

GS. NGUYỄN HỮU CHÍ

1000 BÀI TOÁN THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC

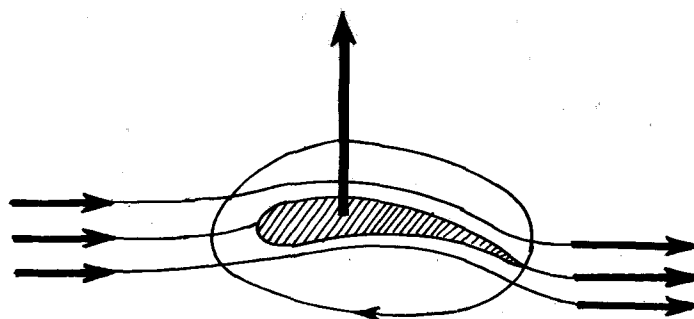
**1000 PROBLEMS OF
AERO - HYDRODYNAMICS**

TẬP 1

555 BÀI TOÁN THỦY ĐỘNG LỰC

TOME 1

555 PROBLEMS OF HYDRODYNAMICS



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC - 1998

Lời giới thiệu

Thủy khí động lực là một môn học nghiên cứu các quy luật cân bằng và chuyển động của chất lỏng và chất khí cùng sự tương tác với vật chuyển động trong môi trường. Nó làm cơ sở cho các ngành kĩ thuật khác nhau như thủy lợi, giao thông, chế tạo máy, tàu thủy, hàng không... đồng thời nó cũng là cầu nối giữa hai lĩnh vực cơ bản : toán lí, cơ học và những ngành kĩ thuật.

Cuốn "1000 BÀI TOÁN THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC" không chỉ làm nhiệm vụ minh họa, làm sáng tỏ lí thuyết những cuốn sách đồng tác giả đã xuất bản trước đây mà còn là những mô hình kĩ thuật cụ thể rút ra từ thực tiễn và trong một chừng mực nào đó giúp cho sinh viên và kĩ sư tập dượt suy nghĩ, nghiên cứu ; đặc biệt là những bài có dấu (*).

Cuốn "1000 BÀI TOÁN THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC" được chia thành 3 tập :

Tập 1 gồm 555 bài, bao gồm các chương mở đầu, thủy tĩnh, động học chất lỏng, động lực học chất lỏng lí tưởng và chất lỏng thực, chuyển động một chiều của chất lỏng không nén được, dòng chảy qua lỗ vòi và tính toán thủy lực đường ống có áp.

Đó là phần thủy lực học.

Tập 2 là phần khí động lực gồm 183 bài, bao gồm các chương cơ sở khí động lực và dòng khí vận tốc lớn.

Tập 3 bao gồm cơ sở các chuyên đề với tổng số 262 bài, trong đó có các chương lí thuyết thứ nguyên và tương tự, lí thuyết lớp biên, lí thuyết luồng, chuyển động phẳng và lí thuyết cánh, dãn, chuyển động sóng và cơ sở lí thuyết từ thủy khí động lực.

Bộ sách được biên tập lại nhưng chắc vẫn còn nhiều thiếu sót. Mong bạn đọc thứ lỗi.

Tác giả xin chân thành cảm ơn về sự góp ý của các bạn đồng nghiệp, của bộ môn thủy khí động lực, khoa cơ học ứng dụng trường Đại học Bách Khoa Hà Nội cùng các biên tập viên Nhà xuất bản.

GS. NGUYỄN HỮU CHÍ

Introduction

Aero-hydrodynamic is a subject of study researching equilibrium laws, gas and liquid movement together with the interaction of object moving in environment. It serves as basis to different technical branches as hydraulics, communication, engineering, ship, aviation... it is also, at the same time, the link between two fundamental fields : physico-mathematics, mechanics and other technical branches.

The book "1000 PROBLEMS OF HYDROAERO-DYNAMICS" is not responsible only to illustrate, clarify the theory in same author's books previously published but concrete technical models drawn from practice and in a certain degree help students and engineers training themselves to think, research, particularly with lessons marked (*)

The book "1000 PROBLEMS OF HYDROAERO-DYNAMICS" divided in 3 volumes :

Volume I consists of 555 units with chapters : introduction, hydro-static, hydro dynamic, ideal hydro-dynamic and real liquid, unique direction movement of unpressed liquid, stream through the tap hole and calculation of hydraulic pipe with pressure.

It is the hydraulic part.

- Volume II is the aerodynamic part with 183 units consisting of chapters basic aerodynamic and high speed air-current.

- Volume III consists of special subject bases with total 262 units in which there are chapters theory of dimension and similar, theory of boundary layer, theory of jet, plane movement and theory of wing, range, wave movement and basic theory from hydro aero dynamic.

The book is compiled again but it has surely still many shortcomings. We expect having reader's excuse.

The author would sincerely thank of colleague's remarks, of the Hydro aerodynamic Department, the Mechanic Application Department of Hanoi Polytechnic University and editors of the Publisher.

Professor NGUYEN HUU CHI

Chương 1

MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG

- 1.1 - Trọng lượng riêng của xăng theo hệ thức đơn vị kĩ thuật :
(1)

$$\gamma = 720 \text{ kg/m}^3 = 7.063,2 \text{ N/m}^3.$$

Xác định khối lượng riêng của nó theo hệ đơn vị quốc tế (SI); hệ đơn vị kĩ thuật (MKGSS) và hệ đơn vị vật lí (CGS).

Giải

Xác định khối lượng riêng theo công thức :

$$\text{- Hệ MKGSS : } P_k = \frac{\gamma}{g} \equiv \frac{720}{9,81} = 73,4 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4 = 722,3 \text{Ns}^2/\text{m}^4.$$

$$\text{- Hệ CGS : } P_c = \frac{1}{102} P_k = 0,72 \text{g/cm}^3.$$

$$\text{- Hệ SI : } P_s = \frac{1}{0,102} P_k = 720 \text{ kg/m}^3.$$

- 1.2 - Ống dẫn nước có đường kính trong $d = 500\text{mm}$ và dài $l = 1.000\text{m}$ chứa đầy nước ở trạng thái tĩnh dưới áp suất $P_o = 4\text{at}$ và nhiệt độ $t_o = 5^\circ\text{C}$. Bỏ qua sự biến dạng và nén, giãn nở của thành ống, xác định áp suất trong ống khi nhiệt độ nước trong ống tăng lên $t_1 = 15^\circ\text{C}$.
(2) Biết hệ số giãn nở do nhiệt độ của nước $\beta_t = 0,000014$ và hệ số nén $\beta_p = \frac{1}{21.000} \text{ cm}^2/\text{kg}$.

Giải

Ở nhiệt độ $t_o = 5^\circ\text{C}$ thể tích nước trong ống :

$$V_o = \frac{\pi d^2}{4} l = 196,25 \text{m}^3.$$

Sau khi nhiệt độ tăng lên một lượng $\Delta t = t_1 - t_o = 10^\circ\text{C}$ thể tích của nước cũng sẽ tăng lên : $\Delta v = V_o \Delta_t \beta_t = 196,25 \cdot 10 \cdot 0,000014 = 0,028 \text{m}^3$.

Số gia áp suất trong ống Δ_p khi thể tích nước tăng lên được xác định theo công thức :

$$\Delta_p = \frac{V}{V_o \beta_p} = \frac{0,028}{196,25} 21.000 = 3,001 \text{kg/cm}^2 = 3\text{at} = 294.300 \text{N/m}^2.$$

Như vậy áp suất của nước trong ống là :

$$P_1 = P_o + \Delta_p = 4\text{at} + 3\text{at} = 7\text{at}.$$

- 1.3 - Tìm độ nhớt của dầu mazút nếu biết khối lượng riêng của nó $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ và độ
(3) nhớt Engle $E^\circ = 8^\circ$.

Giải

Độ nhớt động tính theo công thức :

$$\nu = 0,0731 E^\circ = \frac{0,0631}{E^\circ} \text{ cm}^2/\text{s}$$

với $E^\circ = 8^\circ$ ta có :

$$\nu = 0,5777 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} = 0,5777 \text{ St.}$$

Độ nhớt động lực :

$$\mu = \nu \rho = 900 \cdot 0,5777 \cdot 10^{-4} = 0,00529 \text{ kgs/m}^2.$$

- 1.4 - Dầu mỡ được nén trong xi lanh bằng thép thành dày có tiết diện S. Bỏ qua tính
(4) đàn hồi.

Xác định hệ số nén của dầu β_p và môduyn đàn hồi E của nó, nếu khi áp suất dư tăng từ 0 đến 50at thì mức A - A của thủy ngân tăng lên một khoảng $\Delta h = 3,7 \text{ mm}$. Chiều cao cột dầu lúc đầu $\Delta h = 1000 \text{ mm}$.

Giải

Hệ số nén của dầu tính theo công thức :

$$\beta_p = - \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta p}$$

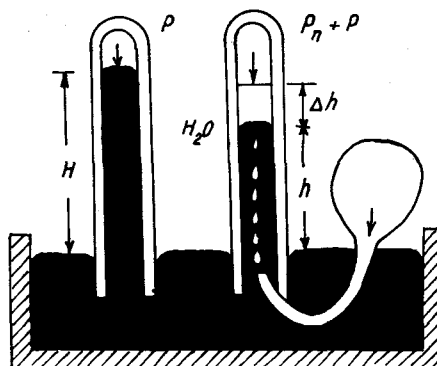
Theo điều kiện bài toán $V_0 = 100S \text{ (cm}^2\text{)}$, $\Delta V = 0,37S \text{ (cm}^2\text{)}$ và $\Delta p = 50 \text{ at} = 50 \text{ kg/cm}^2$.
Đưa số liệu vào công thức trên ta có :

$$\beta_p = \frac{1}{100S} \cdot \frac{0,37S}{50} = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{kg} = 7,55 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{N}.$$

Môduyn đàn hồi của dầu bằng :

$$E = \frac{1}{\beta_p} = \frac{1}{7,4 \cdot 10^{-5}} = 13.500 \text{ kg/cm}^2 = 1.324 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$$

- 1.5 - Để xác định áp suất hơi bão hòa nhờ thiết bị như
(5) hình bài 1-5, ta bơm nước vào ống đo khối lượng riêng bên phải đã được chứa đầy thủy ngân. Sau khi nước chiếm chỗ mà trước đây đã có hơi thủy ngân, chiều cao cột thủy ngân đạt $h = 713 \text{ mm}$, chiều cao cột nước trên mặt thủy ngân đạt $\Delta h = 200 \text{ mm}$ còn mức thủy ngân ở ống bên trái $h = 745,2 \text{ mm Hg}$. Ở nhiệt độ $t = 20^\circ \text{C}$ trọng lượng riêng của nước $\gamma_r = 998,2 \text{ KG/m}^3$ còn của thủy ngân



H. bài 1-5

$\gamma_{Hg} = 13.550 \text{ KG/m}^3$. Xác định áp suất hơi nước bão hòa p_n khi kể đến áp suất hơi thủy ngân.

Đáp số : $p_n = 0,02367 \text{ KG/cm}^2$

hay $h_n = 17,47 \text{ mmHg}$.

- 1.6 - Xác định trọng lượng riêng của nước, dầu lửa và axit sunfuric ở nhiệt độ $t = 50^\circ\text{C}$,
(6) nếu hệ số giãn nở của nước $\beta_n = 0,0002 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ của dầu lửa $\beta_d = 0,001 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ của axit sunfuric $\beta_a = 0,00055 \text{ } 1/^\circ\text{C}$. Biết trọng lượng riêng của dầu lửa ở $t = 15^\circ\text{C}$ là $\gamma_d \approx 760 \text{ KG/m}^3$, của axit sunfuric ở $t = 0^\circ\text{C}$, $\gamma_a = 1853 \text{ KG/m}^3$.

Đáp số : $\gamma_n = 0,991 \text{ G/cm}^3 = 991 \text{ KG/m}^3 = 9720 \text{ N/m}^3 = 972 \text{ dyn/cm}^3$.

$\gamma_d = 0,734 \text{ G/cm}^3 = 734 \text{ KG/m}^3 = 7200 \text{ N/m}^3 = 720 \text{ dyn/cm}^3$.

$\gamma_a = 1,803 \text{ G/cm}^3 = 1803 \text{ KG/m}^3 = 17.700 \text{ N/m}^3 = 1770 \text{ dyn/cm}^3$.

- 1.7 - Nồi áp lực có thể tích $V_0 = 10\text{l}$ chứa đầy nước và được đóng kín. Bỏ qua sự thay đổi
(7) thể tích của vỏ nồi, xác định độ tăng áp suất Δp khi tăng nhiệt độ nước lên một giá trị $\Delta t = 40^\circ\text{C}$. Hệ số giãn nở của nước $\beta_t = 0,00018 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ và hệ số nén $\beta_p = 0,00004112 \text{ cm}^2/\text{kg} = 4,19 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$.

Đáp số : $\Delta p = 175 \text{ at} = 1718 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$.

- 1.8 - Người ta nén không khí vào bình thể tích $V = 0,300 \text{ m}^3$ dưới áp suất $p_1 = 100 \text{ at}$. Sau
(8) một thời gian bị rò, áp suất không khí trong bình hạ xuống $p_2 = 90 \text{ at}$. Bỏ qua sự biến dạng của bình, xác định thể tích không khí trong bình bị rò trong thời gian đó, nếu coi nhiệt độ không đổi và áp suất khí trời $p_a = 1 \text{ KG/cm}^2$.

Đáp số : $\Delta V = 3 \text{ m}^3$.

- 1.9 - Khi làm thí nghiệm đo độ nhớt của dầu mỡ bằng thiết bị đo độ nhớt Engole người
(9) ta thấy : thời gian chảy hết 200 cm^3 nước $\tau_1 = 51,2 \text{ s}$, thời gian chảy hết 200 cm^3 dầu mỡ $\tau_2 = 163,4 \text{ s}$.

Xác định độ nhớt động ν của dầu mỡ.

Đáp số : $\nu = 0,224 \text{ St}$.

- 1.10 - Xác định ứng suất tiếp tuyến tại thành tàu thủy đang chuyển động, nếu sự biến thiên của
(10) vận tốc nước theo phương pháp tuyến với thành tàu được biểu thị bằng phương trình : $\nu = 516y - 13400y^2$ trong khoảng trị số $y < 1,93 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, nhiệt độ của nước $t = 15^\circ\text{C}$.

Đáp số : $\tau_0 = 0,0579 \text{ KG/m}^2 = 0,568 \text{ N/m}^2$.

- 1.11 - Xác định lực ma sát tại thành trong của ống dẫn dầu có đường kính $d = 80 \text{ mm}$,
(11) dài $l = 10 \text{ m}$. Vận tốc dầu biến thiên theo quy luật :

$$\nu = 25y - 312y^2.$$

Trong đó y : khoảng cách từ thành ống $\left(0 \leq y \leq \frac{d}{2}\right)$. Độ nhớt của dầu bằng 9°E , trọng lượng riêng $\gamma_d = 920 \text{ KG/m}^3$ ($9025,2 \text{ N/m}^3$).

Tìm vận tốc cực đại $v_{\max}$ của dòng.

Đáp số : $P = 0,382 \text{ KG} = 3,747 \text{ N}$

$$v_{\max} = 0,5 \text{ m/s (tại } y = 0,04).$$

- 1.12 - Xác định lực ma sát của dòng nước chảy bao quanh bản mỏng có kích thước $l = 3 \text{ m}$
(12) và $h = 1 \text{ m}$; nếu vận tốc dòng ở gần bản mỏng phân bố theo quy luật : $v = 200y - 2500y^2$.
(Theo phương vuông góc với tấm bản ($0 \leq y \leq 0,04$)).

Đáp số : $P = 0,1345 \text{ KG} = 1,3194 \text{ N}$.

Chương 2

TÍNH HỌC CHẤT LỎNG

- 2.1 - Xác định áp suất dư tại điểm A của ống dẫn ; nếu chiều cao cột thủy ngân $h_2 =$
 (13) 25cm. Tâm ống dẫn đặt dưới đường phân giới giữa nước và thủy ngân $h_1 = h \equiv$
 40cm (H. bài 2-1).

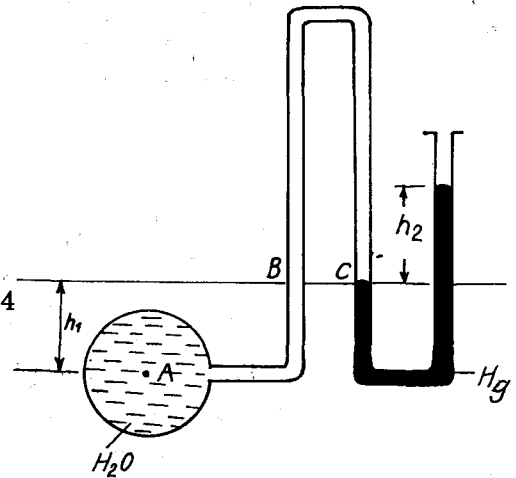
Giải :

Áp suất dư tại điểm A tính bằng công thức :

$$p_A = p_B + \gamma_{H_2O} h_1$$

mà $p_B = \gamma_{H_2O} h_2$ nên

$$\begin{aligned} p_A &= \gamma_{H_2O} h_2 + \gamma_{H_2O} h_1 = 133.416.0,25 + 9810.0,4 \\ &= 37278 \text{ N/m}^2 = 3800 \text{ kG/m}^2. \end{aligned}$$



H. bài 2-1

- 2.2 - Lập các biểu thức áp suất và khối lượng riêng phụ thuộc độ cao khi $0 < z < 11000\text{m}$
 (14) với các trị số $B = 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1}$, $Z_0 = 0$, $T_{z_0} = 288^\circ\text{K}$, $P_{z_0} = 760 \text{ mmHg}$, $\rho_{z_0} = 1,225 \text{ kG/m}^3$.

Khi $Z > 11000\text{m}$ với các trị số :

$$Z_0 = 11000\text{m}, T_m = 216,5^\circ\text{K}, p_{z_0} = p_{11000} = 170 \text{ mmHg}, \rho_{z_0} = \rho_{11000} = 0,36 \text{ kG/m}^3.$$

Giải

Giả thiết trong miền $Z < 11000\text{m}$ nhiệt độ thay đổi tuyến tính. Từ đó suy ra :

$$K = \frac{1}{BhT_{z_0}} = \frac{1}{B29.3T_{z_0}} = \frac{1}{22,6 \cdot 10^{-6} \cdot 29,3 \cdot 288} = 5,255.$$

Thay các trị số vào các phương trình (2-21), (2-22) ta có kết quả :

$$\text{Khi } 0 < Z < 11000\text{m} \begin{cases} p_z = 760(1 - 22,6 \cdot 10^{-6} Z)^{5,255} \text{ mmHg} \\ p_z = 1,225(1 - 22,6 \cdot 10^{-6} Z)^{4,255} \text{ kG/m}^3 \\ \frac{p_z}{1,225} \equiv \left(\frac{p_z}{760} \right)^{0,81} \end{cases}$$

Tiếp tục tính :

$$h_{Tm} = 29,3T_m = 29,3.216,5 = 6330m$$

Thay trị số vào các biểu thức (2-18), (2-19) ta có :

$$\text{Khi } Z > 11000m \begin{cases} p_z = 170 \exp\left(-\frac{Z - 11000}{6330}\right) \text{ mmHg} \\ \rho_z = 0,36 \exp\left(-\frac{Z - 11000}{6330}\right) \text{ kG/m}^3 \\ \frac{\rho_z}{0,36} = \frac{p_z}{170} \text{ hay } \frac{\rho_z}{1,225} \equiv 1,31 \frac{p_z}{760} \end{cases}$$

- 2.3 - Xác định độ chênh áp giữa hai tâm của ống A và B nếu cho biết độ chênh theo phương thẳng đứng giữa hai tâm $h = 20cm$, các mực ngăn cách giữa nước và dầu trong ống đo chữ U biểu diễn như hình vẽ, dầu có tỉ trọng $\delta = 0,9$.

Giải

Dựa theo công thức tính áp suất điểm (2-5) đối với từng khối chất lỏng ta có thể viết :

$$p_B = p_D + \gamma_n(h_D - h)$$

$$p_D = p_C + \gamma_d(h_C - h_D)$$

Trong đó h_i - khoảng cách theo phương thẳng đứng kể từ mặt chuẩn nằm ngang qua A đến các điểm C, D.

Mặt khác xét khối AC ta có :

$$p_A = p_C + \gamma_n h_C$$

Từ các phương trình trên ta suy ra :

$$p_A - p_B = p_C + \gamma_n h_C - p_C - \gamma_d(h_C - h_D) - \gamma_n(h_D - h) = \gamma_n(h_C + h - h_D) - \gamma_d(h_C - h_D).$$

Hay là

$$p_A - p_B = \gamma_n h + (\gamma_n - \gamma_d)(h_C - h_D).$$

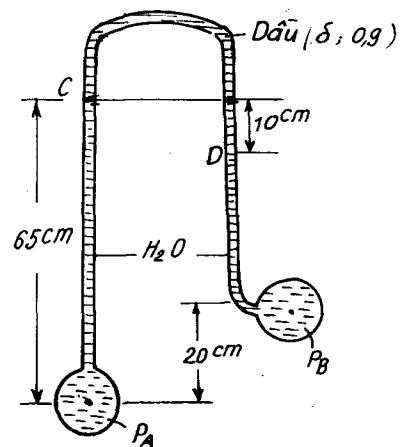
Thay thế kết quả trên bằng số :

$$\gamma_n = 9810 \text{ N/m}^3 ; \gamma_d = 0,9.9810 \text{ N/m}^3$$

$$h = 0,2m ; h_C = 0,65m ; h_D = 0,55m$$

Ta có :

$$p_A - p_D = 2060 \text{ N/m}^2 = 0,021 \text{ at.}$$



H. bài 2-3

- 2.4 - Xác định tổng áp lực lên tường chắn phẳng hình chữ nhật và tìm tâm áp của nó, nếu cho biết : chiều sâu nước ở thượng lưu $h_1 = 3m$; ở hạ lưu $h_2 = 1,2m$; chiều rộng $b = 4m$ và chiều cao của tường $H = 3,5m$.

Tính bằng hai phương pháp giải tích và đồ giải

Tính lực năng ban đầu, nếu bề dày của tường $d = 0,08\text{m}$; trọng lượng riêng của vật liệu làm tường $\gamma_1 = 1,18 \cdot 10^4 \text{N/m}^3 = 1200 \text{ kG/m}^3$; Hệ số ma sát giữa tường và khe rãnh là $f = 0,5$.

Giải

1. *Phương pháp giải tích*: Tìm áp lực lên tường phẳng theo công thức

$$P_c = p_c S, (p_c = \gamma Z_c).$$

Áp suất khí trời ta không tính đến, vì nó tác động vào tường chắn cả về hai phía nên triệt tiêu lẫn nhau.

Áp lực từ phía bên trái:

$$P_1 = p_{c1} S_1 = 9810 \cdot \frac{3}{2} \cdot 3,4 = 176,6 \cdot 10^3 \text{N} = 176,6 \text{kN} = 18 \cdot 10^3 \text{kG}.$$

Áp lực từ phía bên phải:

$$P_2 = p_{c2} S_2 = 9810 \cdot \frac{1,2}{2} \cdot 1,2 \cdot 4 = 28,3 \cdot 10^3 \text{N} = 23,3 \text{kN} = 2,88 \cdot 10^3 \text{kG}.$$

Vậy tổng áp lực lên tường sẽ là:

$$P = P_1 - P_2 = 176,6 - 28,3 = 148,3 \text{kN} = 15,12 \cdot 10^3 \text{kG}.$$

Khoảng cách từ mặt thoáng của nước ở thượng lưu đến tâm áp lực của P_1 tính theo công thức:

$$z_{D1} = z_{C1} + \frac{J_{C1}}{z_{C1} S_1} = \frac{h_1}{2} + \frac{2bh_1^3}{12bh_1^3} = \frac{2}{3} h_1 = 2\text{m}.$$

Khoảng cách từ mặt thoáng của nước ở hạ lưu đến tâm áp lực của P_2 :

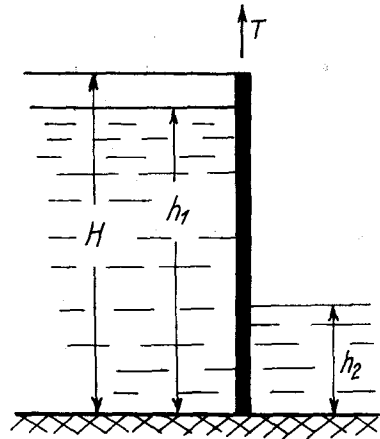
$$z_{D2} = z_{C2} + \frac{J_{C2}}{z_{C2} S_2} = \frac{h_2}{2} + \frac{2bh_2^3}{12bh_2^3} = \frac{2}{3} h_2 = 0,8\text{m}$$

Theo định lý tính lực trong cơ lý thuyết, ta tìm được khoảng cách từ mặt thoáng của thượng lưu đến tâm của tổng áp lực P :

$$z_D = \frac{P_{1zD1} - P_2(z_{D2} + h_1 - h_2)}{P}.$$

Thay số vào ta được: $z_D = 1,89\text{m}$.

2. *Phương pháp đồ giải*. Dựng biểu đồ áp lực của nước lên tường chắn phía trái và phải theo một tỉ lệ nhất định (H, bài 2-4b).



H. bài 2-4a

Biểu đồ áp lực thủy tĩnh từ phía trái được biểu diễn bằng tam giác ABC, còn từ phía phải bằng EDC. Biểu đồ tổng áp lực bằng hiệu hai tam giác ABC và EDC và bằng hình thang KFBC.

Theo biểu đồ ta có :

$$P_1 = bS_{ABC} = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 b = 176,6 \text{ kN} = 18.10^3 \text{ kG}.$$

$$P_2 = bS_{EDC} = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 b = 28,3 \text{ kN} = 2,88.10^3 \text{ kG}.$$

Và tổng áp lực

$$P = bS_{KFBC} = \frac{h_1 + h_2}{2} \gamma (h_1 - h_2) b = 148,3 \text{ kN} = 15,12.10^3 \text{ kG}.$$

Áp lực P_1 đi qua trọng tâm biểu đồ (tam giác ABC), suy ra tâm áp lực P_1 nằm ở $2/3h_1$ kể từ mặt thoáng thượng lưu. Tâm áp lực P_2 sẽ nằm ở $2/3h_2$ kể từ mặt thoáng hạ lưu, vì lực P_2 đi qua trọng tâm tam giác EDC.

Để tìm tâm áp của tổng áp lực P , ta chỉ cần tìm trọng tâm của hình thang KFBC, và có thể tìm bằng phương pháp đồ giải như hình vẽ (H. bài 2-4c).

Qua trọng tâm hình thang ta kẻ lực P vuông góc với mặt tường. Đo khoảng cách từ mặt thoáng ở thượng lưu đến giao điểm của lực P với mặt tường (điểm O) ta được z_D .

