(D_2/D_1)^4 - 1}}$
- Suy ra: $Q = \mu \sqrt{h}$
- Nếu kể đến tổn thất h_w giữa m/c 1-1 và 2-2: $Q = k \cdot \mu \sqrt{h}$

(Với $k < 1$: hệ số ống Ventury)

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

IV. DÒNG CHẢY QUA LỖ VÀ VÒI

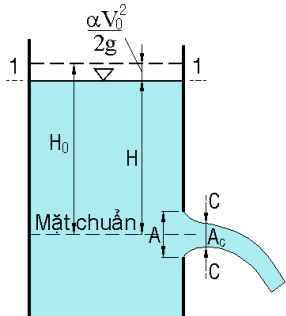
IV.1. DÒNG CHẢY QUA LỖ

- Áp dụng phương trình năng lượng cho m/c 1-1 và m/c co hẹp C-C:


$$\frac{\alpha \cdot V_0^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + H = \frac{\alpha_c \cdot V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + h_{f1-C}$$
- $\rightarrow H_0 = \frac{\alpha_c \cdot V_C^2}{2g} + h_{f1-C}$
- Tổn thất năng lượng chủ yếu tổn thất qua lỗ:

$$h_{f1-C} = \xi_c \frac{V_C^2}{2g}$$
- \rightarrow Vận tốc qua lỗ tại m/c co hẹp:

$$V_C = \sqrt{\frac{1}{\alpha_c + \xi_c}} \sqrt{2gH_0}$$



Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

IV. DÒNG CHẢY QUA LỖ VÀ VÒI (tt)

IV.1. DÒNG CHẢY QUA LỖ

Đặt: $\varphi = \sqrt{\frac{1}{\alpha_c + \xi_c}}$ là **hệ số lưu tốc** ($\varphi < 1$)

→ $V_c = \varphi \cdot \sqrt{2gH_0}$

Lưu lượng qua lỗ: $Q = \varphi \cdot A_c \cdot \sqrt{2gH_0}$ (A_c : tiết diện mặt cắt co hẹp)


Nếu hệ số co hẹp: $\varepsilon = \frac{A_c}{A} \rightarrow A_c = \varepsilon \cdot A$

Đặt: $\mu = \varepsilon \cdot \varphi$ - **hệ số lưu lượng**

→ Lưu lượng qua lỗ: $Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2gH_0}$

9

Th.S Bùi Anh Kiệt


ĐẠI HỌC MỞ TP. HỒ CHÍ MINH

IV. DÒNG CHẢY QUA LỖ VÀ VÒI (tt)

IV.2. DÒNG CHẢY QUA VÒI

- Áp dụng phương trình năng lượng cho m/c co hẹp C-C và m/c 2-2:

$$\frac{\alpha_c \cdot V_c^2}{2g} + \frac{p_c}{\gamma} + z_c = \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

→ $\frac{p_c}{\gamma} = \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_c V_c^2}{2g} < 0$

→ Áp suất tại mặt cắt C-C là áp suất chân không.

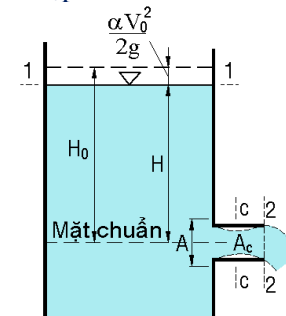
- Vận tốc qua vòi :

$$V_{c,vòi} = \sqrt{\frac{1}{\alpha_c + \xi_c}} \cdot \sqrt{2g \left(H_0 - \frac{p_c}{\gamma} \right)} = \varphi \sqrt{2g \left(H_0 - \frac{p_c}{\gamma} \right)}$$

- Nếu vòi và lỗ có cùng đường kính, cùng hệ số co hẹp, ta có: **Lưu lượng qua vòi lớn hơn lưu lượng qua lỗ.**