Lực nâng T xác định theo phương trình

$$T = G + fP.$$

trong đó : G - Trọng lượng của tường chắn.

$$G = \gamma_t b d H = 1,32.10^4 \text{ N} = 1,34.10^3 \text{ kG}$$

Vậy

$$T = 1,32.10^4 + 0,5.14,83.10^4 = 8,73.10^4 \text{ N} = 87,3 \text{ kN} = 8,9.10^3 \text{ kG}.$$

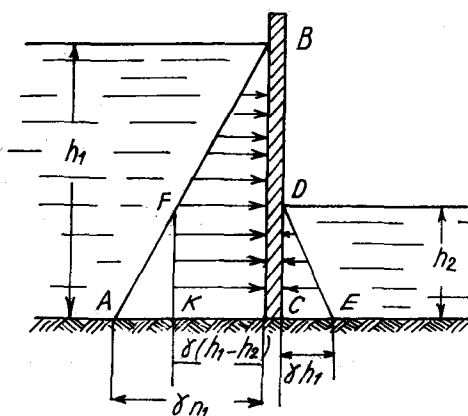
- 2.5 - Van hình nón có chiều cao h và làm bằng thép có trọng lượng riêng $\gamma = 7,8 \text{ t/m}^3$ (17) ($76,44 \text{ kN/m}^3$) dùng để dẩy lỗ tròn ở đáy bể chứa nước. Cho biết $D = 0,4h$ và đáy van cao hơn lỗ $1/3h$.

Tính lực R cần để nâng van lên.

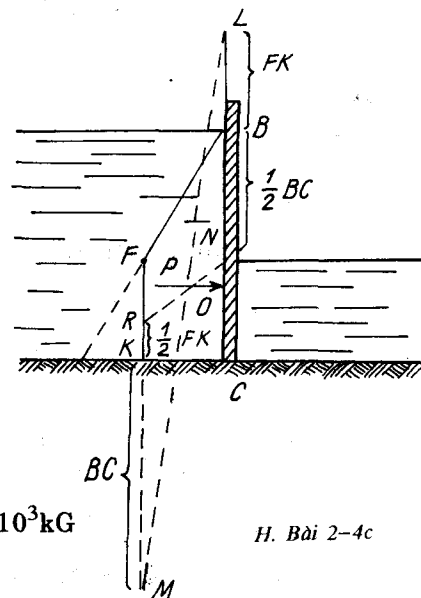
Giải

Lực R cần để nâng van lên tính theo phương trình.

$$R = G + P - Q$$



H. Bài 2-4b



H. Bài 2-4c

Trong đó :

G - trọng lượng của van.

P - Áp lực chất lỏng lên đáy van.

Q - Áp lực chất lỏng lên mặt bên ABCD

Theo điều kiện bài toán ta có :

$$G = \gamma_t \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi(0,4h)^2 h}{4} = 0,326h^2$$

$$P = \gamma_{H_2O} V = \gamma_{H_2O} \pi \frac{(0,4h)^2}{4} \left(5h - \frac{h}{3} \right)$$

$$Q = \gamma_{H_2O} V'$$

Với V' - Thể tích hình trụ $ACA'C'DBD'B'$.

Gọi r - Bán kính của lỗ, ta có quan hệ theo hai tam giác đồng dạng.

$$\frac{r}{0,2h} = \frac{\frac{2}{3}h}{h} \rightarrow r = 0,13h$$

Thể tích nón cụt ABCD bằng :

$$V_c = \frac{1}{3} \left[\frac{(0,4h)^2}{4} h - (0,13h)^2 h \right] = 0,024h^3$$

$$\text{Vậy } V' = V_c + 0,024h^3 - \pi(0,13h)^2 \cdot 5h = 0,410h^3$$

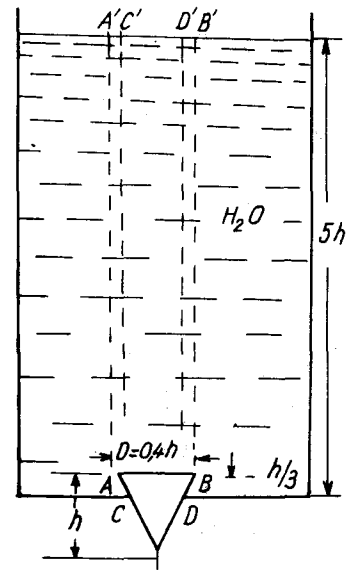
Và ta có :

$$Q = 0,410 \gamma_{H_2O} h^3$$

Theo trên ta có lực nâng R :

$$R = 0,326h^3 + 0,653 \gamma_{H_2O} h^3 - 0,410 \gamma_{H_2O} h^3 = (0,326 + 0,243 \gamma_{H_2O})$$

$$\text{Nếu lấy } \gamma_{H_2O} = 1t/m^3 \text{ thì } R = 0,569h^3 t.$$



H. bài 2-5

- 2.6** - Hãy xác định tổng áp lực của chất lỏng lên một cơ cấu có dạng một phần tư hình tròn bán kính R , chiều dài L và được bắt bằng các bu lông như hình vẽ. Lực này hợp với mặt ngang một góc bằng bao nhiêu ?
- (18)** Cột áp của chất lỏng bằng H trọng lượng riêng γ .

Giải

Đây là bài toán tìm áp lực chất lỏng lên thành cong, nên ta phân tích tổng áp lực P ra hai thành phần nằm ngang P_x và thành phần thẳng đứng P_z .

Thành phần P_x tìm theo công thức :

$$P_x = \gamma z_c S_x,$$

trong đó :

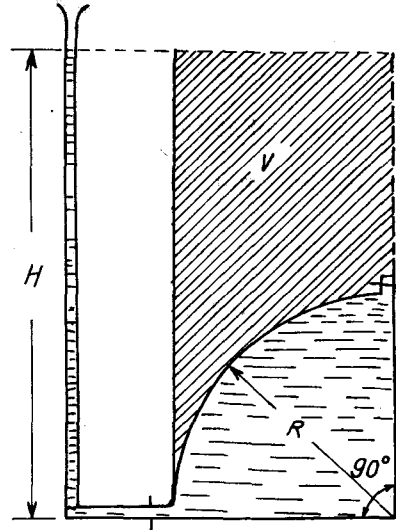
$$z_c = H - \frac{R}{2}, S_x = RL,$$

Như vậy : $P_x = \gamma \left(H - \frac{R}{2} \right) RL.$

Thành phần P_z tính theo công thức :

$$P_z = \gamma V,$$

Trong đó V - Vật thể áp lực, là thể tích một hình trụ đứng có đáy dưới là mặt chịu lực, đáy trên là mặt thoáng, tức là :



H. bài 2-6

$$V = RLH - \frac{\pi R^2 L}{4} = \left(H - \frac{\pi R}{4} \right) RL.$$

Vậy :

$$P_z = \gamma \left(H - \frac{\pi R}{4} \right) RL.$$

Tổng áp lực P bằng :

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

Hay

$$P = \gamma RL \sqrt{\left(H - \frac{R}{2} \right)^2 + \left(H - \frac{\pi R}{4} \right)^2}.$$

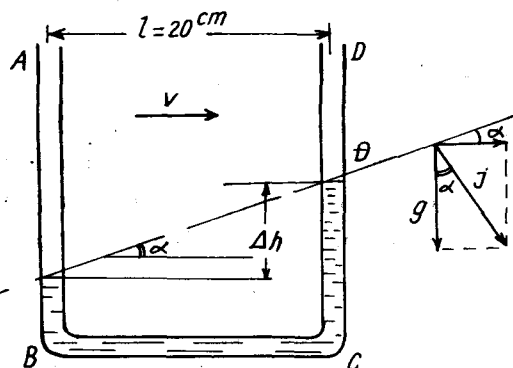
Góc nghiêng α của tổng áp lực P hợp với mặt ngang xác định theo công thức :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_z}{P_x} = \frac{\gamma RL \left(H - \frac{\pi R}{4} \right)}{\gamma RL \left(H - \frac{R}{2} \right)} = \frac{H - \frac{\pi R}{4}}{H - \frac{R}{2}}.$$

- 2.7 (19) - Một ống chữ U ABCD có đáy BC nằm ngang dài $l = 20\text{cm}$ đặt trên chiếc ôtô đang khởi động chạy chậm dần đều với gia tốc $\vec{a}$. Xác định gia tốc của ôtô khi đọc độ chênh mực chất lỏng giữa hai ống AB và CD là $\Delta h = 12\text{cm}$ (H. bài 2.7).

Giải

Nối hai điểm B và D ta sẽ có mặt mức của khối chất lỏng tĩnh tương đối. Do đó gia tốc tổng hợp $\vec{j} = \vec{g} + \vec{a}$ sẽ vuông góc với mặt mức BD.



H. bài 2.7

Từ đó suy ra :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{g} = \frac{\Delta h}{l} = 0,6.$$

Hay :

$$a = 0,6g \approx 6\text{m/s}^2.$$

2.8 - Bình hình trụ tròn đáy kín có chiều cao H và đường kính D chứa chất lỏng đến $3/4$ chiều cao.
(20)

Tính xem bình quay quanh trục thẳng đứng của nó với vận tốc góc ω bằng bao nhiêu để parabolôit tròn xoay của mặt thoáng chạm đến đáy bình ?

Giải

Ta đã biết rằng khi bình quay với vận tốc góc ω thì mặt thoáng của chất lỏng có dạng parabolôit tròn xoay

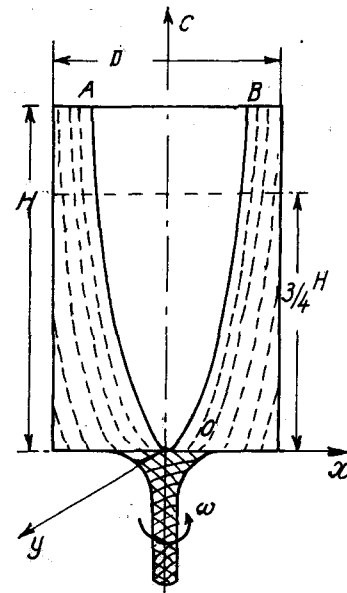
$$z - z_0 = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \quad (a)$$

với $r^2 = x^2 + y^2$

Theo điều kiện đã cho với $r = 0$ thì $z = 0$ nên $z_0 = 0$.

Vậy từ (a) ta có :

$$z = \frac{\omega^2 r^2}{2g}$$



H. bài 2.8

Hay :

$$r^2 = \frac{2gz}{\omega^2} \quad (b)$$

Thể tích parabolôit AOB là :

$$V = \pi \int_0^H r^2 dz = \frac{2\pi g H}{\omega^2} \int_0^H z dz = \frac{\pi g H^2}{\omega^2}$$

Thể tích này chính bằng $1/4$ thể tích của bình do đó :

$$\frac{\pi g H^2}{\omega^2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{4} H$$

Từ đây ta có :

$$\omega^2 = \frac{16gH}{D^2} \text{ hay } \omega = \frac{4}{D} \sqrt{gH}.$$

2.9 - Một hình trụ tròn trục thẳng đứng có đường kính $d = 2r = 1\text{m}$; chiều cao $1,5\text{m}$;
(21) được đổ nước đến nửa bình và quay với số vòng quay $n = 90\text{v/ph}$.

1. Tính áp suất lên thành bình và lên đáy trong các trường hợp không quay và quay.
2. Trong trường hợp quay tính các áp suất cực trị ở đáy.

Giải

Tại một điểm trong chất lỏng sẽ có áp suất biểu diễn dưới dạng :

$$p = -\rho gz + \rho \frac{\omega^2 r^2}{2} + p_0$$

Từ đó suy ra phương trình mặt thoáng là mặt parabolnối :

$$0 = -\rho gz + \frac{\rho \omega^2 r^2}{2}$$

Trong đó chiều cao có thể tính :

$$z = \frac{\omega^2 r^2}{2g} + \frac{(3\pi)^2 (0,5)^2}{2g} = \frac{9\pi^2 \cdot 0,25}{2 \cdot 10} = 1,11\text{m}$$

Do đó khoảng cách từ O' đến gốc O là :

$$\frac{1,11}{2} = 0,55\text{m}$$

Nghĩa là ta có khoảng cách từ gốc O đến đáy :

$$0,75 - 0,55 = 0,20\text{m}.$$

1. Trong trường hợp bình không quay (tĩnh tuyệt đối) ta có áp suất thành bình phân bố theo luật tuyến tính :

$$p_{\max} = 75\text{cm H}_2\text{O}$$

áp suất lên mặt đáy phân bố đều với trị số $75\text{cm H}_2\text{O}$

Trong trường hợp bình quay áp suất phân bố trên thành bình cũng theo quy luật tuyến tính và có giá trị cực đại :

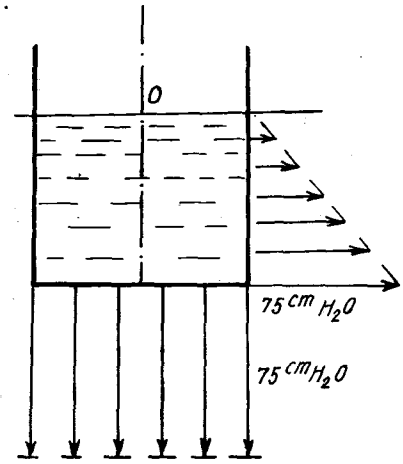
$$p_c = \gamma \cdot 0,20 + \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{2} (0,5)^2 = 1000 \cdot 0,20 +$$

$$\frac{1000}{10} \cdot \frac{9\pi^2}{2} \cdot 0,25 = 200 + 1110 = 1301 \text{ kG/m}^2$$

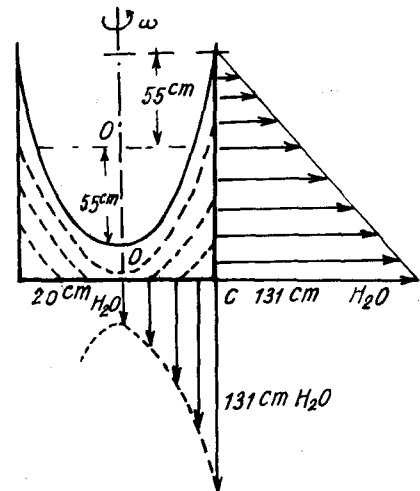
$$p_c = 131\text{cm H}_2\text{O}.$$

2. Áp suất tác động lên tâm O của đáy (H. bài 2.9b)

là áp suất nhỏ nhất :



H. bài 2-9a



H. bài 29b

$$p_B = -\rho g z = 1000 \cdot 0,2 = 200 \text{ kG/m}^2$$

$$p_B = 20 \text{ cm H}_2\text{O}.$$

Còn lại C sẽ là áp suất lớn nhất.

$$p_c = 131 \text{ cm H}_2\text{O}.$$

- 2.10 -** Áp suất p của nước trong ống dẫn có xu hướng mở van K. Van K này đóng kín miệng ống dẫn (có đường kính d) khi đòn bẩy ab ở vị trí nằm ngang. Giả thiết thanh a, b và quả cầu rỗng đường kính D là không có trọng lượng. Xác định tỉ số giữa các cánh tay đòn a và b để van đóng kín được miệng ống.

Giải

Áp lực của nước lên van K.

$$P = \frac{\pi d^2}{4} p$$

Lực đẩy Acsimét lên quả cầu

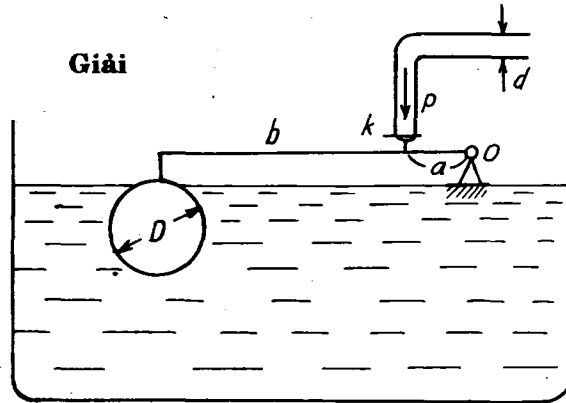
$$A = \frac{\pi}{6} \gamma D^3$$

Lập phương trình mômen ứng với điểm tựa O ta có :

$$Pa = A(a + b)$$

Từ đó suy ra :

$$b = a \left(\frac{3d^2 p}{2D^3 \gamma} - 1 \right)$$



H. bài 2-10

- 2.11 -** Trên hai con lăn gỗ hình tròn có các đường kính D và d , chiều dài L , ta đặt tấm gỗ (23) bề rộng b và trọng lượng G sao cho hai mút thừa ở hai đầu đều bằng c .

Cầu phải đặt tải trọng phụ ở vị trí nào để giữ cho tấm gỗ ở vị trí nằm ngang.

Giải

Khi tấm gỗ ở vị trí nằm ngang thì khoảng cách f từ mặt thoáng đến tấm gỗ sẽ không đổi.

Ta tính các diện tích S_1 và S_2 của con lăn bên phải và bên trái bị ngập trong nước qua các bán kính r, R và f :

$$S_1 = \pi R^2 - R^2 \arccos \frac{R-f}{R} + (R-f) \sqrt{2Rf-f^2} \quad (a)$$

$$S_2 = \pi r^2 - r^2 \arccos \frac{r-f}{r} + (r-f) \sqrt{2rf-f^2}. \quad (b)$$

Lực đẩy Ácsimet tác động vào các con lăn sẽ là :

$$A_1 = S_1 L \gamma ; A_2 = S_2 L \gamma \quad (c)$$

Khi ở trạng thái cân bằng thì tổng mômen của tất cả các lực tác động ứng với một điểm bất kì phải bằng 0. Ta lấy mômen ứng với điểm A (điểm tiếp xúc của con lăn bên trái với tấm gỗ) gọi x là khoảng cách từ điểm ta đặt tải trọng phụ đến điểm A ta có :

$$x = \frac{2A - G}{2P} (b - 2c) \quad (d)$$

Mặt khác, khi cân bằng tổng các hình chiếu của tất cả các lực lên trục thẳng đứng cũng bằng 0 :

$$A_1 + A_2 - P - G = 0 \quad (e)$$

Sử dụng các công thức (a), (b), (c) và phương trình (e) ta có thể viết :

$$\begin{aligned} & \pi(R^2 + r^2) - R^2 \arccos \frac{R-f}{R} - r^2 \arccos \frac{r-f}{r} + \\ & + (R-f) \sqrt{2Rf-f^2} + (r-f) \sqrt{2rf-f^2} = \frac{P+G}{\gamma L} \quad (f). \end{aligned}$$

Theo biểu thức (f) ta có thể tính được f nếu cho các giá trị các đại lượng R, r, γ , P và G. Sau đó, sử dụng các công thức (a) và (c) ta tìm được S_1 và A_1 . Cuối cùng nhờ công thức (d) ta có thể xác định được x, tức là xác định được vị trí cần đặt tải trọng phụ P để tấm gỗ ở vị trí nằm ngang.

- 2.12 - Xác định tính ổn định của một mẫu gỗ hình hộp chữ nhật nổi trong nước có kích thước : a = 60cm, b = 20cm, c = 30cm. Khối lượng riêng của gỗ $\rho_g = 0,8\text{g/cm}^3$, của nước $\rho_n = 1\text{g/cm}^3$.

Giải

Điều kiện cân bằng của vật : $\rho_n V = M$; ở đây M là khối lượng của mẫu gỗ và bằng :

$$M = \rho_g abc = 28.800\text{g}.$$

Khối lượng nước bị choán chỗ :

$$\rho_n V = \rho_n abh = 1.200h.$$

Do đó, khoảng cách h mà mẫu gỗ ngập trong nước có thể tích theo phương trình :

$$1200h = 28800$$

hay

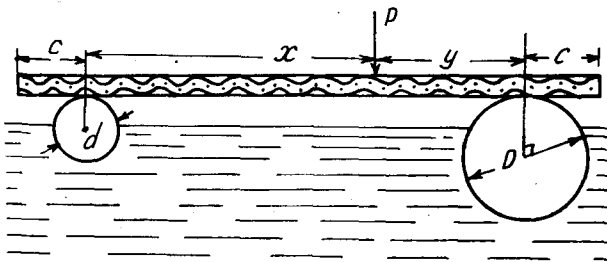
$$h = 24\text{cm}.$$

Để xác định tính ổn định của mẫu gỗ ta cần tìm bán kính định khuynh MD và khoảng cách CD giữa trọng tâm C và tâm đẩy D ta có :

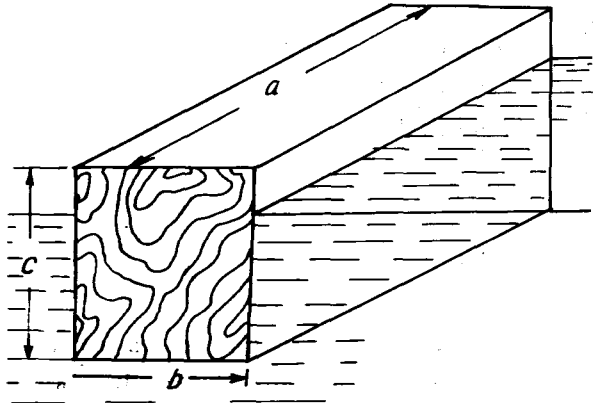
$$MD = \frac{J}{V} = \frac{ab^3}{1200h} = \frac{b^2}{12h} = 1,39\text{cm.}$$

$$CD = \frac{c}{2} - \frac{h}{2} = 3\text{cm.}$$

Vì $MD = 1,30 \text{ cm} < CD = 3\text{cm}$ nên mẫu gỗ trên sẽ ở trạng thái cân bằng không ổn định.



H. bài 2-11



H. bài 2-12

2.13 - Chứng minh rằng tâm định khuynh M của phao hình chóp nón cố định quay xuống dưới, nằm ở giao điểm giữa đường vuông góc BM với đường sinh của chóp nón và trục của nó, với B là giao điểm giữa đường nằm ngang qua trọng tâm của phần hình chóp nón ngập trong nước và đường sinh.

Bằng thời chứng minh rằng để vật nổi ở trạng thái cân bằng phiếm định thì tỉ số $MA/MD = 1/3$ và tỉ số giữa trọng lượng riêng của vật liệu làm phao γ_1 với trọng lượng riêng của nước γ cần bằng $\cos^6 \alpha$ là nửa góc ở đỉnh. Nếu phao làm bằng gỗ ($\gamma_1 = 0,70 \text{ t/m}^3 = 6,86 \text{ kN/m}^3$) thì góc 2α giới hạn bằng bao nhiêu để phao ở trạng thái cân bằng.

Giải

Theo như cách xây dựng thì

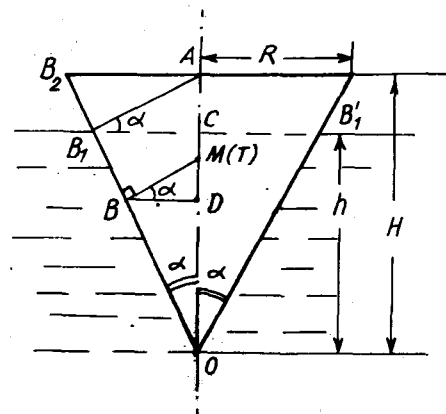
$$MD = BD \tan \alpha \quad (a)$$

Bán kính diện tích mơn nước :

$$B_1C = r = h \tan \alpha.$$

Nếu kí hiệu h là chiều sâu của phao ngập trong nước thì tọa độ trọng tâm của phần ngập trong nước của hình nón sẽ là :

$$OD = \frac{3}{4} h \quad (b)$$



H. bài 2-13

lúc đó.

$$BD = OD \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} h \operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4} r \quad (c)$$

Khoảng cách giữa tâm định khuynh M và tâm đáy D là bán kính định khuynh được xác định theo công thức :

$$\rho = MD = \frac{j}{V}$$

Ở đây $j = S \frac{r^2}{j}$ - mômen quán tính diện tích nón nước S ứng với trục đối xứng của diện tích ấy : $V = S \frac{h}{3}$ - Thể tích nước bị choáng chỗ.

Vì vậy

$$\rho = \frac{3}{4} \cdot \frac{r^2}{h} = \frac{3}{4} r \operatorname{tg} \alpha = BD \operatorname{tg} \alpha. \quad (d)$$

So sánh các biểu thức (d) và (a) ta chứng minh được rằng điểm M xây dựng theo điều kiện bài toán chính là tâm định khuynh.

Trong trường hợp cân bằng phiếm định, tâm định khuynh M trùng với trọng tâm T của hình chóp nón, trọng tâm này chia chiều cao H theo tỷ lệ :

$$OT : H = 3 : 4 \quad (e)$$

Suy ra :

$$OT = OM = \frac{3}{4} H \text{ và}$$

$$TA = MA = \frac{H}{4} \quad (f)$$

Từ (e) và (f) dẫn đến :

$$MA : MO = 1 : 3$$

Tức là đã chứng minh được câu hỏi thứ hai.

Vì các điểm M và T trùng nhau nên

$$MD = TD = OT - OD = \frac{3}{4} (H - h) \quad (g)$$

Từ các đẳng thức (c) và (d) ta có quan hệ :

$$TD = MD = \frac{3}{4} h \operatorname{tg}^2 \alpha \quad (h)$$

Từ (g) và (h) ta được phương trình :

$$\frac{3}{4} (H - h) = \frac{3}{4} h \operatorname{tg}^2 \alpha, \text{ hay}$$

$$h = H \cos^2 \alpha, \quad (i)$$

Mặt khác nếu B_1 là chân đường vuông góc kẻ từ tâm A đến đường sinh còn C - hình chiếu của B_1 lên trục hình nón nên :

$$OC = OB_1 \cos \alpha ;$$

Nên ta có :

$$OC = H \cos^2 \alpha ; \quad (j)$$

So sánh (i) và (j) ta có :

$$OC = h ;$$

Vì trọng lượng hình chóp nón bằng lực đẩy, tức là

$$\gamma_1 H R^2 = \gamma h r^2 \quad (k)$$

và tính theo tính chất đồng dạng của hai tam giác OAB_2 và OB_1C nên :

$$\frac{r}{R} = \frac{h}{H} \quad (l)$$

Từ (k) (l) và (h) ta tìm được

$$\frac{\gamma_1}{\gamma} = \left(\frac{h}{H} \right)^3 = \cos^2 \alpha$$

nếu cho $\gamma_1 = 0,70 \text{ t/m}^3$ thì $\cos \alpha = \sqrt{0,7} = 0,9423$ và $2\alpha = 39^\circ$.