10

Th.S Bùi Anh Kiệt






ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

Xin cảm ơn

11

Th.S Bùi Anh Kiệt



**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

KHOA XÂY DỰNG & ĐIỆN


CƠ CHẤT LỎNG

CHƯƠNG 11: LỰC GÂY RA BỞI CHUYỂN ĐỘNG

1

Tháng 06/2012

Th.S BÙI ANH KIỆT



**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

NỘI DUNG

1. Giới thiệu phương pháp nghiên cứu
2. Nguyên lý xung – động lượng
3. Phương trình động lượng
4. Hệ số sửa chữa động lượng
5. Nước va

2

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

1. GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Lực gây ra bởi chất lỏng chuyển động được ứng dụng trong phân tích và thiết kế các loại thiết bị như: bơm, turbine, tàu thủy, và nhiều thiết bị thủy lực khác. Nếu chỉ sử dụng nguyên lý động năng sẽ không giải quyết được phần lớn các dạng bài toán nêu trên.
- Sự bổ sung phương trình động lượng vào nghiên cứu để giải quyết loại các bài toán dạng này là rất cần thiết.

3

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

2. NGUYÊN LÝ XUNG – ĐỘNG LƯỢNG

- Định luật động lượng:

Đạo hàm động lượng của một vật thể đối với thời gian bằng tổng ngoại lực tác dụng lên vật.

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \frac{d(m\vec{u})}{dt} = \sum \vec{F}$$

Trong đó: \vec{K} - Vector động lượng


m - Khối lượng

\vec{u} - Vận tốc vật thể

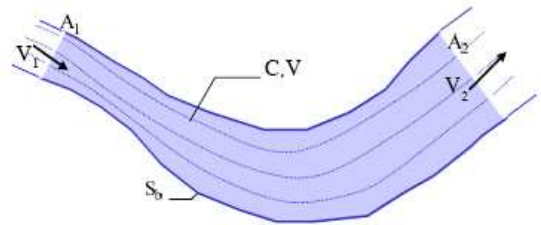
t - Thời gian

4

Th.S Bùi Anh Kiệt


3. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LƯỢNG

Xét thể tích kiểm soát là một đoạn dòng chảy, chuyển động ổn định:




$$\rho\alpha_{02}Q_2\vec{V}_2 - \rho\alpha_{01}Q_1\vec{V}_1 = \sum \vec{F}$$

Động lượng ra Động lượng vào Tổng lực

Lực khối: trọng lượng, ...
 Lực mặt: lực ma sát (F_{ms}); phản lực (N) vuông góc, từ thành rắn t/d vào đoạn dòng chảy, ...

Th.S Bùi Anh Kiệt


3. PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LƯỢNG

Chất lỏng không nén được $\rightarrow Q_1 = Q_2 = Q$

$$\rho Q(\alpha_{02}\vec{V}_2 - \alpha_{01}\vec{V}_1) = \sum \vec{F}$$

Chú ý:

- Hai lực F_{ms} và N thông thường gom chung thành một lực R gọi là **phản lực** của thành rắn tác dụng vào đoạn dòng chảy.
- Theo phương nằm ngang, lực trọng trường G bị triệt tiêu.

6

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

4. HỆ SỐ SỬA CHỮA ĐỘNG LƯỢNG

α_{01}, α_{02} : là hệ số sửa chữa động lượng

$$\alpha_0 = \frac{1}{A} \iint_A \left(\frac{u}{V} \right)^2 dA$$

Với chuyển động tầng trong ống: $\alpha_0 = 1.33$

và với chuyển động rối: $\alpha_0 = (1.01 \div 1.07)$

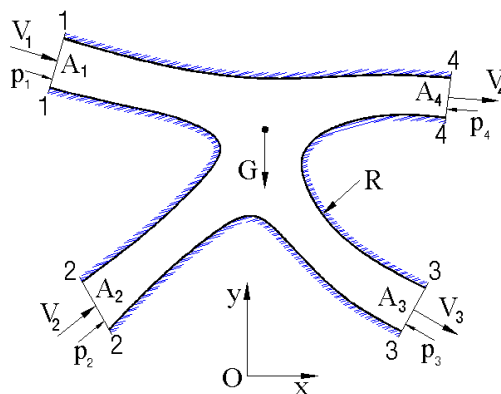
7

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

ÁP DỤNG P.T ĐỘNG LƯỢNG CHO ĐOẠN DÒNG CHẢY CÓ NHIỀU M/C RA VÀ M/C VÀO



Chú ý:

Áp lực p_i luôn hướng vào m/c A_i)

$$\alpha_{02}\rho Q_{ra} \vec{V}_{ra} - \alpha_{01}\rho Q_{vào} \vec{V}_{vào} = \sum \vec{F} = \left(\sum \vec{F}_m + \sum \vec{F}_s \right)$$

Sự biến thiên động lượng

Lực khối

Lực mặt

8

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

ÁP DỤNG P.T ĐỘNG LƯỢNG CHO ĐOẠN DÒNG CHẢY CÓ NHIỀU M/C RA VÀ M/C VÀO

$$\left(\alpha_{01}\rho Q_1 \vec{V}_1 + \alpha_{02}\rho Q_2 \vec{V}_2\right) - \left(\alpha_{03}\rho Q_3 \vec{V}_3 + \alpha_{04}\rho Q_4 \vec{V}_4\right) = \left(\vec{G} + \sum_{i=1}^4 \vec{P}_i \cdot A_i + \vec{R}\right)$$

Chiếu lên phương trục Ox:

$$\sum_{i=1}^2 \alpha_{0i}\rho Q_i V_i \cos(V_i, Ox) - \sum_{i=3}^4 \alpha_{0i}\rho Q_i V_i \cos(V_i, Ox) =$$

$$= 0 + \sum_{i=1}^4 P_i \cdot A_i \cos(P_i, Ox) + R_x$$

Chiếu lên phương trục Oy:

$$\sum_{i=1}^2 \alpha_{0i}\rho Q_i V_i \cos(V_i, Oy) - \sum_{i=3}^4 \alpha_{0i}\rho Q_i V_i \cos(V_i, Oy) =$$

$$= G + \sum_{i=1}^4 P_i \cdot A_i \cos(P_i, Oy) + R_y$$

9

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

5. NƯỚC VA

- Khi vận tốc (cũng là lưu lượng) trong đường ống có áp thay đổi đột ngột (đóng nhanh hoặc mở van đột ngột) sẽ dẫn đến áp lực nước trong đường ống đột ngột tăng lên hoặc giảm đi và lan truyền trong đường ống. → **Hiện tượng nước va**
- Nguyên nhân vật lý của hiện tượng nước va: lực quán tính của khối nước chuyển động trong ống.

10

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

5. NƯỚC VA

- **Pha nước va:** thời gian để sóng áp suất truyền đi và phản xạ trở lại

$$T = \frac{2L}{c} \quad (s)$$

Với:

L: chiều dài đường ống (m)

c: vận tốc truyền sóng (m/s)

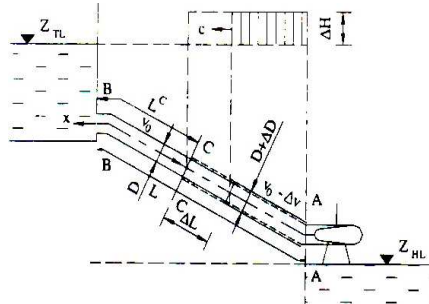
- **Sự gia tăng áp suất của nước va:**

$$dp = \rho cdV$$

Hoặc

$$dh = \frac{cdV}{g}$$

dh: sự thay đổi áp suất, đo bằng cột chất lỏng (m)



11

Th.S Bùi Anh Kiệt



ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH

5. NƯỚC VA

- **Vận tốc truyền sóng nước va:**

$$c = \sqrt{\frac{E_B}{\rho \left[1 + \left(\frac{E_B}{E} \right) \left(\frac{D}{t} \right) \right]}} \quad (m/s)$$

Với: E_B , E : module đàn hồi của chất lỏng, của đường ống (N/m^2)

D : đường kính trong của đường ống (m)

t : chiều dày của ống (m)

ρ : khối lượng riêng chất lỏng (kg/m^3)

- Nếu đường ống tuyệt đối cứng: $c = \sqrt{\frac{E_B}{\rho}} \quad (m/s)$

12

Th.S Bùi Anh Kiệt



**ĐẠI HỌC MỞ
TP. HỒ CHÍ MINH**

Xin cảm ơn

13

Th.S Bùi Anh Kiệt