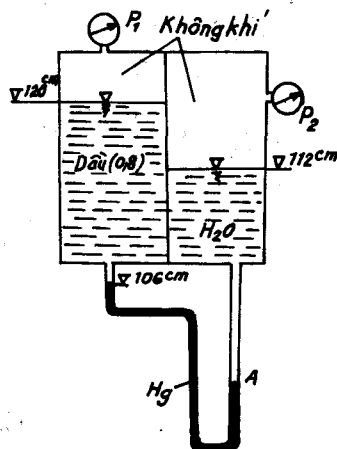
- ✓ 2.14 - Xác định độ cao của mực Hg tại A khi cho biết áp suất chỉ trong các áp kế là
(26) $p_1 = 0,9 \text{at}$, $p_2 = 1,86 \text{at}$ và độ cao các mức chất lỏng biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : Độ cao mực Hg ở A là 30cm.

- ✓ 2.15 - Người ta dùng 2 ống đo áp chữ U nối tiếp để đo độ chênh áp suất giữa 2 ống A và B
(27)

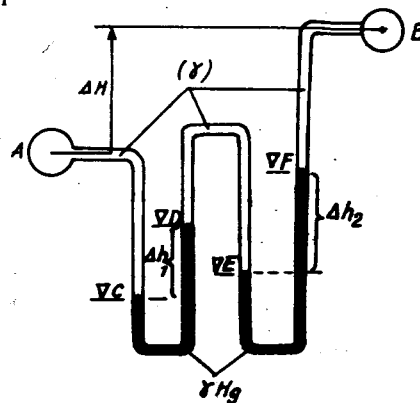
$$(\Delta p = P_A - P_B)$$

Xác định Δp , cho biết γ_{Hg} , γ . Các độ chênh các cao trình :



H.bài 2-14

$$\nabla B - \nabla A = \Delta H$$



H.bài 2-15

$$\nabla D - \nabla C = \Delta h_1$$

$$\nabla F - \nabla E = \Delta h_2$$

$$\text{Đáp số : } \Delta p = P_A - P_B = \gamma_{Hg}(\Delta h_1 + \Delta h_2) - \gamma(\Delta h_1 + \Delta h_2 - \Delta H).$$

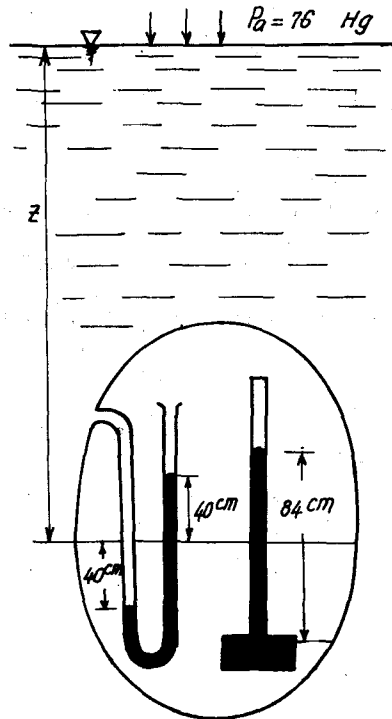
- 2.16 - Tính độ sâu z của trạm khảo sát dưới mặt biển, cho biết áp suất khí trời trên mặt biển là $p_a = 76\text{cmHg}$, áp kế thủy ngân trong trạm khảo sát có độ cao 84cmHg và áp kế đo sâu có mức thủy ngân biểu diễn như hình vẽ. Trọng lượng riêng nước biển là $\gamma_n = 11.200\text{N/m}^3$.

$$\text{Đáp số : } z = 1020\text{ cm} \approx 10\text{m}$$

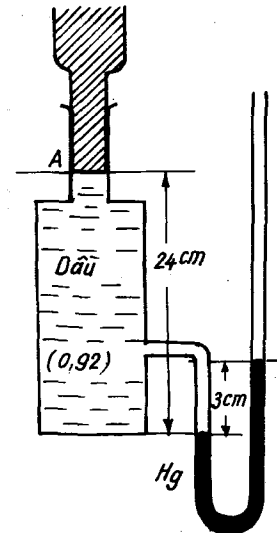
- ✓ 2.17 - Xác định áp suất tại đầu pittông A khi cho độ cao các mức thủy ngân trong ống đo áp chữ U biểu diễn như hình vẽ. Tỷ trọng của dầu và thủy ngân là $\delta_d = 0,92$

$$\delta_{Hg} = 13,55$$

$$\text{Đáp số : } p_A = 1,019\text{at.}$$



H. bài 2-16



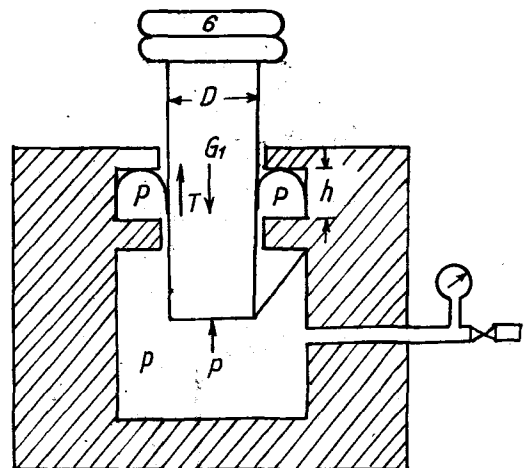
H. bài 2-17

- ✓ 2.18 - Xác định trọng lượng G của vật được giữ ở giá của máy nén thủy lực, nếu trọng lượng của pittông $G_1 = 10\text{t}$ đường kính $D = 500\text{mm}$ chiều cao đai da $h = 100\text{mm}$, hệ số ma sát của da với mặt pittông $f = 0,15$, áp suất cần có trong máy nén $p = 24\text{at}$.

$$\text{Đáp số : } G = 42,76\text{t.}$$

- ✓ 2.19 - Tính cột áp của nước trong xilanh cho biết trọng lượng của vật $G = 53,2\text{ N}$, trọng lượng pittông $G' = 13,1\text{N}$; đường kính của xilanh $d = 1,22\text{cm}$ (xem hình vẽ)

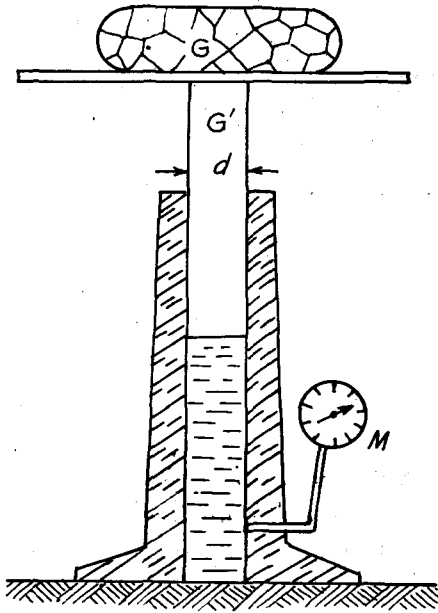
$$\begin{aligned} \text{Đáp số : } H &= \frac{p}{\gamma_{H_2O}} = \frac{4(G + G')}{\pi d^2 \gamma_{H_2O}} = \\ &= 5800\text{cm} = 58\text{m} \end{aligned}$$



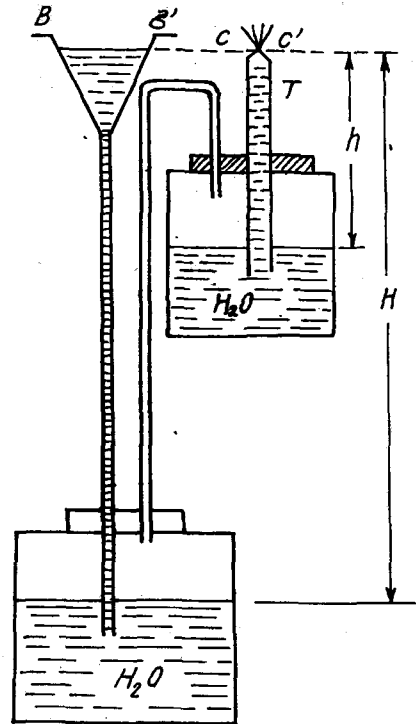
H. bài 2-18

- 2.20 - Tính độ chênh lệch áp suất tại miệng ống phun T của bơm Hêrô cho biết các độ cao (32) H và h, áp suất khí trời là p_a .

Đáp số : $\Delta p = p_c - p_a = \gamma_{H_2O} (H - h)$.



H. bài 2-19

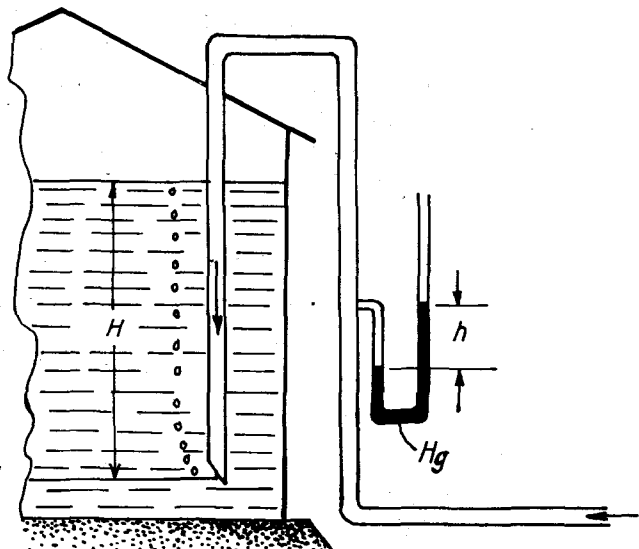


H. bài 2-20

- 2.21 (33) - Để đo độ sâu của dầu trong bể chứa hở ta đặt một ống thẳng đứng, đầu hở của nó gần chạm đáy bể. Người ta truyền không khí vào ống với vận tốc rất bé có thể bỏ qua sức cản thủy lực.

Xác định chiều sâu H của dầu có trọng lượng riêng $\gamma = 8730,9 \text{ N/m}^3 = 890 \text{ kg/m}^3$, nếu áp suất của không khí khi thổi vào bể chứa tương đương với chiều cao $h = 890 \text{ mmHg}$

Đáp số : $H = 13,6 \text{ m}$

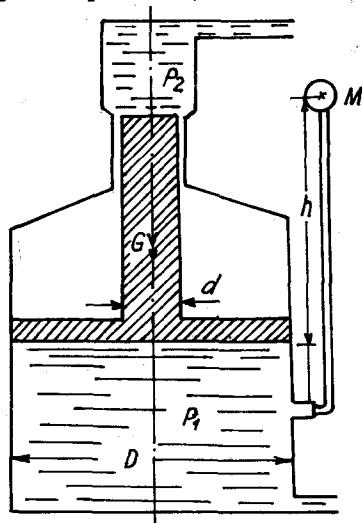


H. bài 2-21

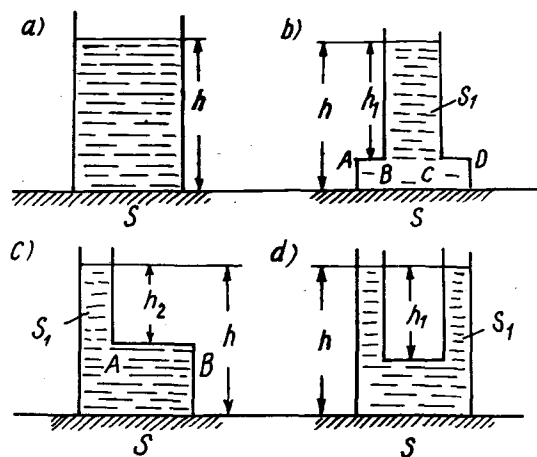
- 2.22 (34) - Xác định áp suất dư p_2 trong xilanh trên của bộ tăng áp, nếu áp kế đặt ở xilanh dưới cao hơn mặt pittông một khoảng $h = 2 \text{ m}$ chỉ $p_M = 4,6 \text{ at}$. Trọng lượng pittông $G = 400 \text{ kg} = 3924 \text{ N}$,

đường kính các xilanh $D = 40\text{cm}$ và $d = 10\text{cm}$, trọng lượng riêng của dầu $\gamma = 900\text{kG/m}^3 = 8829\text{N/m}^3$.

Đáp số : $p_2 = 71,4\text{at}$.



H. bài 2-22



H. bài 2-23

2.23. - Xác định áp lực lên đáy của bình a, b, c và d chứa nước. Biết chiều cao cột nước h (35) $= 60\text{cm}$, còn $h_1 = 50\text{cm}$ và $h_2 = 40\text{cm}$. Diện tích đáy các bình $S = 1.250\text{cm}^2$, còn $S_1 = 12,50\text{cm}^2$. Tìm lực truyền lên ghế đỡ trong các trường hợp trên ; bỏ qua trọng lượng bình chứa.

Giải thích tại sao áp lực lên đáy bình không nhất thiết phải bằng trọng lượng nước trong bình.

Hãy giải thích nghịch lý thủy tĩnh sau khi đã tính được áp lực dư tác động lên ABCD (hình vẽ b) hoặc AB (hình vẽ c và d)

Đáp số : - Áp lực dư lên đáy các bình đều như nhau :

$$P = 75 \text{ kG} = 735,75\text{N}.$$

- Lực truyền lên giá đỡ :

$$G_a = 75 \text{ kG} = 735,75\text{N}$$

$$G_b = 13,125 \text{ kG} = 128,756\text{N}$$

$$G_c = 25,5 \text{ kG} = 250,155\text{N}$$

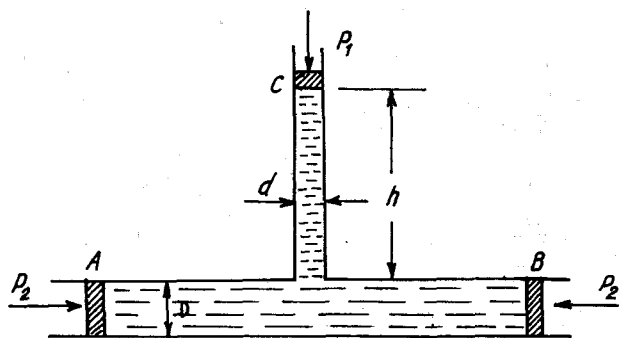
$$G_d = 13,75 \text{ kG} = 134,888\text{N}.$$

2.24 - Một ống có đường kính $D = 400\text{mm}$ gắn với ống khác có đường kính $d = 50\text{mm}$ như (36) hình vẽ.

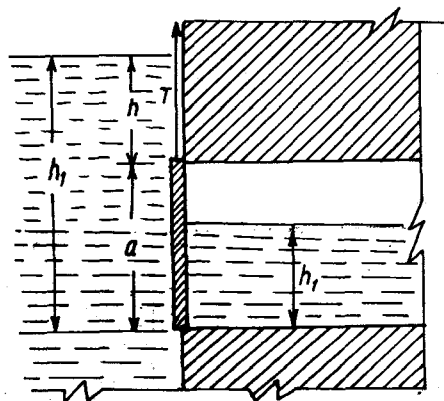
Biết chiều cao cột nước $h = 80\text{cm}$ trong các ống có các pittông.

Hãy tính lực P_2 cần thiết vào các vị trí A và B để hệ thống ở vị trí cân bằng, nếu biết $P_1 = 98,1\text{N} = 10\text{kG}$ tác động vào pittông.

Đáp số : $P_2 = 7264 \text{ N} = 740 \text{ kG}$.



H. bài 2-24



H. bài 2-25

2.25 - Người ta đẩy đường vào hầm ngầm bằng cửa cống vuông ($\gamma_d = 11,8 \text{ kN/m}^3$) có kích thước $3 \times 3 \times 0,08\text{m}$. Chiều sâu của nước so với mép trên $h = 1,40\text{m}$ còn $h_1 = 4,4\text{m}$, chiều sâu của nước ở hầm ngầm $h_2 = 1,8\text{m}$. Biết hệ số ma sát ở rãnh $f = 0,5$.

Tính :

1. Tổng áp lực P (coi áp suất trong hầm ngầm là áp suất khí trời).
2. Tầm áp lực L_D .
3. Lực nâng T .

Đáp số : 1. $P = 208,4\text{kN} = 21,24 \cdot 10^3 \text{KG}$.

2. $L_D = 3,01\text{m}$ tính từ mặt nước thượng lưu.

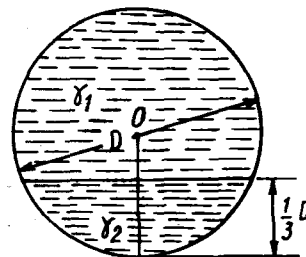
3. $T = 105,5\text{kN} = 10760 \text{KG}$.

2.26 (38) Trong hình trụ tròn nằm ngang chứa hai chất lỏng không hòa lẫn nhau với trọng lượng riêng γ_1 và γ_2 và ($\gamma_2 > \gamma_1$). Chất lỏng nặng hơn chiếm $1/3$ đường kính kể từ dưới lên.

Tính áp lực P của chất lỏng lên mặt đáy bên.

Đáp số : $P = (0,361\gamma_1 + 0,0317\gamma_2)D^3$.

D là đường kính ống.



H. bài 2-26

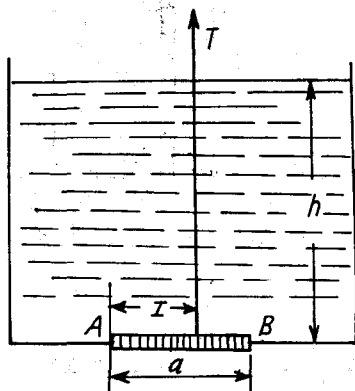
2.27 (39) - Nắp hình chữ nhật có kích thước $ab = 0,5 \times 0,6 \text{ (m}^2\text{)}$ dùng để đóng mở một lỗ hờ ở đáy bể chứa nước. Biết trọng lượng của nắp $G = 12\text{kG}$, chiều sâu của nước trong bể $h = 2\text{m}$ và nắp có thể quay quanh trục A. Hỏi :

1. Cần đặt cáp cánh khớp quay một khoảng bằng bao nhiêu để lực nâng T là nhỏ nhất ?
2. Lực nâng ấy bằng bao nhiêu ?
3. Lực nâng T bằng bao nhiêu nếu cáp đặt ở chính giữa van ?

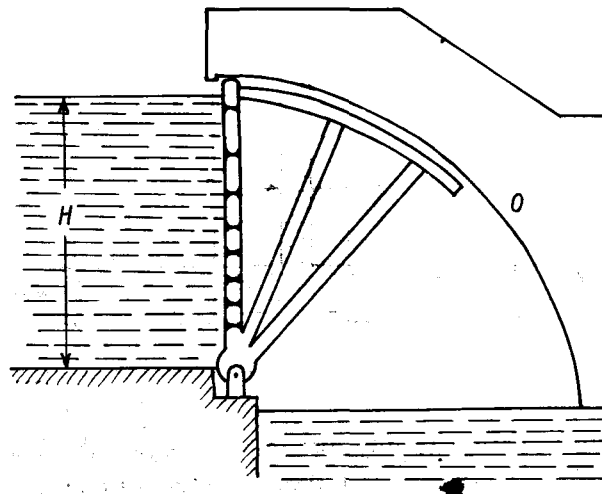
Đáp số 1. Đặt ở điểm B cách A $0,5\text{m}$.

2. $T = 3.002\text{N} = 306\text{kG}$.

3. $T = 6.004\text{N} = 612\text{kG}$.



H. bài 2-27



H. bài 2-28

- 2.28 - Cánh cửa cống cao $H = 10\text{m}$ rộng $b = 20\text{m}$ chịu áp lực nước ở thượng lưu. Cản đặt (40) 8 tấm phai (dầm chữ I) sao cho áp lực nước lên mỗi phai đều như nhau. Xác định vị trí của mỗi phai.

Đáp số :

Phai số	1	2	3	4	5	6	7	8
Khoảng cách từ trên xuống (m)	2,36	4,31	5,58	6,61	7,5	8,29	9,05	9,60

- 2.29 - Cửa van hình chữ nhật phẳng chiều rộng (41) $b = 2\text{m}$; phía trên được giữ bằng các móc, phía dưới được nối với đáy cống trình bằng khớp theo trục nằm ngang. Tại thượng lưu chiều sâu của nước $h_1 = 3\text{m}$, $a = 0,5\text{m}$.

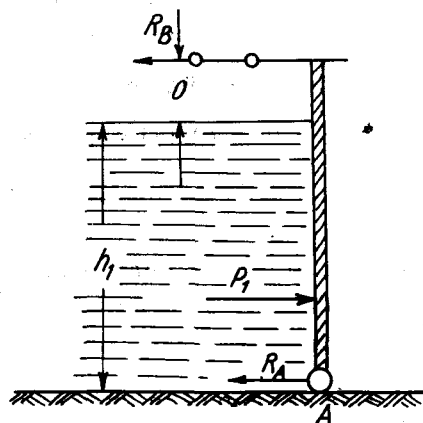
Tính phản lực tại khớp dưới R_A và phản lực của các móc R_B từ áp lực của nước trong 2 trường hợp :

- Ở hạ lưu không có nước
- Mức nước ở hạ lưu $h_2 = 1,5\text{m}$

Đáp số : 1. $R_B = 25,2\text{kN} = 2571\text{kg}$.

$$R = 63,1\text{kN}$$

$$2. R_A = 44,1\text{kN}, R_B = 22,1\text{kN}$$



H. bài 2-29

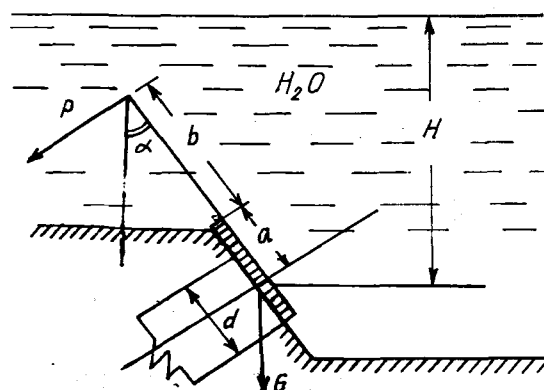
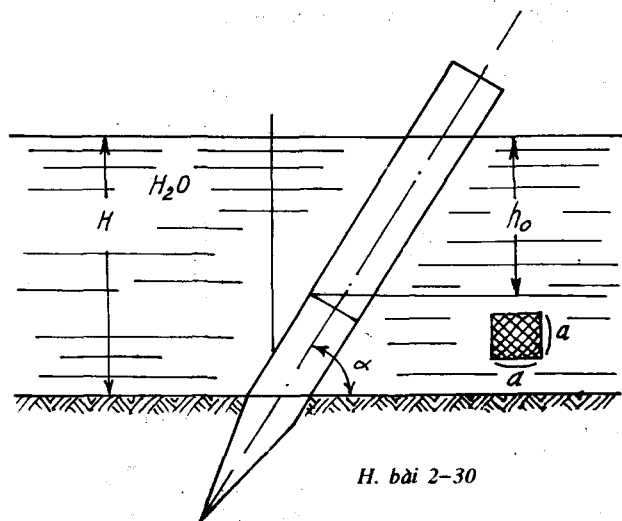
- 2.30 - Xác định tổng áp lực thủy tĩnh P lên nệm có tiết diện hình vuông mỗi cạnh $a = 20\text{cm}$; (42) tìm lực tác động của chất lỏng lên các mặt của nệm P mômen phục hồi lại vị trí M .

Nêm được đóng xuống bùn ở độ sâu $H = 4\text{m}$ (phần nêm tiếp xúc với nước) và theo một góc $\alpha = 60^\circ$ hợp với phương ngang.

Đáp số : $P = \gamma h_c \omega = 1850 \text{ kG} = 18,15 \text{ kN}$

$$P = 0$$

$$M = \frac{1}{3} \gamma b^2 H = 213 \text{ kGm} = 2,09 \text{ kNm}$$



- ✓ 2.31 (43) - Nước từ bể tháo qua nắp và cống có đường kính $d = 0,30\text{m}$. Tính lực P cần thiết để mở nắp có trọng lượng $G = 4\text{kG} = 39,2\text{N}$, nếu chiều cao cột nước từ mặt thoáng đến tâm nắp $H = 3\text{m}$, kích thước của đòn bẩy $a = 0,45\text{m}$; $b = 1,2\text{m}$; $\alpha = 45^\circ$, trọng lượng đòn bẩy không đáng kể.

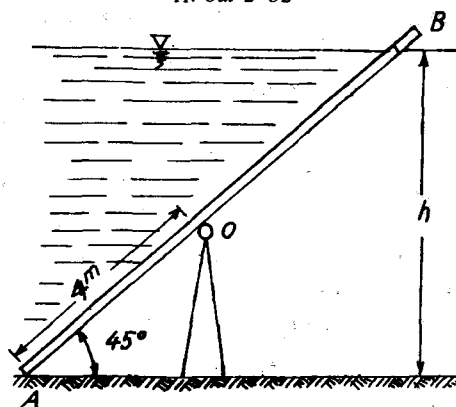
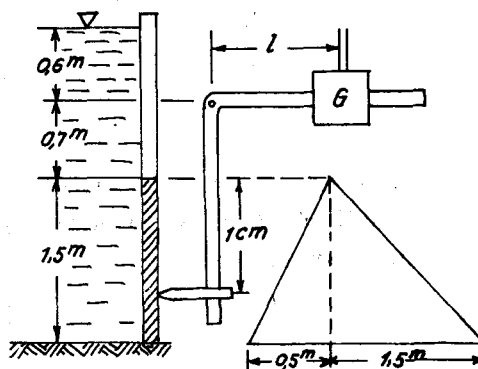
Đáp số : $82,8\text{kG} = 807,36\text{N}$

- 2.32 (44) - Xác định mômen $M = Gl$ có thể giữ cánh cửa hình tam giác với các kích thước biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $M = Gl = 57.535\text{Nm}$.

- 2.33 (45) - Xác định độ cao h để nước có thể tràn qua tường AB quay xung quanh bản lề O (xem hình vẽ)

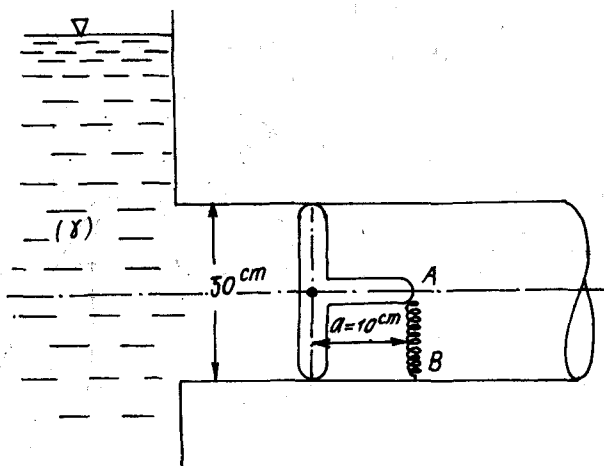
Đáp số : $h > 12 \sin 45^\circ = 8,5\text{m}$.



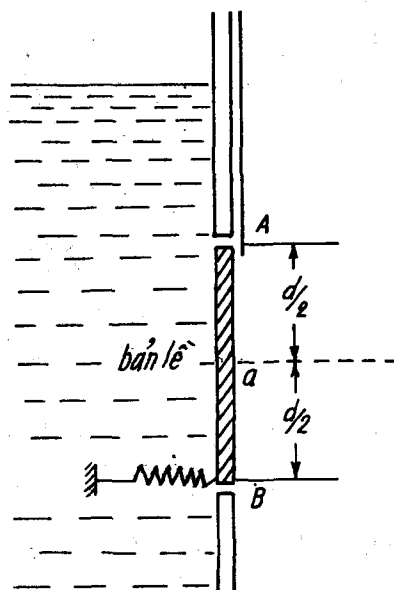
- ✓ 2.34 - Xác định lực căng của lò xo AB khi van đóng kín. Các kích thước biểu diễn trên hình vẽ.
(46)

Đáp số : $T = \frac{\gamma \pi d^4}{64a} = 300\text{N}$.

Hướng dẫn : Phân tích lực tác động lên van thành hai thành phần : thành phần do phân bố áp suất đều sẽ đi qua bản lề O, do đó mômen triệt tiêu, thành phần thứ hai do phân bố áp suất tam giác có trị số $\gamma \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{d}{2}$ và điểm đặt ở phía dưới cách trục ống một $\frac{d}{8}$.



H. bài 2-34



H. bài 2-35

- 2.35 - Xác định lực căng của lò xo BC để giữ cánh cửa tròn AB ở vị trí đóng kín (xem hình vẽ)
(47)

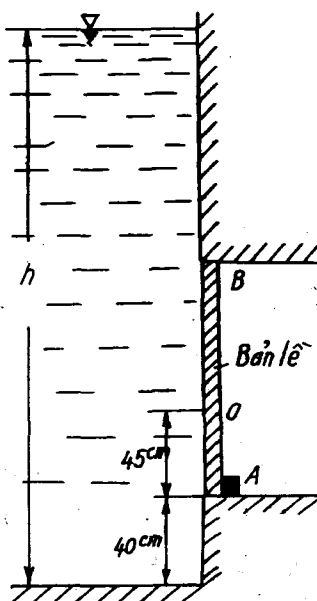
Đáp số : $T = \frac{\gamma \pi d^3}{32}$.

- 2.36 - Xác định độ sâu của nước trong bể chứa đủ để mở van hình chữ nhật AB quay xung quanh trục O nằm ngang và có kích thước biểu diễn như hình vẽ.

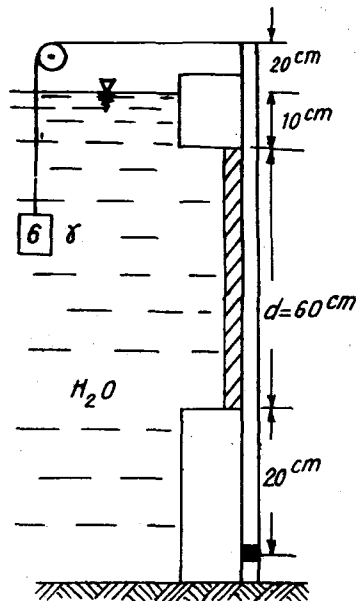
Đáp số : $h \geq 2,6\text{m}$.

- 2.37 - Xác định thể tích V nhỏ nhất của vật nặng G đủ để đóng cửa cống có đường kính $d = 60\text{cm}$. Các kích thước biểu diễn như hình vẽ. Cho vật nặng có trọng lượng riêng $\gamma = 1,5 \text{ H}_2\text{O}$

Đáp số : $V = 0,07\text{m}^3$.



H. bài 2-36



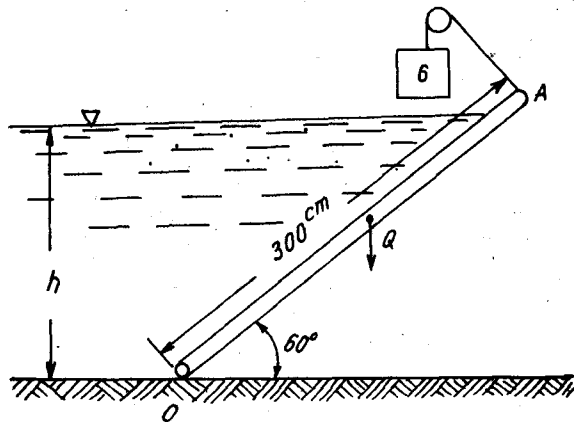
H. bài 2-37

2.38 - Xác định độ sâu h để cánh cửa OA cân bằng ở vị trí biểu diễn như hình vẽ.

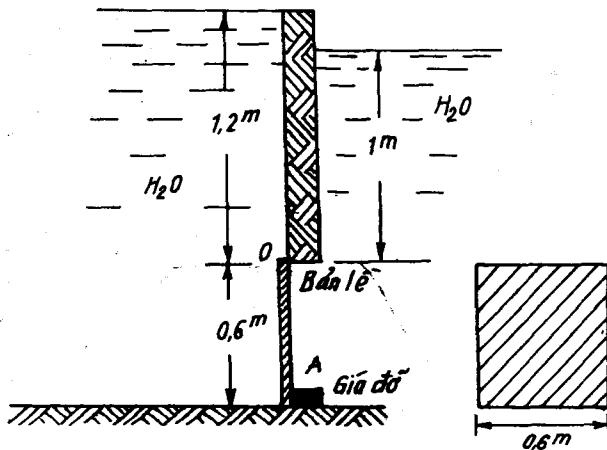
(50)

Cho biết vật nặng $G = 6.000 \text{ N}$, trọng lượng cánh cửa $Q = 747 \text{ N}$.

Đáp số : $h = 2 \text{ m}$.



H. bài 2-38



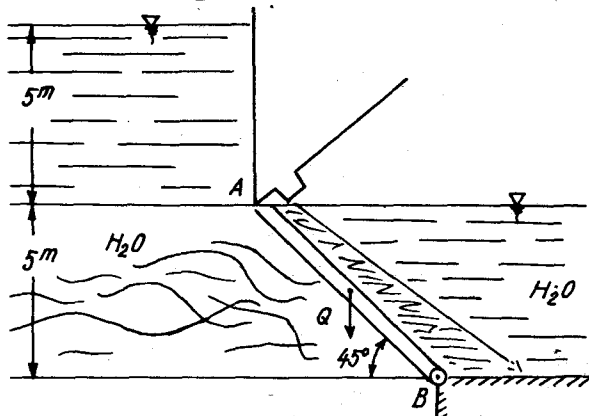
H. bài 2-39

2.39 - Xác định lực tác động của cánh cửa OA lên giá đỡ A, cho biết cánh cửa hình vuông (51) có kích thước $0,6 \times 0,6 \text{ (m}^2\text{)}$ độ sâu bản lề O so với mức nước thượng và hạ lưu là 1,2m và 1m.

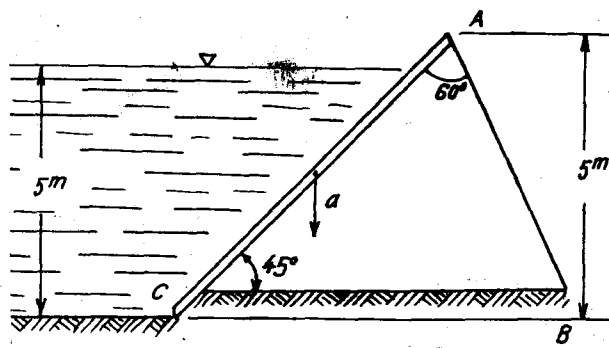
Đáp số : $R_A = 353 \text{ N}$.

2.40 - Xác định lực của cánh cửa AB tác động lên mẫu A. Cho biết cánh cửa hình vuông (52) có kích thước $5\sqrt{2} \times 5\sqrt{2} \text{ (m}^2\text{)}$ có trọng lượng $G = 141 \times 9810 \text{ (N)}$; Độ sâu các mức nước thượng, hạ lưu được biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $R_A = 200 \times 9810 \text{ (N)} = 1962.10^3 \text{ N}$.



H. bài 2-40



H. bài 2-41

2.41 - Một đập nước làm bằng các tấm bê tông AC có trọng lượng trên một mét chiều rộng (53) $Q = 1630 \text{ N}$, độ sâu của nước là 4m, đập nước cao 5m. Xác định nội lực trong thang chống AB với chú ý rằng mỗi mét đập có một thang chống.

Đáp số : $S_{AB} = 35.10^3 \text{ N}$.

2.42 - Xác định tổng áp lực nước
(54) tác dụng lên diện tích thẳng đứng thể hiện trong hình vẽ và xác định tâm áp lực theo các hướng x và y.

Đáp số :

$$P_1 = 1000(1,2)(2,4 \cdot 1,2) = 3456 \text{ kG}$$

tác động ở độ sâu

$$\frac{2}{3}(2,4) = 1,6 \text{ m dưới mặt } x-x.$$

$$P_2 = 1000(3) = \left(\frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 1,2\right) = 3240 \text{ kG}$$

tác động ở độ sâu

$$v = \frac{1,2(1,8)^3/3}{3\left(\frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 1,8\right)} + 3 = 3,06 \text{ m}$$

Lấy mômen đối với y - y

$$6966X = 3456 \cdot 0,6 + 3240 \cdot 0,38,$$

suy ra X - 0,494m cách trục y - y.

✓ 2.43 - Pittông của máy ép có đường kính D = 105mm, cần pittông có đường kính d = 55mm.
(55)

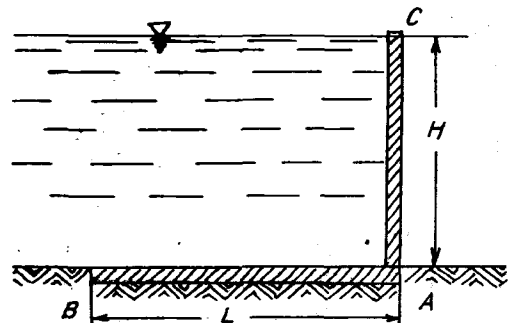
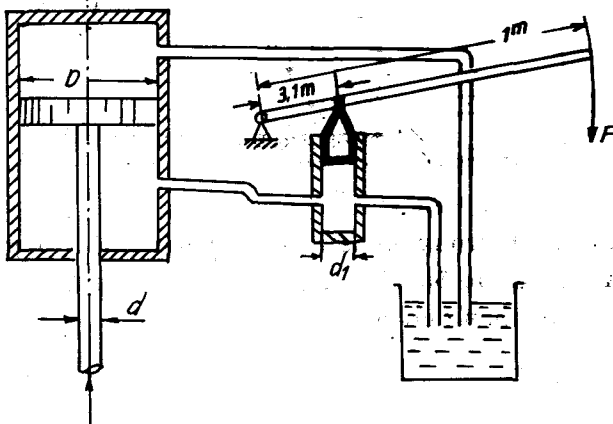
Pittông của bơm có đường kính d₁ = 18mm, kích thước cần ép 0,1 và 1m. Để có lực ép là P = 10t cần có áp suất của chất lỏng p và lực F bằng bao nhiêu ?

Tính độ dôi của pittông máy nén nếu di chuyển tay quay 0,1m.

Đáp số : p = 159,5 at

$$F = 40,7 \text{ kg} = 400 \text{ N}$$

Độ dôi của pittông máy nén x = 0,41mm



H. bài 2-44

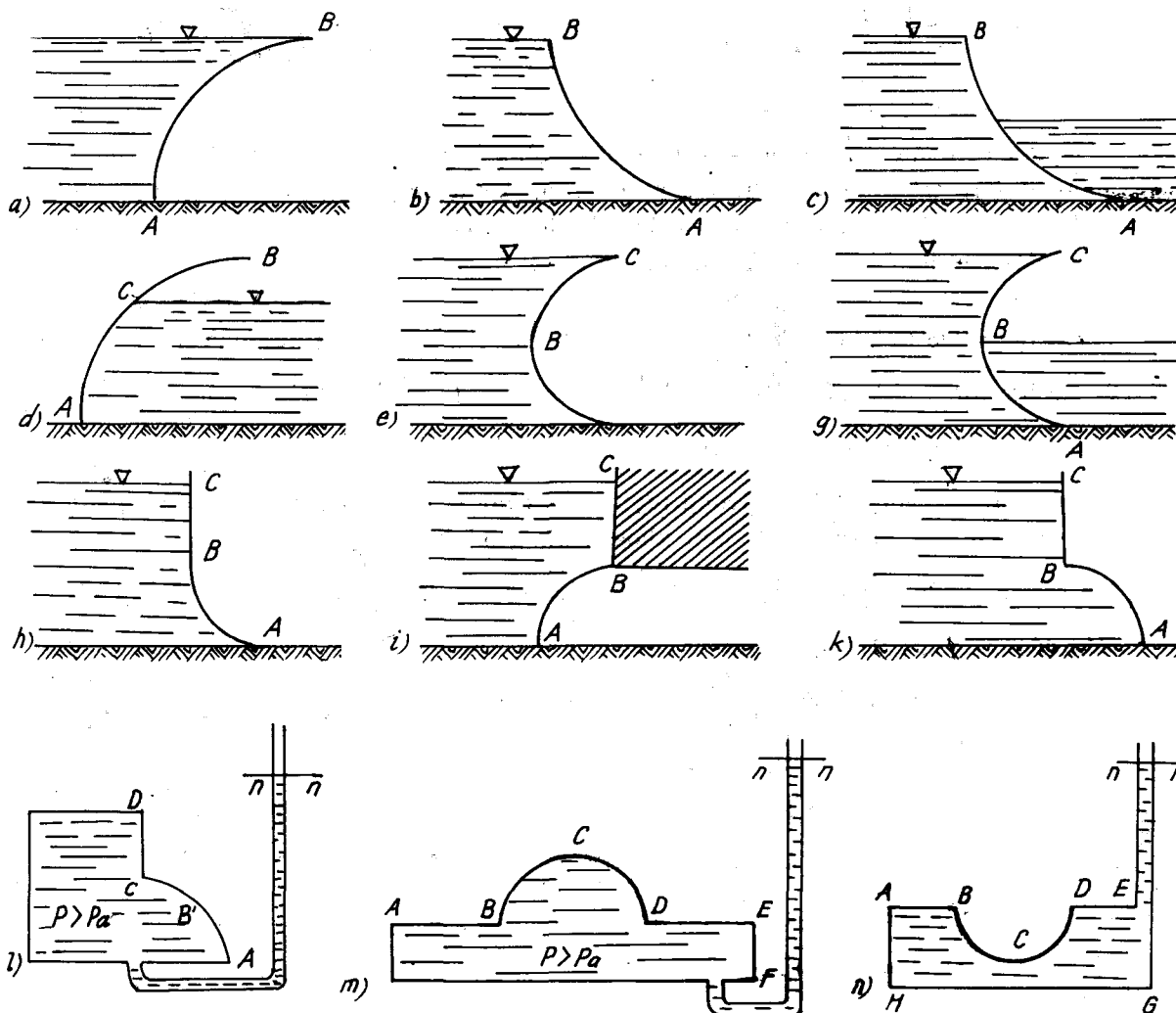
2.44 - Đập bê tông hình chữ L ngược có chiều cao H , chiều dài của sân trước L . Tính chiều dài L nhỏ nhất để đập không bị lật trong các trường hợp không và có kể áp lực nước ngầm (giả thiết áp lực nước ngầm phân bố tuyến tính).

Đáp số : Khi không kể áp lực nước ngầm :

$$\frac{L}{4} = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,577$$

Nếu kể áp lực nước ngầm : $\frac{L}{H} = 1$.

✓ 2.45 - Hãy vẽ mặt cắt ngang của thể tích vật áp lực cho các mặt cong được biểu diễn ở (57) hình vẽ trên đây và chỉ hướng tác động của thành phần áp lực thẳng đứng.

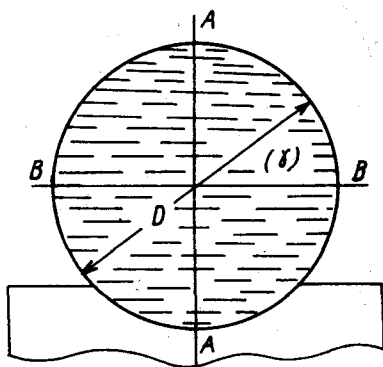


H. bài 2-45

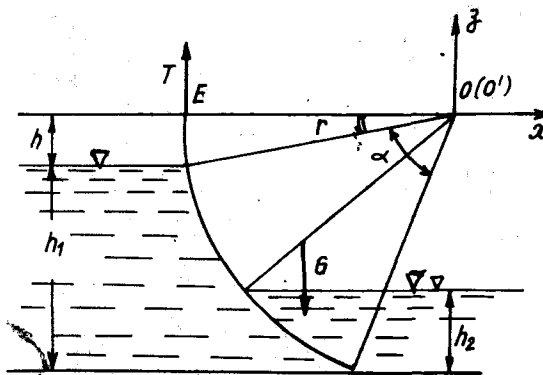
2.46 - Xác định lực căng xitéc nằm ngang dựng đáy chất lỏng có trọng lượng riêng
(58) $\gamma = 9310 \text{ N/m}^3 = 9310 \text{ kG/m}^3$ theo các tiết diện A-A và B-B. Biết đường kính xitéc $D = 5\text{m}$, chiều dài $L = 10\text{m}$.

Đáp số : $P_{AA} = 119 \text{ t} = 116,2 \text{ kN}$

$P_{BB} = 25,5\text{t} = 249,9 \text{ kN}$.



H. bài 2-46.



H. bài 2-47

2.47 - Người ta chắn con kênh hình chữ nhật rộng $b = 7\text{m}$ bằng cửa cống có dạng một
(59) phần đường tròn. Biết chiều sâu nước trong kênh phía trước cửa cống $h_1 = 4,80\text{m}$, phía sau nó (ở Hạ lưu) $h_2 = 2\text{m}$, bán kính cửa cống $r = 7,50\text{m}$. Trục quay của cửa cống đặt cao hơn mặt nước ở thượng lưu một khoảng $h = 1\text{m}$.

Xác định :

- 1) Áp lực nước từ phía trái lên cửa cống và các tọa độ tâm áp lực của nó.
- 2) Áp lực nước phía phải lên cửa cống và các tọa độ tâm áp lực của nó.
- 3) Tổng áp lực lên cửa cống và tọa độ tâm áp lực.
- 4) Lực nâng T với giả thiết trọng lượng của cống G đặt ở điểm trên đường phân giác góc và cách trục quay $O - O$ một khoảng bằng $0,75r$.

Ma sát tại khớp không đáng kể và trọng lượng của cống : $G = 12,15\text{t} = 119 \text{ kN}$

Đáp số : 1) $P_1 = 978 \text{ kN} \approx 99,7\text{t}$

$$x_1 = -6,07\text{m} ; z_1 = -4,42\text{m}$$

$$2) P_2 = 189 \text{ kN} \approx 19,3\text{t}$$

$$x_2 = -5,44\text{m} ; z_2 = -5,17\text{m}$$

$$3) P_2 = 791 \text{ kN} = 80,6\text{t}$$

$$x = -6,2\text{m} ; z = -4,22\text{m}$$

$$4) T = 78,5 \text{ kN} = 8\text{t}.$$

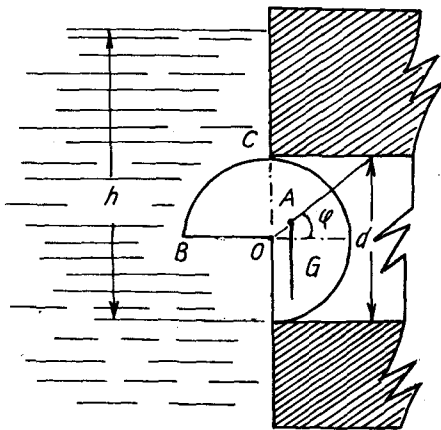
✓ 2.48 - Van hình trụ có thể quay xung quanh trục nằm ngang (xem hình vẽ). Trọng tâm của
(60) van nằm trên đường bán kính tạo thành góc $\varphi = 45^\circ$ theo phương ngang và cách trục

quay một khoảng $OA = \frac{1}{5}r$. Biết bán kính van $r = 40\text{cm}$, chiều rộng $b = 100\text{cm}$, chiều sâu của nước là h .

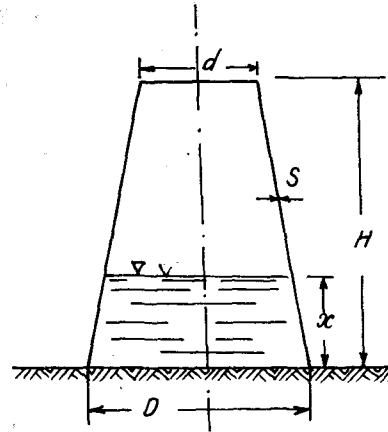
Xác định trọng lượng cần thiết của van để van ở vị trí cân bằng và chiếm vị trí như hình vẽ.

Đáp số : $G = \frac{5br^2}{3\cos 45^\circ}$

Thay số ta được $G = 3,70 \text{ kN} = 377\text{kG}$. Như vậy trọng lượng của van không phụ thuộc vào chiều sâu h của nước.



H. bài 2-48



H. bài 2-49

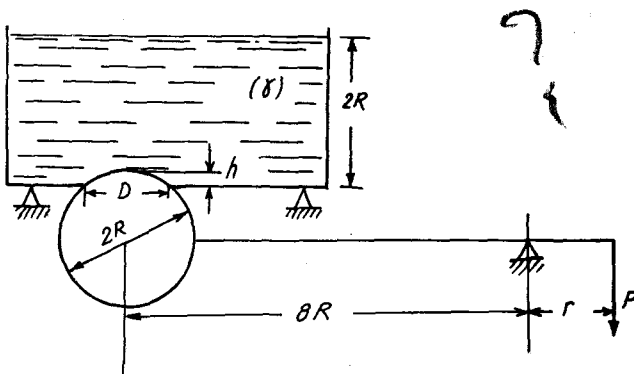
- ✓ 2.49 - Trên mặt phẳng người ta úp một bình bằng sắt không đáy có dạng hình nón cụt với
(61) các kích thước : $D = 2\text{m}$, $d = 1\text{m}$, $H = 4\text{m}$, $\delta = 3\text{mm}$. Hãy tính với mức nước ở trong bình bằng bao nhiêu thì bình bị nhấc khỏi mặt bằng.

Đáp số : $0,621\text{m}$

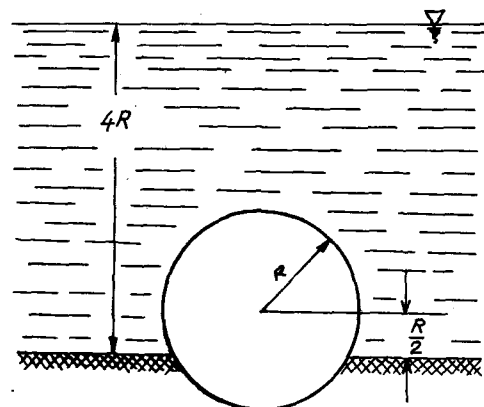
- 2.50 - Van hình cầu dùng để đậy lỗ hở của thùng chứa chất lỏng được đặt trên cơ cấu đòn
(62) bẩy và có kích thước như hình vẽ.

Xác định lực tối thiểu P để đóng kín van đó.

Đáp số : $P = 3,86 \pi R^2 \gamma$



H. bài 2-50



H. bài 2-51

- 2.51 - Người ta đẩy một lỗ tròn ở đáy bể chứa bằng quả cầu có trọng lượng G . Bán kính (63) quả cầu bằng R ; mức nước từ mặt thoáng đến đáy bình bằng $4R$ và khoảng cách từ tâm quả cầu đến đáy bình là $R/2$.

Tính lực Q cần thiết để nâng quả cầu lên.

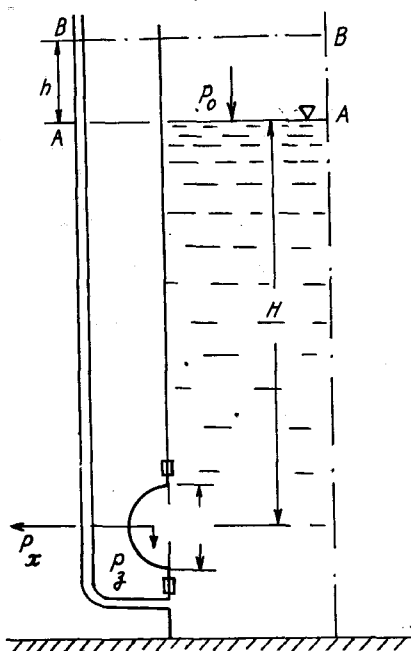
Đáp số : $Q = G + \frac{15}{8} \pi R^3 \gamma$.

- ✓ 2.52 - Dùng nắp có dạng nửa hình cầu đường kính $d = 0,6m$ để đẩy một lỗ tròn ở thành bể (64) chứa xăng dầu. Tính lực mở P_x và lực trượt P_z tác động vào các bulông, nếu mức xăng so với tâm lỗ $H = 2,0m$, áp suất của hơi xăng p_0 , $p_0 = 4120 \text{ N/m}^2 = 0,042 \text{ kG/cm}^2$. Biết trọng lượng riêng của xăng $\gamma_x = 6867 \text{ N/m}^3 = 700 \text{ kG/m}^3$. Tính độ cao ở mức xăng h ?

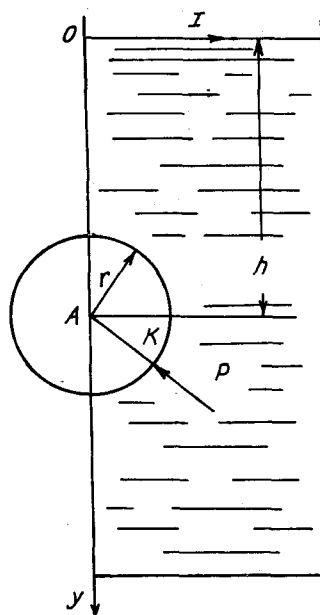
Đáp số : $P_x = 5046 \text{ N} = 514 \text{ kG}$,

$P_z = 388 \text{ N} = 39,6 \text{ kG}$,

$h = 0,6 \text{ m}$.



H. bài 2-52



H. bài 2-53

✓ 2.53
(65)

Người ta lỏng vào thành bình chứa chất lỏng một trụ tròn có khả năng quay không ma sát xung quanh trục nằm ngang cùng mặt phẳng của thành bình. Một nửa của trụ tròn luôn luôn ngập trong chất lỏng. Theo định luật Acsimét, áp lực chất lỏng sẽ tác động vào nửa trụ tròn này theo phương thẳng đứng từ dưới lên và dường như buộc trụ tròn phải quay. Như vậy, ta có thể làm được động cơ vĩnh cửu. Nhưng thực tế trụ tròn không quay được. Hãy giải thích tại sao?

Nếu cho kích thước như hình vẽ, tính tổng áp lực chất lỏng tác động vào trụ tròn và tìm tọa độ tâm áp lực.

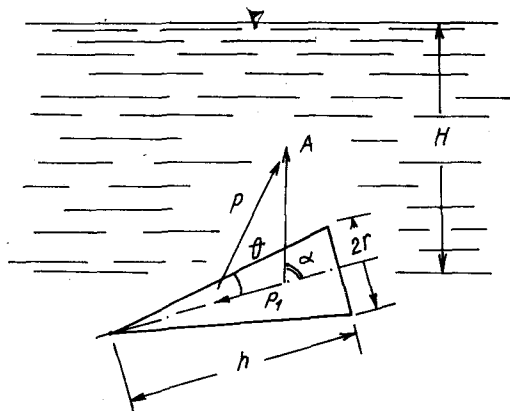
chữ viết tay: chiều dài trụ = 1 m

Đáp số : $P = \frac{1}{2} r \gamma \sqrt{\pi^2 r^2 + 16h^2}$; $X_K = \frac{4r}{3\pi}$; $Z_K = \frac{a^2}{3h}$

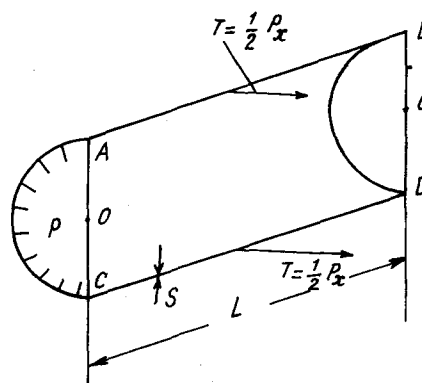
- 2.54 - Tính áp lực P lên mặt bên của hình nón tròn nằm nghiêng dưới nước có kích thước (66) như hình vẽ. Đồng thời tìm góc β tạo bởi lực đó với trục hình nón ; giả thiết trong hình nón không chứa chất lỏng.

Đáp số : $P = \frac{\pi r^2 \gamma}{3} \sqrt{9H^2 + h^2 + 6Hh \cos \alpha}$

$\tan \beta = \frac{h \sin \alpha}{3H + h \cos \alpha}$



H. bài 2-54



H. bài 2-55

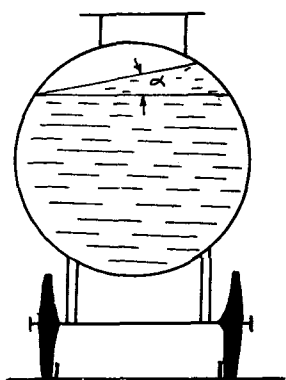
- 2.55 - Tính bề dày δ tối thiểu của thành ống dẫn bằng thép có đường kính $d = 60\text{cm}$ khi (67) chịu một áp suất thủy tĩnh trung bình $p = 30 \text{ at} = 29413 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$. Ứng suất cho phép $\sigma = 1400 \text{ kG/cm}^2 = 13.734 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$.

Đáp số : $\delta = 6,4\text{mm}$.

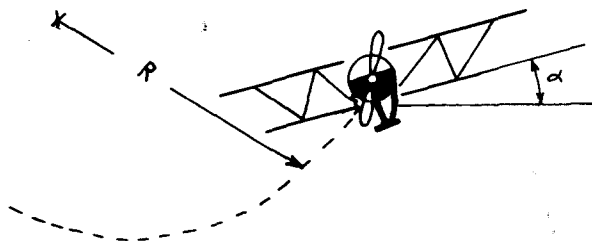
- 2.56 - Toa xe chở dầu chuyển động với vận tốc $v = 36 \text{ km/h}$ theo đường vòng với bán kính (68) cong $R = 300\text{m}$. Biết trọng lượng riêng của dầu $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$. 1000 kG/m^3 .

Xác định góc nghiêng α của mặt dầu hợp với phương ngang.

Đáp số : $\tan \alpha = 0,034$.



H. bài 2-56



H. bài 2-57

- 2.57 - Một máy bay đang lượn vòng, cánh nghiêng một góc $\alpha = 45^\circ$ với phương ngang. Bán kính lượn $R = 400\text{m}$.

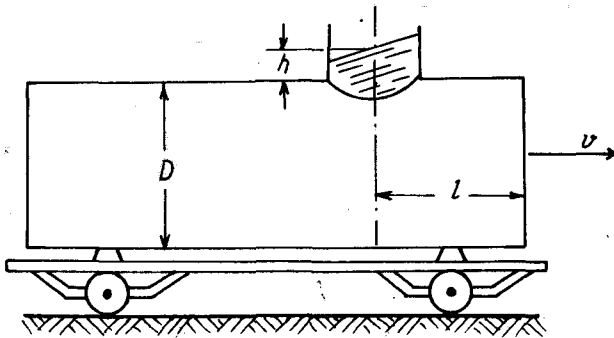
Vận tốc v của máy bay phải bằng bao nhiêu để mặt mức của xăng trong thùng chứa song song với mặt phẳng của máy bay ?

Đáp số : $v = 62,6 \text{ m/s}$.

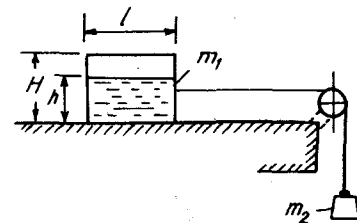
- ✓ 2.58 - Toa xe chở dầu chuyển động theo phương ngang với vận tốc $v = 36 \text{ km/h}$ và có kích thước $D = 2\text{m}$; $h = 0,3\text{m}$; $l = 5\text{m}$.

Tại một thời điểm đoàn tàu hãm phanh và sau đó chạy được một quãng đường $L = 100\text{m}$ thì dừng lại. Xem chuyển động của đoàn tàu là chậm dần đều, hãy xác định tổng áp lực P của dầu lên đáy trước của toa xe. Trọng lượng riêng của dầu $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3 = 1000 \text{ kG/m}^3$.

Đáp số : $P = 46,256\text{kN} = 4,72\text{t}$.



H. bài 2-58



H. bài 2-59

- ✓ 2.59 - Bình chứa khối lượng m_1 với đáy vuông 1×1 chứa nước đến độ cao h và trượt theo mặt phẳng ngang dưới tác động của vật có khối lượng m_2 (H. bài 2-59).

Tìm :

1. Độ cao H của bình cần để giữ nước không trào ra ngoài trong thời gian bình chuyển động ; cho hệ số ma sát giữa đáy bình với mặt trượt là f ;

2. Áp lực của nước lên thành trước và sau của bình.

Đáp số : 1. $H = h + \frac{l}{2} \cdot \frac{a}{g}$; a - gia tốc

2. - Áp lực nước lên thành sau :

$$P_1 = \rho g \frac{l}{2} \left(h + \frac{l}{2} \cdot \frac{a}{g} \right)^2$$

- Áp lực nước lên thành trước :

$$P_2 = \rho g \frac{l}{2} \left(h - \frac{l}{2} \cdot \frac{a}{g} \right)^2$$

2.60 - Bình hình trụ tròn đường kính $d = 0,80\text{m}$ chứa nước quay quanh trục thẳng đứng (72) của nó với vận tốc góc ω không đổi.

Xác định :

- 1) Vận tốc góc và số vòng quay để cho mức nước cao nhất ở thành bình cao hơn điểm thấp nhất của mặt thoáng một khoảng bằng $0,90\text{m}$;
- 2) Vận tốc của phân tử nước nằm trên thành bình.

Đáp số : 1) $\omega = 10,5 \text{ 1/s}$ ($n = 100\text{vg/ph}$)

2) $u = \omega r = 4,2\text{m/s}$.

2.61 - Nước được rót vào bình trụ tròn đường kính $D = 60\text{cm}$, cao $H = 80\text{cm}$ và đạt độ (73) sâu $h = 60\text{cm}$.

Xác định :

1. Nước sẽ trào ra ngoài hay không nếu bình quay với vận tốc góc $\omega = 9 \text{ 1/s}$.
2. Khoảng các z_0 từ điểm thấp nhất của mặt thoáng đến đáy bằng bao nhiêu ?
3. Cần quay bình với vận tốc góc bằng bao nhiêu để phần còn lại của thành bình $h_c = 10\text{cm}$.

Đáp số : 1. Không, phần còn lại của thành bình $h_c = 1,42\text{cm}$.

2. $z_0 = 41,42\text{cm}$.

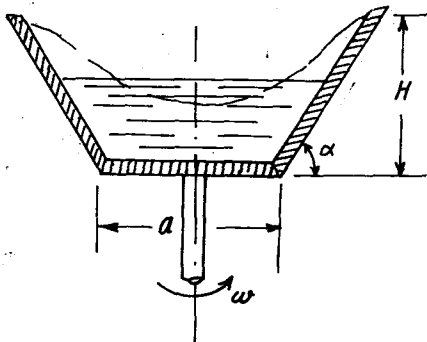
3. $\omega = 6,6 \text{ 1/s}$.

✓ **2.62** - Bình có dạng hình nón cụt chứa nước đến một nửa chiều cao và quay quanh trục (74) thẳng đứng. Tính số vòng quay lớn nhất mà nước không trào ra ngoài. Tính số vòng quay nhỏ nhất mà nước sẽ trào hết ra khỏi bình.

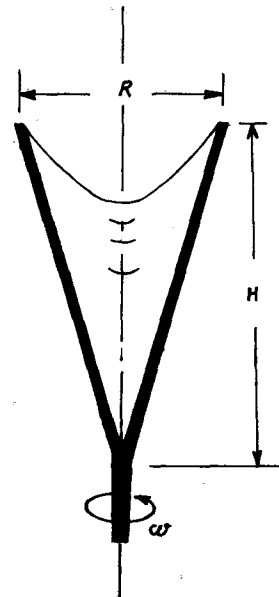
Cho biết $H = a = 0,60\text{m}$, $\alpha = 45^\circ$.

Đáp số : 1. $n_{\max} = 30,5\text{vg/ph}$.

2. $n_{\min} = 54,6 \text{ vg/ph}$.



H. bài 2-62



H. bài 2-63

- 2.63 - Bình có dạng hình chóp nón có bán kính R, chiều cao H và được đổ đầy nước. Bình (75) quay quanh trục thẳng đứng. Bình phải quay với tốc độ góc ω bằng bao nhiêu để mặt thoáng tiếp xúc với mặt nón dọc theo đường tròn đáy. Phần nước tràn ra V' là bao nhiêu ?

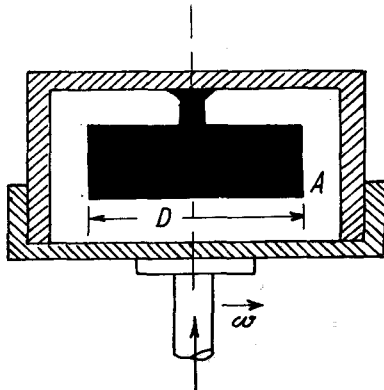
Đáp số : $\omega = \frac{\sqrt{gH}}{R}$

$$V' = \frac{3}{4} V \text{ (V là thể tích chóp nón)}$$

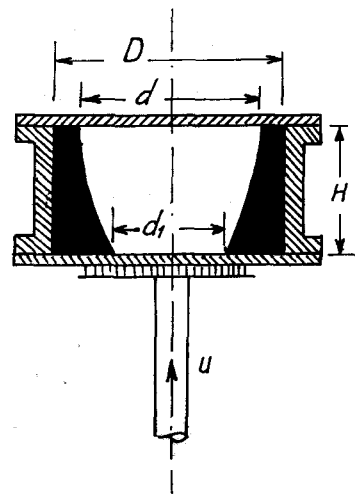
- ✓ 2.64 - Để nâng cao chất lượng gang khi đúc bánh xe, khi rót gang lỏng vào người ta quay (76) khung quanh trục thẳng đứng.

Hỏi áp suất của gang tại điểm A sẽ tăng lên bao nhiêu nếu đường kính bánh xe $D = 1\text{ m}$; $\gamma_g = 7000\text{ kg/m}^3 = 68.670\text{ N/m}^3$; $\omega = 50\text{ 1/s}$?

Đáp số : $\Delta p = 22,3\text{ at.}$



H. bài 2-64



H. bài 2-65

- ✓ 2.65 - Người ta đúc xilanh rỗng có chiều cao $H = 250\text{ mm}$ và đường kính trong lớn nhất (77) $d = 300\text{ mm}$, bằng cách rót gang lỏng vào khuôn rồi cho khuôn quay quanh trục thẳng đứng của nó với số vòng quay $n = 200\text{ vg/ph.}$

Hỏi bề dày δ thành xilanh ở dưới dày hơn thành ở trên là bao nhiêu ?

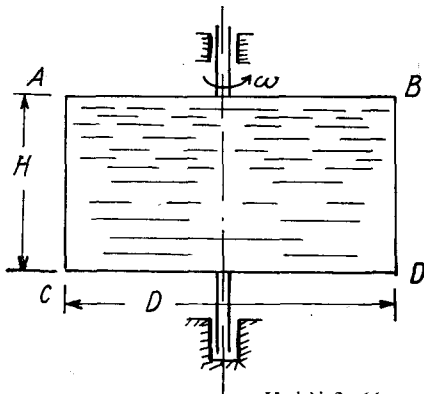
Tìm số vòng quay n_1 để cho độ chênh lệch trên không quá 1 cm.

Đáp số : * $\delta = \frac{1}{2} (d - d_1) = 4,35\text{ cm.}$

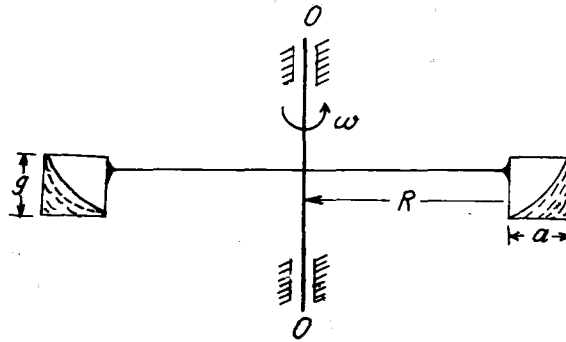
* $n_1 = 393\text{ vg/ph.}$

- ✓ 2.66 - Tính áp lực dư lên nắp AB và đáy CE của bình trụ tròn chứa đầy chất lỏng. Bình (78) đầy kín và quay quanh trục thẳng đứng với vận tốc góc $\omega = \text{const.}$ Trọng lượng riêng của chất lỏng là γ .

Đáp số : $P_{AB} = \frac{\pi \omega^2 \gamma D^4}{6gH}$; $P_{CE} = P_{AB} + \frac{\pi D^2 H \gamma}{4}$



H. bài 2-66



H. bài 2-67

2.67 - Các bình hình hộp vuông góc có cạnh a quay quanh trục thẳng đứng $O - O$ trong mặt phẳng nằm ngang. Bán kính quay là R .

Tính số vòng quay n sao cho mặt gần trục quay của bình không chạm phải chất lỏng, còn các mặt đối diện thì hoàn toàn tiếp xúc với chất lỏng (xem hình vẽ).

Đáp số : $n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{2g}{2R + a}}$

2.68 - Bình hình trụ có bán kính r_0 chứa chất lỏng ở trạng thái tĩnh đến độ cao H kể từ đáy. Bình quay quanh trục thẳng đứng song song với trục của bình với vận tốc góc ω không đổi và cách trục bình một khoảng Δr .

Xác định áp suất tại mỗi điểm trong chất lỏng ; tìm đường giao nhau giữa mặt đó với thành bình ; tính tổng áp lực chất lỏng lên đáy bình P_z bằng bao nhiêu nếu $\Delta r = 0$?

Đáp số : $p = p_0 + \frac{\gamma\omega^2}{2g} (x^2 + y^2) + \gamma(H_{\min} - z)$;

$$\frac{\omega^2}{2} (x^2 + y^2) = g(z - H_{\min}),$$

Là đường êlip nghiêng với phương ngang một góc

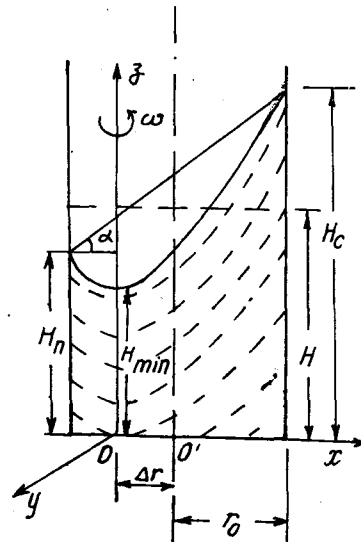
$\alpha = \arctg \frac{H_n - H_l}{2r_0} = \arctg \frac{\omega^2 4r}{g}$ và có tỉ số giữa

2 chiều :

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{\cos \alpha} = \sqrt{1 + \frac{\omega^2 \Delta r^2}{g^2}} ; \quad \sqrt{1 + \frac{\omega^4 \Delta r^2}{g^2}}$$

$P_z = \gamma \pi r^2 H$;

$P_B = \frac{\gamma}{2} \int_0^{\pi} r \left(\frac{\omega^2 r^2}{2g} + H_{\min} \right)^2 d\varphi$.



H. bài 2-68

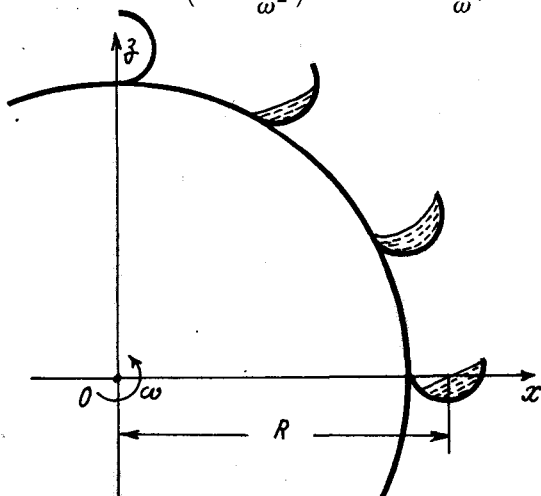
Trong đó : r - tọa độ một điểm trên mặt đáy của bình, được xác định theo công thức :

$$r = \Delta r \cos \varphi \sqrt{(\Delta r)^2 \cos^2 \varphi + r_0^2};$$

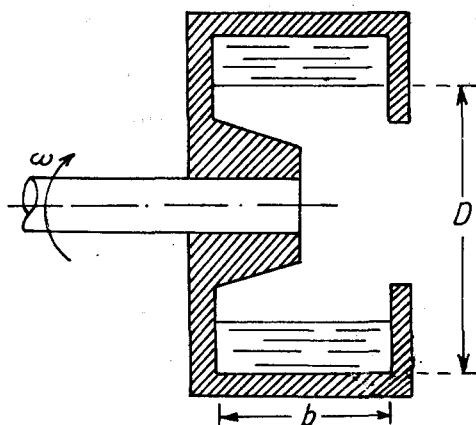
Khi $\Delta r = 0$ thì $P_B = \frac{\gamma \pi r_0}{2} \left(H + \frac{r_0^2 \omega^2}{4g} \right)^2$.

- ✓ 2.69 - Lập phương trình mặt tự do của nước trong các gầu của guồng quay theo trục nằm ngang với vận tốc góc ω không đổi. Phần bên phải của gầu được xem là mặt tự do đi qua điểm $x = R$ và $z = 0$.

Đáp số : $x^2 + \left(z - \frac{g}{\omega^2} \right)^2 = R^2 + \frac{g^2}{\omega^4}$.



H. bài 2-69



H. bài 2-70

- 2.70 - Trong một vành hãm (đường kính trong $D = 400\text{mm}$, chiều rộng $b = 200\text{mm}$, quay (82) quanh trục nằm ngang với số vòng quay $n = 1000$ vg/ph có một lượng nước làm nguội $V = 6\text{l}$.

Xác định áp suất dư mà nước tác động lên mặt trong của vành, nếu cho rằng số vòng quay của nước bằng 75% số vòng quay của vành.

Đáp số : $p_d = 0,30\text{at}$.

- ✓ 2.71 - Xác định dạng mặt nước phân bố theo mặt cầu của trái đất nếu trái đất không quay (83) quanh trục của nó mà chỉ quay quanh mặt trời :

Tính thế năng lực hút của trái đất U ở trạng thái tĩnh. Biết khối lượng trái đất là m , Mặt trời là M , hằng số hấp dẫn k .

Đáp số : Phương trình đường kinh tuyến : $k \left[\frac{m}{\sqrt{x^2 + y^2}} + \frac{M}{R^3} \left(y^2 - \frac{x_1^2}{2} \right) \right] = 0$

Không thể hình được

$$U = k \frac{m}{r}$$

- 2.72 - Khúc gỗ có thể tích V_0 nổi trong nước. Tính phần thể tích V_1 của nó bị ngập trong
84) nước, nếu trọng lượng riêng của gỗ $\gamma_g = 7848 \text{ N/m}^3 = 800 \text{ kG/m}^3$.

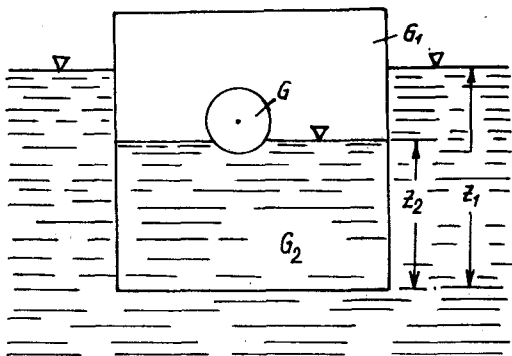
Đáp số : $V_1 = 0,8V_0$

- 2.73 - Bình chứa chất lỏng trong đó có thả phao hình cầu. Bình này lại nhúng vào bể có
85) chứa cùng loại chất lỏng ấy.

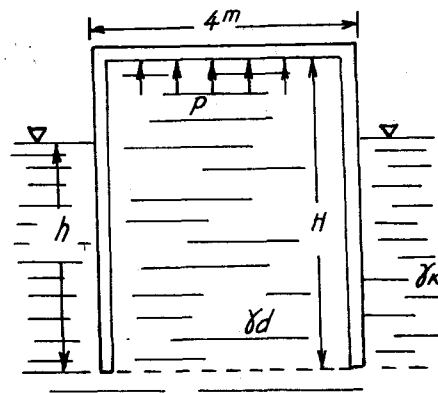
Cho biết trọng lượng của bình là G_1 , của chất lỏng chứa trong bình là G_2 , tỷ số giữa các chiều sâu $k = \frac{z_1}{z_2}$

Tính trọng lượng G của phao.

Đáp số : $G = \frac{1}{k-1}G_1 - G_2$



H. bài 2-73



H. bài 2-74

- 2.74 - Thùng bằng thép có trọng lượng $G = 4,6 \text{ t} = 45,12 \text{ kN}$, với đáy hình vuông có kích
(86) thước $4 \times 4 \text{ (m}^2\text{)}$ và chiều cao $H = 5 \text{ m}$ nằm úp trong nước. Thùng chứa đầy dầu có trọng lượng riêng $\gamma_d = 0,88 \text{ t/m}^3 = 8,6328 \text{ kN/m}^3$.

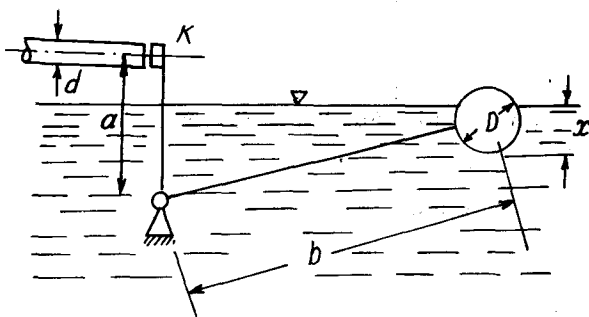
Xác định áp suất p của dầu lên đáy thùng và chiều sâu h của bể ngập trong nước.

Đáp số : $p = 0,2824 \text{ N/cm}^2 = 0,0288 \text{ kG/cm}^2$, $h = 4,688 \text{ m}$.

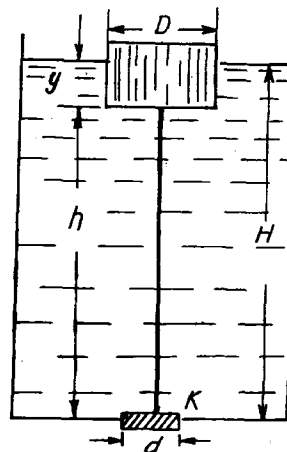
- 2.75 - Ống tròn có đường kính $d = 15 \text{ mm}$ dùng để dẫn nước vào bể chứa. Biết áp suất của
(87) nước trong ống dẫn $p = 3 \text{ at}$. Khi nước đầy bể chứa thì nắp K gắn liền với hệ thống đòn bẩy có các cánh tay đòn $a = 1,9 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$ sẽ đẩy kín miệng ống dẫn. Phía đầu kia của đòn bẩy gắn liền với quả cầu rỗng có đường kính $D = 8 \text{ cm}$:

Xác định chiều sâu cực đại x của quả cầu ngập trong nước nếu bỏ qua trọng lượng của quả cầu, đòn bẩy và nắp.

Đáp số : $x = 6,8 \text{ cm}$.



H. bài 2-75



H. bài 2-76

- 2.76 - Phao có đường kính $D = 20\text{cm}$ dùng để mở nắp đáy K một cách tự động. Khi mức (88) xăng trong bình chứa $H > 80\text{cm}$ thì phao này sẽ tự động mở nắp đáy ở đáy bể chứa có đường kính $d = 4\text{cm}$.

Tính trọng lượng G của phao, nếu chiều dài thanh kéo $h = 74\text{cm}$, trọng lượng của nắp đáy và thanh kéo là $1,7\text{N} = 0,173\text{kG}$, tỉ trọng của xăng $\delta_x = 0,75$.

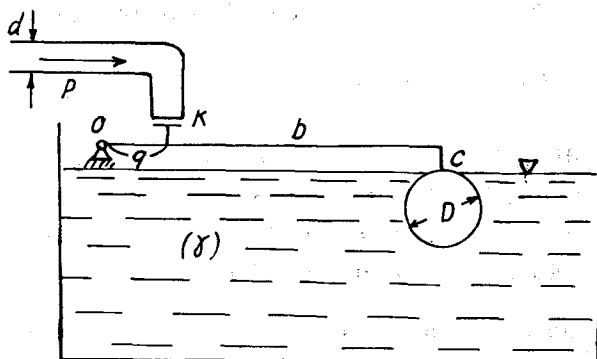
Đáp số : $G = 4,77\text{N} = 0,486\text{kG}$.

- 2.77 - Van K sẽ đóng kín miệng ống dẫn nếu hệ thống đòn bẩy ab ở vị trí nằm ngang. (89)

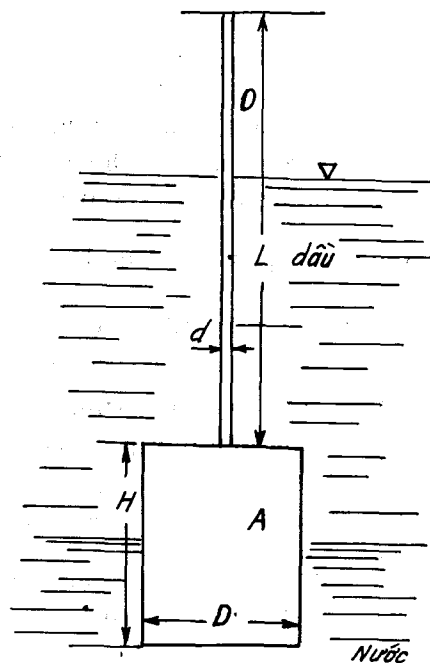
Tính xem với áp suất của nước trong ống dẫn bằng bao nhiêu thì van K sẽ mở ra được.

Biết cánh tay đòn $b = 5a$, đường kính ống $d = 50\text{mm}$, đường kính phao cầu $D = 20\text{cm}$, trọng lượng của phao và hệ thống đòn bẩy không đáng kể.

Đáp số : $p \geq 12,56 \cdot 10^4 \text{N/m}^2 = 1,28\text{kG/cm}^2$.



H. bài 2-77



H. bài 2-78.

- 2.78 - Để xác định mặt phân cách của hai chất lỏng không hòa tan lẫn nhau ta dùng phao gắn liền với cần (xem hình vẽ). Phao có dạng hình trụ rỗng bằng lá đồng có bề dày = 1mm, bộ phận chỉ mức chất lỏng cũng bằng lá đồng đường kính ngoài $d = 3\text{mm}$ và dài $L = 2\text{m}$. Biết trọng lượng riêng của dầu $\gamma_d = 0,86 \text{ t/m}^3 = 8,4366 \text{ kN/m}^3$.

Xác định đường kính của phao nếu chiều cao của nó $H = 10\text{cm}$ độ sâu của lớp dầu trên mặt nước là 1m và theo điều kiện một nửa phao chìm trong nước, còn nửa khác thì ở trong lớp dầu.

Đáp số : $D = 4,8\text{cm}$.

- 2.79 - Trên hình vẽ biểu diễn sơ đồ bộ điều chỉnh mức xăng của động cơ ô tô (cácbuaratơ). (91)

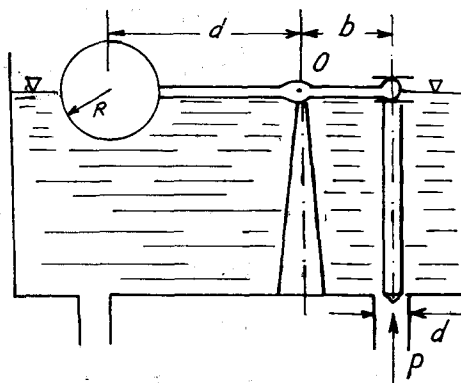
Xăng được dẫn đến hộp theo ống có đường kính $d = 4\text{mm}$ dưới áp suất $p = 0,3\text{at}$. Phao cầu và chốt khóa dây ống dẫn được nối với nhau bằng đòn Bẩy, đòn bẩy này có thể quay quanh trục cố định 0.

Xác định bán kính R của phao xuất phát từ điều kiện sao cho mức xăng trong hộp luôn luôn cố định và khi chốt mở thì phao chỉ chìm một nửa.

Cho biết $a = 40\text{mm}$, $b = 15\text{mm}$, trọng lượng chốt khóa $G_2 = 12\text{G}$, trọng lượng riêng của xăng $\gamma_x = 700 \text{ kg/m}^3$, bỏ qua trọng lượng đòn bẩy.

Đáp số :

$$R = \frac{aG_1 + b \left(p \frac{\pi d^2}{4} = G_2 \right)}{\frac{2}{3} \pi a \gamma_x} = 2,9 \text{ cm}$$



H. bài 2-79

- 2.80 - Khí cầu có dung tích $V = 2.000\text{m}^3$ chứa đầy khí hydro có trọng lượng riêng $\gamma = 0,06 \text{ KG/m}^3 = 0,5886 \text{ N/m}^3$ trong điều kiện bay. Trọng lượng tổng cộng của quả cầu và người lái là $G = 800 \text{ kg} = 78480\text{N}$.

Tìm khối lượng riêng không khí ρ tại điểm cao nhất mà kinh phí cầu có thể đạt tới.

- 2.81 - Sà lan hình chữ nhật có chiều dài 60m, rộng 8m và cao 3,5 m đổ đầy cát và tất cả nặng $1440 \text{ t} = 14.126\text{kN}$.

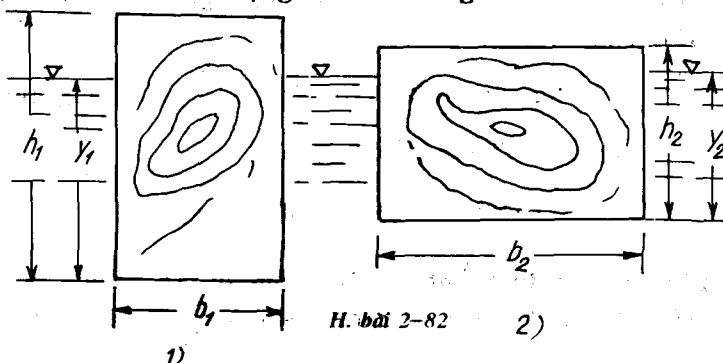
Tính độ sâu mớn nước của xà lan. Cần phải lấy đi một thể tích V_c bằng bao nhiêu để độ mớn nước của xà lan bằng 1,2m. Cho biết tỉ trọng của cát bằng 2.

Đáp số : $y = 3\text{m}$

$$V_c = 432\text{m}^3$$

- 2.82 - Xác định tính ổn định của thanh gỗ có tỉ trọng bằng 2 theo hai trường hợp biểu diễn như hình vẽ. (94)

Trường hợp một có : $h_1 = 30\text{cm}$, $b_1 = 20\text{cm}$, trường hợp hai có



H. bài 2-82

2)

$h_2 = 20\text{cm}$, $b_2 = 30\text{cm}$, chiều dài thanh gỗ cả hai trường hợp đều như nhau : $l > b_2$; thanh gỗ nổi trong nước.

Đáp số : 1. Trường hợp một thanh gỗ không ổn định $\rho = 1,39 \text{ cm} < \delta = 3\text{cm}$

2. Trường hợp hai ổn định :

$$\rho = 4,69 \text{ cm} > \delta = 2\text{cm}.$$

2.83 - Xác định tính ổn định của khúc gỗ hình trụ tròn có chiều cao h và nổi trong nước
(95) nếu đường kính $d = 0,6\text{m}$, tỉ trọng của gỗ bằng 0,7.

Giải bài toán cho hai trường hợp :

a) $h = 0,5\text{m}$

b) $h = 0,4\text{m}$

Đáp số : a) Không ổn định : $\rho = 0,064\text{m} < \delta = 0,075\text{m}$.

b) Ổn định : $\rho = 0,080\text{m} > \delta = 0,06\text{m}$.

2.84 - Kiểm tra lại tính ổn định của các thanh gỗ nổi trong nước có các kích thước hoàn
(96) toàn như nhau, mặt cắt ngang đều là hình vuông và làm từ các vật liệu đồng chất có tỉ trọng như sau :

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Gỗ sồi (0,90) ; | 4. Gỗ thông (0,50) ; |
| 2. Gỗ dẻ (0,80) ; | 5. Gỗ lie (0,25) |
| 3. Gỗ bạch dương (0,75) ; | 6. Vật liệu rất nhẹ (0,125). |

Đáp số :

Số thứ tự	1	2	3	4	5	6
η	0,90	0,80	0,75	0,5	0,25	0,125
δ	1,85	1,04	0,89	0,67	0,89	1,25

Từ bảng trên ta thấy gỗ với tỉ trọng lớn hơn $\eta_1 = 0,789$ và nhỏ hơn $\eta_2 = 0,211$ sẽ ổn định ; còn gỗ với tỉ trọng nhỏ hơn $\eta_1 = 0,789$ và lớn hơn $\eta_2 = 0,211$ sẽ không ổn định.

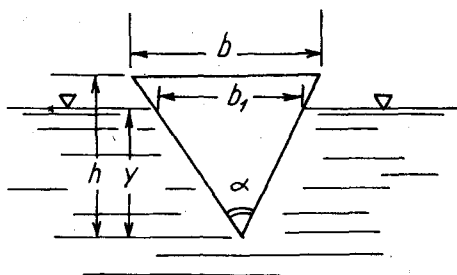
2.85 - Xác định tính ổn định của thanh gỗ hình lăng trụ tam giác đều có kích thước như
(97) sau : rộng $b = 1,40$; dài $l = 5\text{m}$.

Tỉ trọng của gỗ là 0,75. Thanh gỗ nổi trong nước.

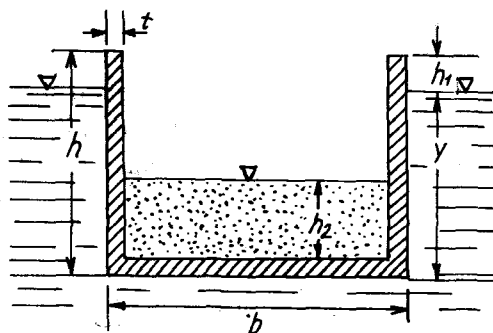
Đáp số : Thanh gỗ ổn định :

$$\rho = 0,232\text{m} > \delta = 0,106\text{m}.$$

2.86 - Xác định tính ổn định của sà lan bằng kim loại trong trường hợp không chở hàng
(98) và chở hàng. Biết rằng 1 sà sau khi xếp hàng vào thì chiều cao $h_1 = 0,5$. Chiều rộng của



H. bài 2-85



H. bài 2-86

sà lan $b = 8\text{m}$, bề dày thành sà lan $t = 0,01$, hàng chở là cát ướt (tỉ trọng bằng 2) ;
tỉ trọng của sắt bằng 7,8.

Để đơn giản cách tính ta cho rằng :

1. Sà lan có tiết diện chữ nhật ;
2. Trọng lượng của sà lan chỉ bao gồm trọng lượng của thành.

Đáp số : 1) Sà lan không chở hàng ; nổi ổn định vì

$$\rho = 34,4\text{m} > \delta = 0,8\text{m}.$$

- 2) Sà lan chở hàng : ổn định vì trọng tâm nằm dưới tâm đẩy :

$$Z_c = 0,732\text{m} < Z_D = 1,5\text{m}.$$

2.87 - Với điều kiện bài toán hãy xác định :

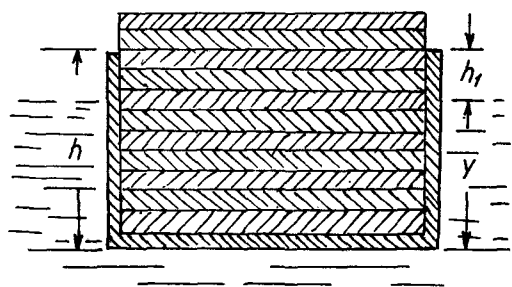
(99)

1. Tính ổn định của sà lan nếu chở gỗ (tỉ trọng bằng 0,8) còn độ sâu môn nước $y = 3,0\text{m}$.
2. Trong trường hợp nào tính ổn định của sà lan 1 lớn hơn, nếu chở cát hoặc gỗ ?

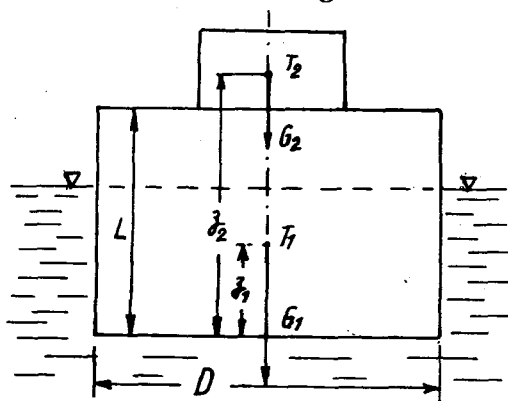
Đáp số : 1) Sà lan ổn định vì :

$$\rho = 1,78\text{m} > \delta = 0,49\text{m}$$

- 2) Khi chở cát tính ổn định của sà lan lớn hơn khi chở gỗ.



H. bài 2-87



H. bài 2-88

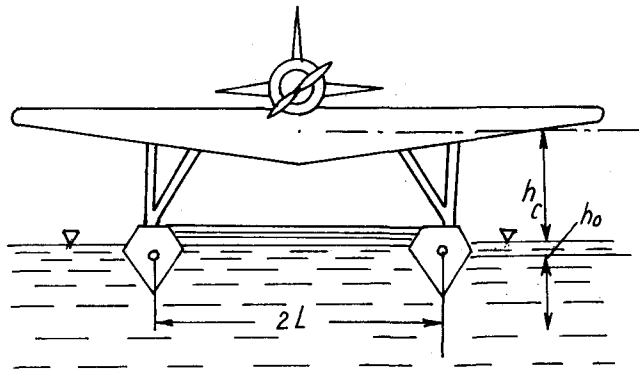
2.88 - Phao hình trụ đường kính $D = 2\text{m}$, dài $L = 1,333\text{m}$ và trọng lượng $G_1 = 1,510\text{kG}$ (100) $= 14813,1\text{N}$ nổi trong nước. Trọng tâm T_1 của phao cách đáy một khoảng $z_1 = 0,511\text{m}$. Đặt thêm lên đáy trên của phao một tải trọng phụ $G_2 = 380\text{kG} = 3727,8\text{N}$ và trọng tâm T_2 của nó nằm trên trục nổi (xem hình vẽ).

Tính độ cao cho phép z_2 của trọng tâm T_2 để cho cả hệ thống phao và tải trọng phụ vẫn ở vị trí cân bằng ổn định.

Đáp số : $z_2 = 1,53\text{m}$.

2.89 - Kiểm tra sự ổn định của thủy phi cơ có trọng lượng $G = 1800\text{ kG} = 17658\text{ N}$, nếu (101) biết trọng tâm của nó cách mặt nước một khoảng $h_c = 1,4\text{m}$. Biết khoảng cách giữa các trục của phao $2L = 2,2\text{m}$; mặt mớn nước của phao có dạng hình chữ nhật với kích thước $ab = 0,4 \times 5,0\text{ (m}^2\text{)}$; tâm áp của phao ở độ sâu $h_D = 0,2\text{m}$.

Đáp số : Cân bằng ổn định.



H. bài 2-89

2.90 - Một cái thùng hình trụ tròn bán kính $R = 0,8\text{m}$, (102) nặng $G_1 = 23,5\text{ kN}$ với trọng tâm đặt cách đáy một khoảng $h_1 = 1,5\text{m}$ nổi trong nước.

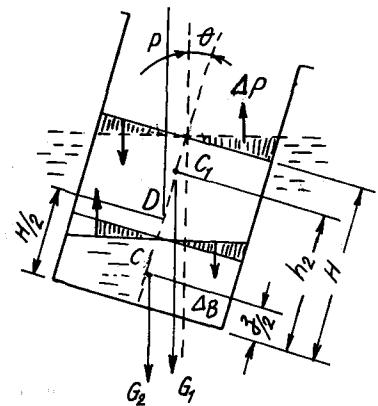
Hãy xác định cần phải đổ vào thùng một lượng nước đến độ cao z tối thiểu bằng bao nhiêu để cho thùng giữ được trạng thái cân bằng ổn định.

Chỉ dẫn :

1. Khi có một ngoại lực tác động làm cho trục nổi của thùng nghiêng một góc nhỏ θ so với đường thẳng đứng thì những lực sau sẽ tác động vào thùng (xem hình vẽ). Trọng lượng thùng G_1 đi qua trọng tâm C_1 , trọng lượng nước G_2 đổ vào thùng đi qua trọng tâm C_2 và lực đẩy $P = G_1 + G_2$ đi qua tâm đẩy D .

2. Các mômen của các lực đẩy ΔP và trọng lượng nước ΔG phát sinh khi thùng nghiêng bằng nhau theo trị số nhưng ngược dấu cho nên không ảnh hưởng đến điều kiện cân bằng, vì vậy điều kiện cần để thùng cân bằng ổn định là : $G_2 \vec{C_2 D} = G_1 \vec{D C_1}$

Đáp số : $z = h_1 - \frac{G_1}{2\gamma\pi R^2} = 0,9\text{m}$.



H. bài 2 - 90

Chương 3.

ĐỘNG HỌC CHẤT LỎNG

3.1 - Tính các thành phần gia tốc chuyển động của phân tử chất lỏng theo biến số Ôle 103) nếu cho biết các thành phần vận tốc của chúng :

$$\begin{aligned}v_x &= x^2, \\v_y &= y^2, \\v_z &= z^2,\end{aligned}$$

Xác định gia tốc của phân tử chất lỏng đó tại điểm A có tọa độ A (1 ; 1 ; 1). Giả sử chuyển động là dừng và các tọa độ có đơn vị là mét.

Giải :

Ta có các biểu thức tính gia tốc theo biến số Ôle :

$$\left. \begin{aligned}w_x &= \frac{dv_x}{dt} = \frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z}, \\w_y &= \frac{dv_y}{dt} = \frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z}, \\w_z &= \frac{dv_z}{dt} = \frac{\partial v_z}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z},\end{aligned} \right\} \quad (a)$$

Vì chuyển động dừng nên :

$$\left. \begin{aligned}\frac{\partial v_x}{\partial t} &= \frac{\partial v_y}{\partial t} = \frac{\partial v_z}{\partial t} = 0 \text{ và} \\ \frac{\partial v_x}{\partial x} &= 2x, \quad \frac{\partial v_x}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial v_x}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial v_y}{\partial x} &= 0, \quad \frac{\partial v_y}{\partial y} = 2y, \quad \frac{\partial v_y}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial v_z}{\partial x} &= 0, \quad \frac{\partial v_z}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial v_z}{\partial z} = 2z\end{aligned} \right\} \quad (b)$$

Đưa (b) vào (a) ta tìm được các thành phần gia tốc :

$$\left. \begin{aligned}w_x &= 2x^3 \\w_y &= 2y^3 \\w_z &= 2z^3\end{aligned} \right\} \quad (c)$$

Theo (c) ta có trị số của vectơ gia tốc :

$$w = \sqrt{w_x^2 + w_y^2 + w_z^2} = 2\sqrt{x^6 + y^6 + z^6} \quad (d)$$

Thay số theo điều kiện bài toán vào (d) ta tìm được trị số gia tốc tại điểm A(1 ; 1 ; 1)

$$w = 2\sqrt{3} = 3,46\text{m/s}^2$$

3.2 - Tìm phương trình đường dòng và quỹ đạo của các phân tử chất lỏng, nếu biết các (104) thành phần vận tốc của nó :

$$\begin{aligned}v_x &= a \\v_y &= b \\v_z &= 0\end{aligned}$$

Giải :

Theo (3.5) ta có phương trình vi phân đường dòng :

$$\frac{dx}{a} = \frac{dy}{b}$$

Lấy tích phân ta được :

$$y = \frac{b}{a} x + C$$

Theo phương trình quỹ đạo :

$$\frac{dx}{v_x} = \frac{dy}{v_y} = \frac{dz}{v_z} = dt$$

Ta tìm được quỹ đạo trùng với đường dòng và là một đường thẳng có phương trình :

$$y = \frac{b}{a} x + C$$

3.3 - Xác định chuyển động sau đây của chất lỏng là có thể hay xoáy, nếu cho biết các (105) thành phần vận tốc của các phân tử chất lỏng chuyển động dùng :

$$\begin{aligned}v_x &= 2xy \\v_y &= 2yz \\v_z &= 2zx\end{aligned}$$

Giải :

Muốn vậy ta phải kiểm tra điều kiện :

$$\vec{\Omega} = \frac{1}{2} \vec{\text{rot}} \mathbf{v} = 0?$$

Ta có :

$$\Omega_x = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = \frac{1}{2} (0 - 2y) = -y$$

$$\Omega_y = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) = \frac{1}{2} (0 - 2z) = -z$$

$$\Omega_z = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = \frac{1}{2} (0 - 2x) = -x$$

$$\Omega = \sqrt{\Omega_x^2 + \Omega_y^2 + \Omega_z^2} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Do đó chuyển động trên là chuyển động xoáy.

3.4 (106) - Chất lỏng nặng quay quanh trục thẳng đứng (trục z) với vận tốc góc $\omega = \text{const}$ như một vật rắn.

Xác định hàm dòng ψ và tìm phương trình đường dòng, có thể vận tốc φ và xircular Γ dọc theo đường dòng.

Giải :

Trước hết ta tìm các thành phần vận tốc của phân tử chất lỏng cách trục z một khoảng r bất kì ($r = \sqrt{x^2 + y^2}$) :

$$v = \omega r = \omega \sqrt{x^2 + y^2}$$

Từ đó :

$$\begin{aligned} v_x &= v \cos(\widehat{v, x}) = \omega \sqrt{x^2 + y^2} \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \omega y &= \frac{\partial \psi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ v_y &= v \sin(\widehat{v, y}) = \omega \sqrt{x^2 + y^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} = -\omega x &= -\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ v_z &= 0 \end{aligned}$$

Với $\psi = \psi(x, y)$ ta có :

$$d\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial y} dy = \omega x dx + \omega y dy = \frac{\omega}{2} d(x^2 + y^2)$$

Từ đó ta suy ra hàm dòng sau khi lấy tích phân :

$$\psi = \frac{\omega}{2} (x^2 + y^2) + C$$

Từ biểu thức hàm dòng trên ta tìm được phương trình đường dòng

$$\frac{\omega}{2} (x^2 + y^2) + C = \text{const},$$

hay

$$x^2 + y^2 = C_1$$

Đó là họ đường tròn có tâm nằm trên trục z.

Tương tự ta tìm được thế vận tốc φ :

$$\varphi = -\omega(x^2 + y^2) \arctg \frac{y}{x} + C_2$$

Từ đó suy ra :

$$\Gamma = \int_0^{2\pi} d\varphi = - \int_0^{2\pi} \omega r^2 d\alpha = -2\pi r^2 \omega.$$

3.5 (107) - Cho biết dòng chất lỏng có thể vận tốc $\varphi = axy$: Tìm phương trình đường dòng của dòng phẳng ; Tính Γ dọc theo tam giác vuông góc các cạnh góc vuông song song với các trục tọa độ ; xác định giá trị động học của hằng số a và tìm vận tốc v_A tại điểm A có tọa độ A (1, -1).

Giải :

Ta tìm vận tốc khi đã biết $\varphi = axy$:

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = ax.$$

$$v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = ay.$$

Từ đó ta tìm

$$\psi = \int -d\psi = -\int (v_y dx + v_x dy) = \frac{a}{2} (y^2 - x^2) + C$$

Vậy phương trình họ đường dòng sẽ là :

$$\frac{y^2}{C} - \frac{x^2}{C} = 1.$$

Đó là họ đường hypecbôn, trong đó C là giá trị bất kì.

Để tìm ta tính :

$$\Omega_x = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = 0$$

$$\Omega_y = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) = 0.$$

$$\Omega_z = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = a - a = 0.$$

Từ đó suy ra :

$$\Gamma = \int_{\sigma_x} \Omega_x d\sigma_x + \int_{\sigma_y} \Omega_y d\sigma_y = 0$$

Để xác định a ta tìm :

$$\theta_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = 0$$

$$\theta_{zx} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) = 0$$

$$\theta_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = a$$

Và :

$$\sigma_x = \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} \right)_o = 0$$

$$\sigma_y = \left(\frac{\partial v_y}{\partial y} \right)_o = 0$$

$$\sigma_z = \left(\frac{\partial v_z}{\partial z} \right)_o = 0$$

Như vậy $\theta_{xy} = \frac{1}{3} \theta = a$ - đó là vận tốc dịch chuyển góc ; vậy a là trị số vận tốc dịch chuyển góc của chuyển động biến dạng của chất lỏng.

Vận tốc v_A tại A (1 ; -2) có trị số :

$$v_A = \sqrt{v_{xA}^2 + v_{yA}^2} = a\sqrt{5}.$$

3.6 - Chuyển động của chất lỏng lí tưởng không chịu nén được cho trước bằng các thành phần vận tốc :

$$v_x = a(x^2 + y^2)$$

$$v_y = a(y^2 + z^2)$$

$$v_z = a(z^2 + x^2)$$

Tìm lưu lượng Q đi qua mặt kín tứ diện vuông có đỉnh ở gốc tọa độ OABC ; tứ diện này được giới hạn bởi các mặt của hệ tọa độ và mặt phẳng $x + y + z = 1$. Tìm xircular dọc theo tam giác ABC và xác định tính chất của dòng.

Giải :

Vì $Q \neq \iiint_{(v)} \operatorname{div} \vec{v} dV$ (*), nên ta phải tìm :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial x} &= 2ax ; \quad \frac{\partial v_x}{\partial y} = 2ay , \quad \frac{\partial v_x}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial v_y}{\partial x} &= 0 ; \quad \frac{\partial v_y}{\partial y} = 2ay ; \quad \frac{\partial v_y}{\partial z} = 2az \\ \frac{\partial v_z}{\partial x} &= 2ax ; \quad \frac{\partial v_z}{\partial y} = 0 , \quad \frac{\partial v_z}{\partial z} = 2az \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

Đưa (a) vào (*) ta có :

$$\begin{aligned} Q &= \iiint_{(v)} \operatorname{div} \vec{v} dV = \iiint_{(v)} \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) dx dy dz = \\ &= \iiint_{(v)} 2a(x + y + z) dx dy dz = \\ &= 2a \int_0^1 dx \int_0^{1-x} dy \int_0^{1-x-y} (x + y + z) dz = \frac{a}{4} \end{aligned}$$

Vậy : $Q = \frac{a}{4}$

Để tìm Γ ta tính :

$$\left. \begin{aligned} \Omega_x &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = -az \\ \Omega_y &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) = -ax \\ \Omega_z &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = -ay \end{aligned} \right\} \quad (b)$$

Vì : $\Gamma = \oint_{\partial B} (v_x dx + v_y dy + v_z dz)$

nên theo định lí Xtốc ta có thể biến tích phân này ra tích phân mặt :

$$\Gamma = \iint \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) dx dy + \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} - \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) dy dz + \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) dz dx \quad (c)$$

Đưa (b) vào (c) rồi lấy tích phân, ta có :

$$\begin{aligned} \Gamma &= -2a \left[\iint_{\Delta_{OAB}} y dx dy + \iint_{\Delta_{OBC}} x dy dz + \iint_{\Delta_{OCA}} x dx dz \right] \\ &= -2a \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \right) = -a \end{aligned} \quad (d)$$

Vậy $\Gamma = -a$.

Muốn xác định tính chất của dòng ta tìm các thành phần biến dạng. Theo điều kiện bài toán ta có :

$$\sigma_x = \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} \right)_0 = 2ax$$

$$\sigma_y = \left(\frac{\partial v_y}{\partial y} \right)_0 = 2ay$$

$$\sigma_z = \left(\frac{\partial v_z}{\partial z} \right)_0 = 2az.$$

và :

$$\theta_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial y} \right) = ay$$

$$\theta_{yz} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_z}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = az$$

$$\theta_{zx} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) = ax$$

Vì $\sigma_i \neq 0$, $\theta_{ij} \neq 0$ và $\Gamma \neq 0$ nên ta có thể kết luận rằng đây là dòng có xoáy và biến dạng.

Chú ý : Theo các kết luận đã giải ra ở trên :

$$Q = \frac{a}{4}, \Gamma = -a, \sigma_i = 2ai, \theta_{ij} = aj$$

(i, j - lần lượt lấy theo x, y, z), ta cần phải chú ý đến thứ nguyên và đơn vị, do đó phải xét đến thứ nguyên của a, x, y, z và chú ý để đơn vị khi lấy các tích phân.

3.7 - Sợi xoáy thẳng có giới hạn một đầu và có cường độ xoáy $i = \Gamma$ tại điểm A ở cách (109) trục xoáy một khoảng y_0 và cách gốc tọa độ một khoảng x_0 (H.bài 3.7).

Tìm vận tốc cảm ứng của nó.

Giải :

Giả sử ta đặt sợi xoáy dọc theo trục Ox. Lúc ấy :

$$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}.$$

$$\sin \alpha = \frac{y}{r} \text{ và } dl = dx.$$

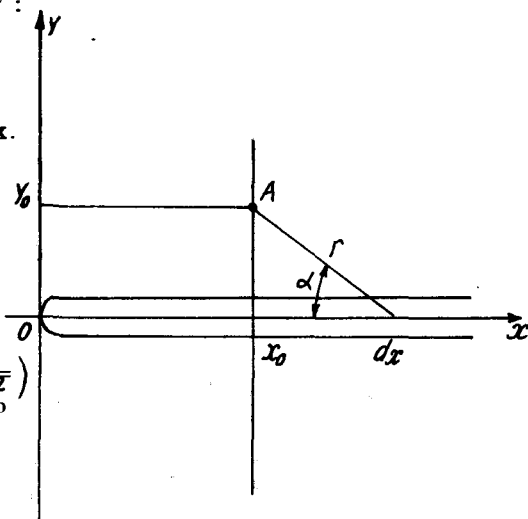
Theo công thức Biô-Xava

$$v = \frac{\Gamma}{4} \int \frac{\sin \alpha}{r^2} dl \text{ ta có}$$

$$v = \frac{\Gamma}{4} \int_0^\infty \frac{y_0 dx}{[(x - x_0)^2 + y_0^2]^{3/2}} = \frac{\Gamma}{4y_0} \left(1 + \frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}} \right)$$

hay

$$v = \frac{\Gamma}{4\pi y_0} \left(1 + \frac{x_0}{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}} \right).$$



H. bài 3-7

3.8 - Các thành phần vận tốc của phân tử chất lỏng là :
(110)

$$\begin{aligned}v_x &= 5x \\v_y &= -3y.\end{aligned}$$

Tìm biểu thức của thành phần vận tốc v_z chất lỏng không chịu nén và chuyển động dừng. Biết rằng tại gốc tọa độ vận tốc các phân tử chất lỏng $\vec{v} = 0$.

Giải :

Theo điều kiện bài toán trên ta ứng dụng phương trình vi phân liên tục cho dòng chất lỏng không nén được :

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (*)$$

Ta có :

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} = 5$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial y} = -3$$

Đưa các trị số trên vào (*) ta được :

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} = -2$$

Vậy $v_z = -2x + C$

Tại $x = y = z = 0$ có $v_x = v_y = v_z = 0$, nên $C = 0$.

Từ đó ta tìm được thành phần v_z của vận tốc :

$$v_z = -2z.$$

3.9 - Biết các thành phần vận tốc của phân tử chất lỏng là :
(111)

$$\begin{aligned}v_x &= x^2 \\v_y &= y^2 \\v_z &= z^2\end{aligned}$$

lập phương trình đường dòng đi qua điểm A trong không gian có các tọa độ $x_A = 2$;
 $y_A = 4$; $z_A = 8$.

$$\begin{aligned}\text{Đáp số : } \frac{1}{x} - \frac{1}{y} &= \frac{1}{4} \\ \frac{1}{y} - \frac{1}{z} &= \frac{1}{8}\end{aligned}$$

3.10 - Tìm đường dòng và quỹ đạo chuyển động của các phân tử chất lỏng, nếu biết các
(112) thành phần vận tốc của chúng :

$$\begin{aligned}v_x &= -a \sin \alpha \\v_y &= b \cos \alpha \\v_z &= 0, \text{ trong đó } \alpha = \text{const}\end{aligned}$$

Đáp số : Đường dòng và quỹ đạo trùng nhau có phương trình :

$$y = -\left(\frac{b}{a} \cot \alpha\right) x + C.$$

- 3.11 - Lập phương trình chuyển động của phân tử chất lỏng với tọa độ ban đầu $A(3; 2; 4)$,
 (113) nếu sau 20 giây chuyển động thì phân tử đó có tọa độ mới $(4; 4; 2)$. Giả sử chất lỏng chuyển động đều, quỹ đạo chuyển động là một đường thẳng.

Đáp số : $x = 3 + 0,05t$
 $y = 2 + 0,1t$
 $z = 4 - 0,1t$

- 3.12 - Quỹ đạo của dòng nguyên tố chất lỏng được biểu thị bởi các phương trình sau :
 (114)

$$\begin{aligned} z &= 0,02t^2 \\ y &= 0,2t^2 \\ z &= 0,1t. \end{aligned}$$

(trong đó t - tính theo giây x, y, z tính theo mét)

Xác định tọa độ các phân tử chất lỏng trong dòng nguyên tố và trị số vận tốc sau 10 giây chuyển động.

Đáp số : a) $A'(2; 20; 10)$
 b) $v = 44,91 \text{ m/s}$.

- 3.13 - Vận tốc của các phân tử chất lỏng tỉ lệ với các khoảng cách từ các phân tử đến trục

(115) Ox và song song với trục đó, tức là : $v_x = C(\sqrt{z^2 + y^2})$,
 $v_y = 0$,
 $v_z = 0$, trong đó : $C = \text{const}$

Tìm đường xoáy của dòng (tức là tìm các thành phần vận tốc, cường độ xoáy, phương trình đường dòng, quỹ đạo và xioular vận tốc)

Đáp số : $\Omega_x = 0$
 $\Omega_y = \frac{C_z}{\sqrt{y^2 + z^2}}$,
 $\Omega_z = -\frac{C_y}{\sqrt{y^2 + z^2}}$,
 $\omega = C$
 $2\Omega = \text{rot} v = 2C$
 $y^2 + z^2 = -2C$
 $x = \text{const}$.

- 3.14 - Các phân tử chất lỏng quay quanh trục Oz có vận tốc tỉ lệ nghịch với khoảng cách
 (116) của chúng đến trục ấy, sao cho :

$$\begin{aligned} v &= \frac{C}{\sqrt{x^2 + y^2}} \cos(\widehat{v, x}) = \frac{-C_y}{x^2 + y^2} \\ v_1 &= \frac{C}{\sqrt{x^2 + y^2}} \cos(\widehat{v, y}) = \frac{C_x}{x^2 + y^2} \\ v_z &= 0. \end{aligned}$$

Tìm trường xoáy ?

Đáp số : a) Tại trục Oz : v_x và v_y có giá trị lớn vô cùng,
 b) $\varphi = \text{Carctg}\left(\frac{x}{y}\right)$,
 c) $\Gamma = 2\pi C$.

3.15 - Cho biết các thành phần vận tốc các phân tử chất lỏng :
(117)

$$v_x = y + 2z$$

$$v_y = z + 2x$$

$$v_z = x + 2y$$

Lập phương trình các đường xoáy, tìm cường độ ống xoáy có tiết diện $dS = 1\text{cm}^2$.

Đáp số : a) $x = y + C_1$

$$y = z + C_2$$

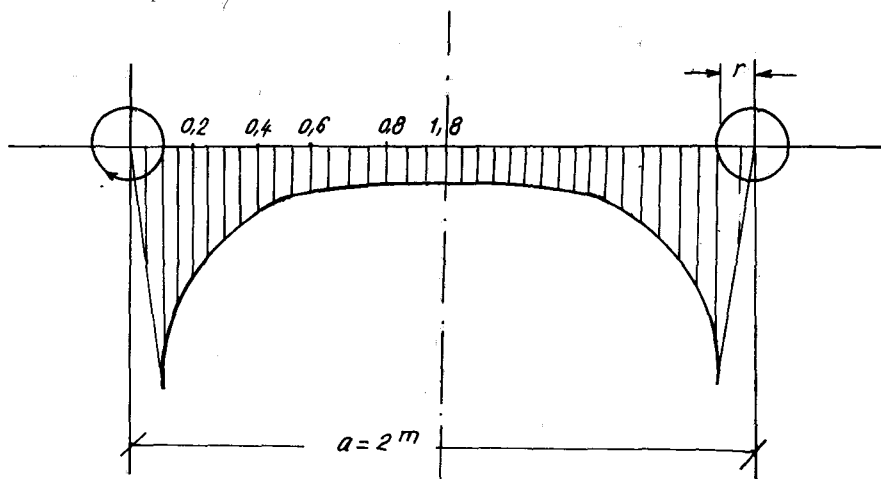
b) $i = 0,000171 \text{ m}^2/\text{s}$.

3.16 - Xác định xircular theo vòng kín có dạng đường tròn có bán kính $r = 0,5\text{m}$, nếu vận
(118) tốc tại các điểm của dòng có giá trị không đổi, bằng 2m/s và tiếp tuyến với đường tròn đó.

Đáp số : $\Gamma = 6,28 \text{ m}^2/\text{s}$.

3.17 - Lập biểu đồ phân bố vận tốc dưới tác động của hai dòng xoáy có cùng xircular $\Gamma =$
(119) $3,14\text{m}^2/\text{s}$ và cùng bán kính $r = 0,1\text{m}$.

Cho biết khoảng cách giữa hai trục dòng xoáy là $a = 2\text{m}$.



H. bài 3-17

3.18 - Cho trường vận tốc theo dạng :
(120)

$$v_x = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{x}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$v_y = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{y}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$v_z = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{z}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}$$

trong đó : $Q = \text{const.}$

Xác định phương trình đường dòng, trị số vectơ vận tốc, tìm Q ?

Đáp số : $y = C_1 x$

$$z = C_2 x$$

$$v = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

$$Q = 4\pi r^2 v.$$

(Nếu $\rho = \text{const}$ thì Q không đổi)

✓ 3.19
(121)

- Tìm phương trình đường dòng và lưu lượng Q nếu cho biết các thành phần vận tốc :

$$v_x = \frac{Q}{2\pi} \cdot \frac{x}{x^2 + y^2}$$

$$v_y = \frac{Q}{2\pi} \cdot \frac{y}{x^2 + y^2}$$

$$v_z = 0.$$

Đáp số : $y = Cx$

$$Q = 2\pi r v$$

✓ 3.20
(122)

- Cho biết hàm dòng của dòng đối xứng qua trục Oz là $\psi = ar^2 z$. Tìm thế vận tốc của nó ?

Đáp số : $\varphi = a \left(z^2 - \frac{r^2}{2} \right) + C$

✓ 3.21
(123)

- Biết các thành phần vận tốc các phân tử chất lỏng của dòng chảy dừng :

$$v_x = 2xy$$

$$v_y = 2yz$$

$$v_z = 2zx$$

Xét xem đó là chuyển động gì ?

Đáp số : Chuyển động xoáy.

✓ 3.22
(124)

- Cho biết thế của vận tốc dòng chất lỏng :

$$\varphi = 3x - 2y$$

Tìm vận tốc của nó nếu x và y có đơn vị là mét ?

Đáp số : $v = 3,6 \text{ m/s}$

✓ 3.23
(125)

- Cho biết thế vận tốc của dòng chất lỏng :

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

Tìm vận tốc dòng tại điểm A có tọa độ :

$$x = 1 \text{ m}, y = 2 \text{ m}, z = 2 \text{ m}$$

Đáp số : $v = 0,8 \text{ m/s.}$

3.24 - Biết thế vận tốc của dòng :
(126)

$$\varphi = \frac{2x}{x^2 + y^2}$$

Tìm hàm dòng : biểu diễn bằng đồ thị họ các đường dòng và các đường đẳng thế ; tìm vận tốc các phân tử chất lỏng tại khoảng cách tâm dòng 0,5m.

Đáp số : a) $\psi = \frac{2y}{x^2 + y^2} + C$

b) $v = 8\text{m/s}$.

2.25 - Biết thế vận tốc của dòng :
(127)

$$\varphi = \arctg \left(\frac{y}{x} \right)$$

Tìm phương trình đường dòng, biểu diễn trên hệ tọa độ phẳng họ các đường dòng đó ?

Đáp số : $x^2 + y^2 = C$

2.26 - Tìm biểu thức hàm dòng ψ , nếu trường vận tốc của dòng chất lỏng thỏa mãn thế
(128) vận tốc :

$$\varphi = 2xy$$

Đáp số : $\psi = 2(x^2 - y^2) + C$

3.27 - Chất lỏng lí tưởng nén được quay quanh trục thẳng đứng (Trục Oz). Chứng minh rằng
(129) nếu vận tốc quay của các phân tử chất lỏng tỉ lệ nghịch với khoảng cách từ trục quay

($v = \frac{a}{r}$, $\alpha = \text{const}$, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$), thì có thế vận tốc (tức là chuyển động có thế).

a) Tìm biểu thức của nó ?

b) Tìm hàm dòng và phương trình họ các dòng của nó :

c) $\varphi = -2\arctg \left(\frac{y}{x} \right) + C$.

Đáp số : b) $\psi = \frac{a}{2} \ln(x^2 + y^2) + C$,
 $x^2 + y^2 = C_1$.

3.28 - Tìm phương trình đường dòng và đặc trưng chuyển động của dòng chảy cho bởi biểu
(130) thức các thành phần vận tốc :

$$v_x = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{x}{(x^2 + y^2 + z^2)^n}$$

$$v_y = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{y}{(x^2 + y^2 + z^2)^n}$$

$$v_z = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{z}{(x^2 + y^2 + z^2)^n}$$

Trong đó lưu lượng Q và số mũ n là những hằng số.

Đáp số : $y = \frac{b}{a} x + C_1$

$y = \frac{b}{c} z + C_2$

Giao tuyến hai họ mặt phẳng này cho ta các đường dòng song song.

3.29 - Tìm phương trình đường dòng và đặc trưng chuyển động của dòng chảy có các thành phần vận tốc :

$$v_x = -\frac{\Gamma}{2} \cdot \frac{y}{x^2 + y^2}$$

$$v_y = \frac{\Gamma}{2} \cdot \frac{x}{x^2 + y^2}$$

$$v_z = 0, \text{ trong đó } \Gamma = \text{const}$$

Đáp số : $x^2 + y^2 = 0$

(phương trình dòng xoáy phẳng)

3.30 - Vận tốc các phần tử dòng chất lỏng trong ống trụ tròn song song với nhau, giá trị của chúng thay đổi theo khoảng cách từ trục ống theo quy luật :

$$v = v_0 \left(1 - \frac{r^2}{r_0^2} \right)$$

Trong đó r_0 - bán kính ống, v_0 - vận tốc tại trục ống ($r = 0$).

Xác định các thành phần xoáy, vận tốc góc, vận tốc biến dạng ?

Đáp số : a) $\Omega_x = -\frac{2v_0 y}{r_0^2}$

$$\Omega_y = \frac{2v_0 x}{r_0^2}$$

$$\Omega_z = 0$$

b) $\omega = \frac{1}{2} \Omega = \frac{v_0}{r_0^2} r$

c) $\omega'_x = \omega'_y = \omega'_z = 0$

$$\theta_{xy} = 0, \theta_{yz} = -\frac{v_0 y}{r_0^2}, \theta_{zx} = \frac{v_0 x}{r_0^2}$$

(biến dạng trượt).

3.31 - Dòng phẳng có các thành phần vận tốc

(133)

$$v_x = 2ax, v_y = -2ay$$

Tìm xirculat vận tốc theo vòng ABCDA ; nếu biết các tọa độ :

$$A(3 ; 6), B(3 ; 1), C(5 ; 1) ; D(5 ; 6).$$

Đáp số : $\Gamma = 0$

3.32 - Dòng chất lỏng lí tưởng chảy bao quanh hình cầu có bán kính r_0 dọc theo trục x có
(134) các thành phần vận tốc :

$$v_x = v_\infty \left[1 + \frac{r_0^3}{2} \cdot \frac{r^2 - 2x^2}{(x^2 + r^2)^{5/2}} \right],$$

$$v_r = -v_\infty \left[\frac{3r_0^2}{2} \cdot \frac{xr}{(x^2 + r^2)^{5/2}} \right]$$

Trong đó v_∞ là vận tốc dòng tại vô cùng. Khảo sát dòng chảy đối xứng qua trục đó và tìm hàm dòng của nó ?

Hướng dẫn : Cần phải tiến hành :

- Kiểm tra điều kiện liên tục ;
- Xác định Ω , σ'_i , θ_{ij} , $\frac{dv}{dt}$,
- Tìm phương trình đường dòng, đường xoáy, quỹ đạo chuyển động.

Đáp số : $\psi = \frac{v_\infty r^2}{2} \left[1 - \frac{r_0^3}{(x^2 + r^2)^{3/2}} \right]$

3.33 - Xét xem với các giá trị nào của các hằng số thì dòng chảy được đặc trưng bởi các
(135) thành phần vận tốc sau đây có thể xảy ra :

- | | | |
|----------------------|-------------------|--------------|
| 1) $v_x = ax$; | $v_y = ay$; | $v_z = 0$. |
| 2) $v_x = 2ax$; | $v_y = -2ay$; | $v_z = 0$. |
| 3) $v_x = ax$; | $v_y = by$; | $v_z = cz$. |
| 4) $v_x = ax + by$; | $v_y = cx + dy$; | $v_z = 0$. |

Hướng dẫn : Cần kiểm tra theo các điều kiện :

- Thỏa mãn phương trình liên tục không ?
- Xác định các đại lượng đặc trưng.

$\vec{\Omega}$, σ'_i , θ_{ij} và $\frac{d\vec{v}}{dt}$ để từ đó tìm điều kiện cho các hằng số theo các tính chất của dòng.

3.34 - Xét xem các dòng chảy sau đây thuộc loại gì, nếu biết :
(136)

- | | |
|------------------|-------------|
| a) $v_x = ay$; | $v_y = 0$ |
| b) $v_x = 0$; | $v_y = -ax$ |
| c) $v_x = ax$; | $v_y = ay$ |
| d) $v_x = -ay$; | $v_y = ax$ |

- Đáp số :
- a) Chuyển động dừng, có xoáy ;
 - b) Chuyển động dừng, có xoáy ;
 - c) Chuyển động dừng, có thể ;
 - d) Chuyển động dừng, có xoáy.

3.35 - Biết các thành phần vận tốc :
(137)

$$\left. \begin{aligned} v_x &= a \\ v_y &= b \\ v_z &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Khảo sát dòng chảy đó, tìm phương trình họ các đường dòng và hàm dòng φ , vẽ các đường dòng đó và chỉ phương chuyển động theo bốn trường hợp sau :

- a) $a < 0$, $b < 0$;
- b) $a > 0$, $b < 0$;
- c) $a < 0$, $b > 0$;
- d) $a > 0$, $b < 0$.

Đáp số : 1) Họ các đường dòng :

$$y = \frac{b}{a} x + C \text{ (những đường thẳng song song với nhau).}$$

$$2) \psi = ya - bx.$$

3.36 - Dòng phẳng có các thành phần vận tốc :
(138)

$$\left. \begin{aligned} v_x &= 2ax, \\ v_y &= -2ay. \end{aligned} \right\}$$

Tìm hàm dòng và thế vận tốc, phương trình họ các đường dòng và họ các đường đẳng thế của nó. Tìm lưu lượng chất lỏng giữa từng cặp điểm :

$$A(2;6); B(2;1), C(5;1), D(5;6)$$

Chứng minh rằng :

$$Q_{AB} + Q_{BC} = Q_{AC} \text{ và}$$

$$Q_{CD} + Q_{DA} = -Q_{AC}.$$

Đáp số :

- a) $\psi = 2axy + C$; $xy = C_1$
- b) $\varphi = a(x^2 - y^2) + C$; $x^2 - y^2 = C_2$
- c) $Q_{AB} = -20a$
 $Q_{BC} = +6a$
 $Q_{CD} = +50a$
 $Q_{DA} = -36a$
 $Q_{AC} = -14a$

3.37 - Chuyển động của chất lỏng được cho trước bởi các thành phần vận tốc :
(139)

$$\left. \begin{aligned} v_x &= ax + bt \\ v_y &= -ay + bt \\ v_z &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Khảo sát chuyển động đó.

Vẽ đồ thị đường dòng tại thời điểm $t = 2$ và đường dòng đi qua điểm $x = -b/a^2$ và $y = -b/a^2$ tại thời điểm $t = 0$; vẽ quỹ đạo phân bố chất lỏng tại điểm này ở thời điểm đó.

Đáp số : + Chuyển động trên có thể xảy ra :
+ Dòng không có xoáy ;

- + Chuyển động có biến dạng nhưng không biến dạng góc ;
- + Chuyển động không dừng ;
- + Phương trình họ các đường dòng ;
(ax + bt)(ay + bt) = C(t) - các đường parabol.
- + Phương trình quỹ đạo :

$$x = C_1 e^{at} - \frac{b}{a}t - \frac{b}{a^2}$$

$$y = C_2 e^{-at} - \frac{b}{a}t - \frac{b}{a^2}$$

3.38 - Dòng phẳng của chất lỏng thực trong kênh có bề rộng là dòng chảy tầng, vận tốc (140) của nó theo luật parabol :

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_{\max} \left(1 - \frac{4y^2}{b^2} \right) \\ v_y &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Tìm các đặc trưng của dòng, xác định hàm dòng, thế vận tốc phương trình họ các đường đẳng thế và lưu lượng dòng trong kênh.

Đáp số : + Chuyển động dừng, có xoáy, có biến dạng dài.

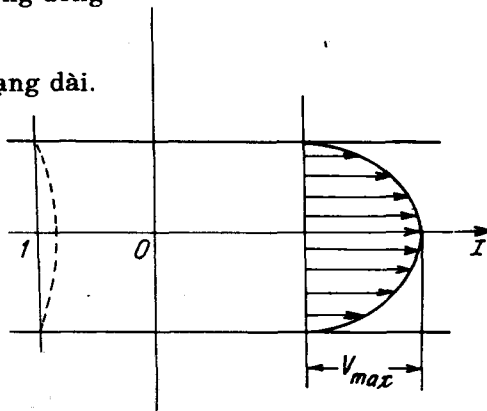
$$+ \psi = v_{\max} \left(y - \frac{4}{3} \times \frac{y^3}{b^2} \right) + C, y = C_1$$

(các đường thẳng trục giao trục y)

$$+ \varphi = v_{\max} \left(1 - \frac{4}{b^2} y^2 \right) + C, x = C_2$$

(các đường thẳng trục giao trục x)

$$+ Q = \frac{2}{3} v_{\max} b.$$



H. bài 3.38

3.39 - Xác định các thành phần vận tốc v , v_θ và thế vận tốc của dòng phẳng trong hệ tọa độ cực (r, θ), nếu biết các hàm dòng : (141)

$$a) \psi = -\frac{M}{2\pi} \cdot \frac{\sin\theta}{r}$$

b) $\psi = Ar^n \sin\theta$: trong đó $M = \text{const}$, $A = \text{const}$.

$$\text{Đáp số : } a) v_r = -\frac{M}{2\pi} \cdot \frac{\cos\theta}{r^2}$$

$$v_\theta = -\frac{M}{2\pi} \cdot \frac{\sin\theta}{r^2}, \varphi = \frac{M}{2\pi} \cdot \frac{\cos\theta}{r}$$

$$b) v_r = Ar^{n-1} \cos\theta$$

$$v_\theta = -nAr^{n-1} \sin\theta, \varphi = \frac{2A - n^2 A}{n} r^n \cos\theta$$

nếu $n = 1$ thì :

$$v_r = A \cos\theta ; v_\theta = -A \sin\theta ; \varphi = A \cos\theta.$$

3.40 - Khảo sát các dòng chảy đối xứng qua trục và tìm các hàm dòng của chúng, nếu cho trước :
(142)

a) $v_x = v_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right], v_r =$

(chảy tầng trong ống trụ tròn).

b) $v_x = v_{\max} \left[1 - \frac{r}{r_0} \right]^{n_1}, v_r = 0$

(chảy rối trong ống trụ tròn).

c) $v_x = v_{\infty} \left[1 + \frac{r_0^3}{2} \cdot \frac{r^2 - 2x^2}{(x^2 + r^2)^{5/2}} \right]; v_r = v_{\infty} \frac{3r_0^2}{2} \cdot \frac{xr}{(x^2 + r^2)^{5/2}}$

(chảy bao quanh hình cầu có bán kính r_0 dọc theo trục x , v - vận tốc vô cùng)

Đáp số : a) $\psi = \frac{v_{\max} r^2}{2} \left[1 - \frac{r_0^2}{2r^2} \right]$

b) $\psi = - \frac{v_{\max}}{n_1} \cdot \frac{(r_0 - r)^{n_1} [r(n_1 + 1) + r_0]}{(n_1 + 1)(n_1 + 2)}$

c) $\psi = \frac{v_{\infty} r^2}{2} \left[1 - \frac{r_0^3}{(x^2 - r^2)^{3/2}} \right]$

3.41 - Cho hàm dòng của các dòng chảy đối xứng qua trục
(143)

a) $\psi = \frac{M}{4\pi r} \sin^2 \alpha,$

b) $\psi = \frac{Q}{4\pi} (1 + \cos \alpha);$

trong đó : $Q = \text{const},$

$M = \text{const}.$

Xét xem dòng chảy như vậy có thể xảy ra không ? Tìm các thành phần vận tốc của nó.

Đáp số : Dòng chảy có xảy ra :

a) $v_r = \frac{M}{2\pi r^3} \cos \alpha, v_{\infty} = \frac{M}{4\pi r^3} \sin \alpha,$

b) $v_r = - \frac{Q}{4\pi r^2}, v_{\infty} = 0$

3.42 - Các dòng phẳng được xác định bởi các hàm dòng :
(144)

a) $\psi = 2ax;$

b) $\psi = -4ay;$

c) $\psi = 6 \frac{M}{2\pi} \cdot \frac{y}{x^2 + y^2} = - \frac{M}{2\pi} \cdot \frac{\sin \theta}{r}$

d) $\psi = a(x^2 - y^2)$

Tìm hàm lượng dòng qua các đoạn thẳng A(2 ; 1) - B(2 ; 6) và A(2 ; 1) - D(5 ; 6).

Đáp số : a) $Q_{AB} = 0, Q_{AD} = -6a$

b) $Q_{AB} = +20a, Q_{AD} = +20a$

$$c) Q_{AD} = + \frac{M}{20\pi}, \quad Q_{AD} = + \frac{31M}{610\pi},$$

$$d) Q_{AB} = -35a, \quad Q_{AD} = +14a.$$

3.43 - Dòng phẳng được xác định bởi các thành phần vận tốc.
145)

$$a) v_x = \frac{Q_0}{2\pi} \cdot \frac{x}{x^2 + y^2}; \quad v_y = \frac{Q_0}{2\pi} \cdot \frac{y}{x^2 + y^2};$$

$$b) v_x = -\frac{\Gamma}{2\pi} \cdot \frac{y}{x^2 + y^2}; \quad v_y = \frac{\Gamma}{2\pi} \cdot \frac{x}{x^2 + y^2};$$

$$c) v_x = ay; \quad v_y = bx, \text{ trong đó } \Gamma = \text{const}; \quad Q_0 = \text{const}.$$

Tìm lưu lượng dòng qua các đoạn A(2; 1) - B(2; 6) và A(2; 1) - D(5; 6)

$$\text{Đáp số: } a) Q_{AB} = 0,12Q_0, \quad Q_{AD} = 0,065Q_0$$

$$b) Q_{AB} = -0,08 \Gamma, \quad Q_{AD} = -0,09\Gamma,$$

$$c) Q_{AB} = \frac{32a - 3b}{2}, \quad Q_{DA} = \frac{35a - 21b}{2},$$

3.44 - Dòng chất lỏng lí tưởng chảy bao quanh hình trụ tròn dài vô hạn có bán kính r_0 .
146) Tương ứng với dòng phẳng, ta có hàm dòng của nó:

$$\psi = v_\infty \sin\theta \left(r - \frac{r_0^2}{r} \right) \text{ viết theo hệ tọa độ cực, trong đó } v_\infty - \text{ vận tốc của dòng.}$$

Tìm vận tốc của nó (v_x, v_y, v) theo tọa độ cực hoặc tọa độ để các và gia tốc của nó khi đi qua đoạn AB ($x_A = 0, y_A = 1\text{m}; x_B = 0; y_B = 3\text{m}$). Tìm lưu lượng chất lỏng chảy qua đoạn AB đó, nếu biết $r_0 = 1\text{m}, v_\infty = 1\text{m/s}$.

$$\text{Đáp số: } \left. \begin{aligned} v_x &= v_\infty \left(1 + \frac{r_0^2}{y^2} \right) \\ v_y &= 0 \end{aligned} \right\} \quad v = v_\infty \left(1 + \frac{r_0^2}{y^2} \right);$$

$$v_y = 0$$

$$\frac{dv}{dt} \Big|_{x=0} = \frac{v^2}{y} \left(1 - \frac{r_0^4}{y^4} \right);$$

$$Q_{AB} = 2 \cdot \frac{2}{3} \text{ m}^2/\text{s}.$$

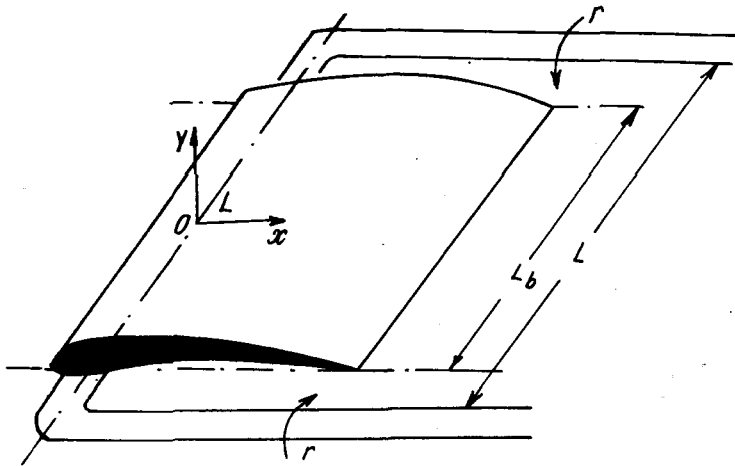
3.45 - Tìm luật phân bố vận tốc theo kích thước của cánh hữu hạn nếu cho rằng khoảng
147) cách giữa các xoáy tự do $l = 1,03l_0$ (l_0 - bề rộng của cánh) và cường độ xoáy tự do là $i = \Gamma$ (trên hình $r = \Gamma$).

Tìm vận tốc cảm ứng trung bình theo bề rộng của cánh.

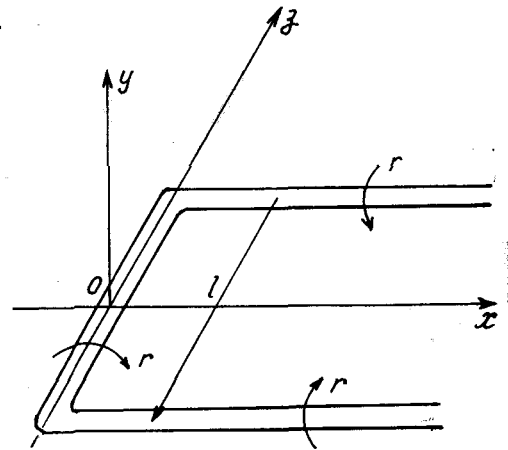
$$\text{Đáp số: } v_x = v_z = 0$$

$$v_y = \frac{\Gamma}{4} \cdot \frac{1}{\left(z + \frac{1}{2} \right) \left(z - \frac{1}{2} \right)}$$

$$v_{th} = -0,672 \frac{\Gamma}{l_0}$$



H. bài 3-45



H. bài 3-46.

3.46 - Tìm vận tốc cảm ứng tại các điểm trên trục Ox khi thay cánh có chiều dài hữu hạn (148) bằng xoáy theo hình chữ Π

$$\text{Đáp số: } |v| = \frac{\Gamma}{\pi l} \left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2x} \right)^2} \right]$$

3.47 - Chất lỏng chuyển động sao cho mỗi phân tử của nó tạo nên một đường tròn trục (149) giao với trục cố định và có tâm nằm trên trục đó. Chứng minh phương trình liên tục có dạng

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \omega)}{\partial \theta} = 0$$

Với ω - vận tốc góc θ° của mỗi phân tử mà vị trí của nó được xác định bằng tọa độ trụ (r, θ, z) .

3.48 - Chất lỏng chuyển động sao cho quỹ đạo các phân tử phân bố trên mặt các hình trụ (150) đồng trục.

Tìm phương trình liên tục của nó.

$$\text{Đáp số: } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(\rho v_\theta)}{\partial \theta} + \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} = 0$$

3.49 - Các phân tử chất lỏng chuyển động đối xứng với nhau qua tâm cố định, sao cho vận (151) tốc của mỗi một phân tử hoặc hướng vào tâm, hoặc rời khỏi tâm và chỉ phụ thuộc vào khoảng cách r đến tâm đó.

Biểu diễn phương trình liên tục của nó.

$$\text{Đáp số: } \frac{\partial \rho}{\partial t} + v \frac{\partial \rho}{\partial r} + \frac{\rho}{r^2} \cdot \frac{\partial(r^2 v)}{\partial r} = 0$$

(Hệ tọa độ cầu).

3.50 - Mỗi phân tử chất lỏng chuyển động trong các mặt phẳng đi qua trục. Tìm phương (152) trình liên tục của nó.

$$\text{Đáp số: } r \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho r v_r)}{\partial r} + r \frac{\partial(\rho v_z)}{\partial z} = 0$$

(Hệ tọa độ trụ)

3.51 - Quỹ đạo các phần tử chất lỏng phân bố trên các hình chóp đồng trục với Z và cùng (153) có đỉnh chung với nó.

Lập phương trình liên tục của nó.

Đáp số:
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v_r)}{\partial r} + \frac{2\rho v_r}{r} + \frac{1}{r \sin \theta} \cdot \frac{\partial(\rho v_\psi)}{\partial \psi} = 0.$$

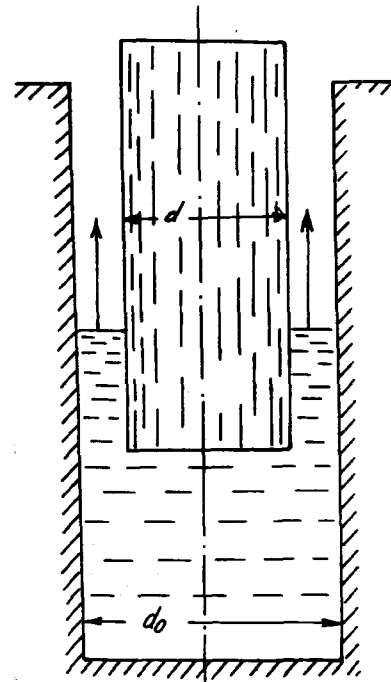
3.52 - Một vật nặng hình trụ tròn có đường kính d chuyển (154) động theo phương thẳng đứng xuống đáy một bình chứa chất lỏng cũng hình trụ tròn có đường kính d_0 và cùng đồng tâm với vật trên.

Vật đó có vận tốc v. Tìm vận tốc trung bình của dòng chất lỏng dâng lên trong bình chứa giữa mặt vật và thành bình theo hai trường hợp:

- So với đáy bể nước chứa;
- So với vật hình trụ.

Đáp số: a)
$$v_D = \frac{vd^2}{d_0^2 - d^2}$$

b)
$$v_t = \frac{vd_0^2}{d_0^2 - d^2}$$



H. bài 3-52

3.53 - Xét xem nếu các dòng chảy cho bằng các thành phần vận tốc dưới đây thì thỏa mãn (155) phương trình liên tục.

a)
$$\left. \begin{aligned} v_x &= \left[\frac{1}{x^2 + y^2} - \frac{2x^2}{(x^2 + y^2)^2} \right] v_0 r_0^2 \\ v_y &= \frac{-2xy}{(x^2 + y^2)^2} v_0 r_0^2 \end{aligned} \right\}$$

b)
$$\left. \begin{aligned} v_x &= \frac{-2xy}{(x^2 + y^2)^2} v_0 r_0 \\ v_y &= \frac{(x^2 - y^2)z}{(x^2 + y^2)^2} v_0 r_0 \\ v_z &= \frac{y}{x^2 + y^2} v_0 r_0 \end{aligned} \right\}$$

c)
$$\left. \begin{aligned} v_x &= \frac{Ax}{x^2 + y^2} \\ v_y &= \frac{Ay}{x^2 + y^2} \end{aligned} \right\}$$

Trong đó $A = \text{const}$, $v_0 = \text{const}$, $r_0 = \text{const}$.

- 3.54 - Tìm biểu thức $\text{div } \vec{v}$ và lập phương trình liên tục cho dòng nguyên tố, nếu các thành phần vận tốc của nó phụ thuộc vào vị trí các điểm của dòng chất lỏng trong không gian được xác định bằng các phương trình :

$$\left. \begin{aligned} v_x &= 2x^2 + y \\ v_y &= 2y^2 + z \\ v_z &= 2z^2 + x \end{aligned} \right\}$$

Đáp số : a) $\text{div } \vec{v} = 4(x + y + z)$
b) $x + y + z = 0$

- 3.55 - Hình cầu có bán kính $R = 0,5\text{m}$ và tâm trùng với gốc tọa độ.
(157)

Xác định lưu lượng chất lỏng đi qua mặt cầu đó và tính thể tích chất lỏng chảy ra sau 10 giây, nếu trị số vận tốc các phần tử chất lỏng tại thời điểm đầu giống nhau cho toàn mặt cầu và bằng 2m/s , còn phương của nó trực giao với mặt cầu.

Đáp số : $Q = 6,28\text{m}^3/\text{s}$
 $V = 62,8\text{m}^3$

- 3.56 - Tìm biểu thức tính lưu lượng chất lỏng đi qua mặt êlip tròn xoay có tâm ở gốc tọa độ, nếu các thành phần vận tốc các phần tử chất lỏng là :

$$\begin{aligned} v_x &= 2x + 1 \\ v_y &= 4y + 2 \\ v_z &= 6z + 3. \end{aligned}$$

Cho biết các bán kính êlip tròn xoay :

$$a = 0,8\text{m} ; b = 0,5 ; c = 0,5\text{m}$$

Đáp số : $Q = 12V_E(V_E - \text{thể tích êlip tròn xoay}) ;$
 $Q = 16\pi abc = 10\text{m}^3/\text{s}.$

- 3.57 - Vận tốc của dòng chảy tầng trong ống trụ tròn có bán kính r_0 trên theo luật :
(159)

$$v_x = v_{\max} \left[1 - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \right] ; v_r = 0$$

Tìm Q lưu lượng dòng theo các trường hợp sau :

- a- đối với toàn mặt cắt của ống ;
b- đối với vành trong ống giới hạn bởi :

$$r_1 = 0,5r_0, \quad r_2 = r_0$$

c- Đối với tiết diện ống từ $r_0 = 0$, đến $r = 0,5r_0$

Đáp số : a) $Q = \frac{\pi}{2} v_{\max} r_0^2$
b) $Q = \frac{\pi}{32} v_{\max} r_0^2$
c) $Q = \frac{15\pi}{25} v_{\max} r_0^2$

3.58 - Cho biết quy luật phân bố vận tốc dòng chảy rối trong ống trụ tròn có bán kính r_0 (160) là :

$$v_x = v_{\max} \left(1 - \frac{r}{r_0} \right)^{n_1}, \quad v_r = 0$$

Tìm lưu lượng dòng chảy.

Đáp số : $Q = \frac{2\pi}{(n_1 + 1)(n_1 + 2)} v_{\max} r_0^2$

3.59 - Theo điều kiện bài toán 3-56 và 3-57 hãy tính : Cần đặt ống đo vận tốc tại khoảng (161) nào kể từ trục ống để đo được vận tốc trung bình của dòng chảy :

Đáp số : a) Chảy tầng ; tại $r = \frac{r_0}{\sqrt{2}} = 0,707r_0$

b) Chảy rối : tại $r = r_0 \left[1 - \sqrt[n_1]{\frac{2}{(n_1 + 1)(n_1 + 2)}} \right]$

(nếu $n_1 = \frac{1}{7}$ thì $r = 0,758r_0$).

3.60 - Dòng chất lỏng lí tưởng với vận tốc $v = \text{const}$ chảy bao quanh hình cầu bán kính r_0 (162) có thể xem như dòng chảy đối xứng qua trục có hàm dòng :

$$\psi = \frac{v_{\infty} \sin^2}{2} \left(r^2 - \frac{r_0^3}{r} \right)$$

(theo hệ tọa độ cầu)

Tìm luật phân bố vận tốc và các thành phần vận tốc tại đoạn AB (có thể theo tọa độ trụ hoặc cầu).

Tính lưu lượng dòng chất lỏng qua đoạn AB đó (với θ biến thiên từ 0 đến 2π)

$$x_A = 0, r_A = m, x_B = 0, r_B = 3m,$$

$$v_{\infty} = 1\text{m/s và } r_0 = 1\text{m}$$

Đáp số : a) $v_r = 0$

$$v_x = v_0 + v \left(1 + \frac{r_0^3}{2r^3} \right)$$

$$v = v \left(1 + \frac{r_0^3}{2r^3} \right)$$

b) $Q = 27,21 \text{ m}^3/\text{s}.$

Chương 4.

ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT LỎNG LÍ TƯỞNG.

4.1 - Chất lỏng lí tưởng đựng trong bình hở chuyển động quay với vận tốc góc $\omega = 2.1/s$.
(169) Các thành phần lực khối tác động vào một đơn vị khối lượng tại mọi điểm :

$$X = \omega^2 x ; Y = \omega^2 y ; Z = +g,$$

(trục z hướng xuống dưới). Các thành phần vận tốc chất lỏng trong bình :

$$v_x = \frac{y}{x^2 + y^2} ; v_y = \frac{x}{x^2 + y^2} ; v_z = 0$$

Lập phương trình vi phân chuyển động dừng của chất lỏng trong bình và xác định áp suất dư tại điểm A(2 ; 2 ; 1), nếu gốc tọa độ ở trên mặt dòng và trọng lượng đơn vị của chất lỏng.

$$\gamma = 1.000 \text{ kG/m}^3 = 9.810 \text{ N/m}^3.$$

Giải :

Phương trình vi phân Ôle cho chuyển động dừng của chất lỏng lí tưởng có dạng :

$$\left. \begin{aligned} v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} &= X - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \\ v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} &= Y - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} \\ v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} &= Z - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

Vì chuyển động dừng nên theo phương trình đường dòng ta có :

$$v_x dy = v_y dx ; v_x dz = v_z dx ; v_y dz = v_z dy \quad (b)$$

nhân các vế của hệ (a) lần lượt với dx, dy, dz và thay (b) vào đó, ta có hệ phương trình vi phân mới :

$$\left. \begin{aligned} v_x \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} dx + \frac{\partial v_x}{\partial y} dy + \frac{\partial v_x}{\partial z} dz \right) &= X dx - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx \\ v_y \left(\frac{\partial v_y}{\partial x} dx + \frac{\partial v_y}{\partial y} dy + \frac{\partial v_y}{\partial z} dz \right) &= Y dy - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} dy \\ v_z \left(\frac{\partial v_z}{\partial x} dx + \frac{\partial v_z}{\partial y} dy + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz \right) &= Z dz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} dz \end{aligned} \right\} \quad (c)$$

Mặt khác :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial v_x}{\partial x} = \frac{-2xy}{(x^2 + y^2)^2} \\ \frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{x^2 + y^2 - 2y^2}{(x^2 + y^2)^2} = \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} \\ \frac{\partial v_x}{\partial z} = 0; \\ \frac{\partial v_y}{\partial x} = \frac{x^2 + y^2 - 2x^2}{(x^2 + y^2)^2} = \frac{y^2 - x^2}{(x^2 + y^2)^2} \\ \frac{\partial v_y}{\partial y} = -\frac{2xy}{(x^2 + y^2)^2}; \\ \frac{\partial v_y}{\partial z} = 0 \end{array} \right. \quad (d)$$

Đưa (d) vào (c), ta có :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{y}{(x^2 + y^2)^3} [-2xydx + (x^2 - y^2)dy] = \omega^2 x dx - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx \\ \frac{x}{(x^2 + y^2)^3} [(y^2 - x^2)dx - 2xydy] = \omega^2 y dy - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} dy \end{array} \right. \quad (e)$$

$$g dz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} dz = 0$$

Hệ phương trình (e) là đáp số thứ nhất của bài toán. Sau khi tổng hợp lại, ta có :

$$\frac{-x dx}{(x^2 + y^2)^3} - \frac{y dy}{(x^2 + y^2)^3} = \omega^2 x dx + \omega^2 y dy + g dz - \frac{1}{\rho} dp \quad (f)$$

Vì lực khối là lực có thế nên ta có thể viết :

$$\omega^2 x dx + \omega^2 y dy + g dz = dU = d \left(\frac{\omega^2 x^2}{2} + \frac{\omega^2 y^2}{2} + gz \right)$$

Lấy tích phân phương trình (f) ta có :

$$p = \frac{\omega^2}{2g} \gamma (x^2 + y^2) + \gamma z - \frac{\gamma}{2(x^2 + y^2)g} \quad (g)$$

Đưa các điều kiện đã cho vào (g) ta tìm được áp suất dư tại điểm A(2 ; 2 ; 1) :
 $p_a = 0,26247 \text{ kG/cm}^2 = 2,574 \text{ N/cm}^2$.

4.2 - Thế vận tốc của dòng phẳng chất lỏng lí tưởng có dạng :
(164)

$\varphi = x^2 - y^2$. Xác định độ chênh áp suất tại hai điểm A(2 ; 1) và B(4 ; 5) nếu bỏ qua lực khối và cho khối lượng riêng chất lỏng là ρ .

Giải :

Ta ứng dụng phương trình Bécnu-li cho dòng chất lỏng lí tưởng tại hai điểm A và B :

$$\gamma z_A + \rho \frac{v_A^2}{2} = \gamma z_B + p_B + \rho \frac{v_B^2}{2}$$

Theo điều kiện bài toán độ chênh áp suất giữa hai điểm A và B sẽ là :

$$\Delta p = p_A - p_B = \frac{\rho}{2} (v_B^2 - v_A^2)$$

Ở đây :

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = 2x$$

$$v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -2y.$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 2\sqrt{x^2 + y^2}$$

Tại điểm A ta có :

$$v_A = 2\sqrt{2^2 + 1} = 2\sqrt{5} ;$$

Tại điểm B ta có :

$$v_B = 2\sqrt{4^2 + 5^2} = 2\sqrt{41}$$

Từ đó suy ra hiệu áp suất giữa hai điểm A và B là :

$$\Delta p = p_A - p_B = 2\rho (41 - 5) = 72\rho.$$

4.3 - Tại điểm E của bình chứa có độ sâu 10m, nối một ống dài có miệng phun ở độ sâu (165) 30m (H. bài 4-3a) so với mặt nước trong bình chứa. Ống có đường kính 8cm, đầu ống có lắp một vòi phun T có đường kính miệng phun $d = 4\text{cm}$ với hệ số lưu lượng là 1.

- Xác định vận tốc v_T của dòng nước ra khỏi vòi ;
- Tính lưu lượng của nó ;
- Xác định áp suất tĩnh tại các điểm E và S là điểm ở trong vòi phun ;
- Vẽ đường năng là đường đo áp.

Giả thiết bỏ qua tổn thất và cho $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải :

a) Dựa vào phương trình Bernoulli đối với chất lỏng lí tưởng ta có :

$$h_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = h_T + \frac{p_T}{\gamma} + \frac{v_T^2}{2g}$$

Vì $p_A = p_T$ và $v_A = 0$ cho nên $h_A = h_T + \frac{v_T^2}{2g}$

$$\frac{v_T^2}{2g} = h_A - h_T = 30\text{m}, \text{ vậy } v_T = \sqrt{20 \times 30}$$

do đó :

$$v_T = 24,5\text{m/s}.$$

b) Lưu lượng có thể xác định bằng công thức :

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v_T = \frac{\pi}{4} (4 \cdot 10^{-2})^2 24,5 = 0,0308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,031 \text{ m}^3/\text{h} = 31 \text{ l/s}$$

c) Để xác định áp suất tại điểm E ta có phương trình :

$$h_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = h_E + \frac{P_E}{\gamma} + \frac{v_E^2}{2g}$$

Theo bài toán, tiết diện tại E gấp bốn lần tiết diện tại T nên ta có :

$$v_E = \frac{v_T}{4} = 6,125 \text{ m/s}$$

như trên ta có điều kiện

$$p_A = 0, v_A = 0,$$

do đó từ phương trình trên ta suy ra :

$$\frac{P_E}{\gamma} = h_A - h_E - \frac{v_E^2}{2g} = 10 - \frac{6,125^2}{20} = 8,125 \text{ m}$$

Hay :

$$p_E = 8,125 \text{ m H}_2\text{O}$$

Tương tự như trên, từ phương trình Bécnu-li viết cho các mặt A và S ta suy ra :

$$\frac{P_S}{\gamma} = h_A - h_S - \frac{v_S^2}{2g} = 30 - \frac{6,125^2}{20} = 28,125 \text{ m}$$

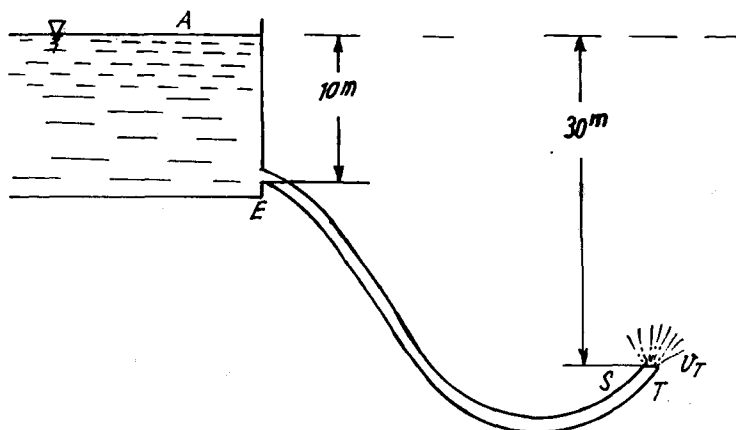
Hay :

$$p_S = 28,125 \text{ m H}_2\text{O}$$

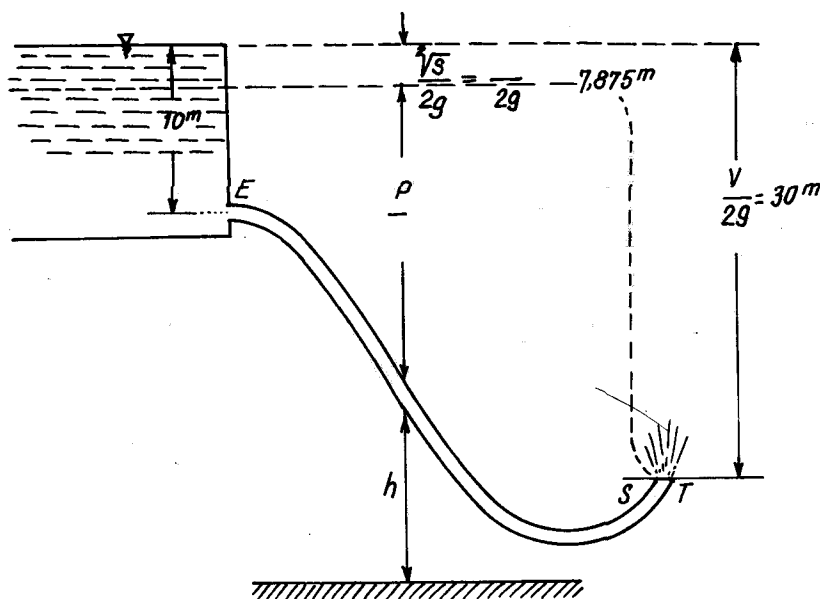
Nghĩa là áp suất tĩnh tại S lớn hơn tại E $20 \text{ m H}_2\text{O}$

d) Trên hình vẽ biểu diễn đường năng và đường đo áp. Rõ ràng đường đo áp suất hơn đường năng một đoạn.

$$\frac{v_E^2}{2g} = \frac{v_S^2}{2g} = 1,875 \text{ m}$$



H. bài 4-3a



H. bài 4-3b

4.4 - Một đoạn ống thu hẹp nằm trong mặt phẳng đứng nối hai ống : ống lớn có tiết diện (166) $0,50 \times 0,40 \text{ (m}^2\text{)}$ với vận tốc trung bình của nước là v_0 , ống thứ hai có tiết diện $0,50 \times 0,20 \text{ (m}^2\text{)}$. Tại các mặt cắt AA và BB đặt các ống đo áp và áp kế (xem hình vẽ).

a) Xác định độ chênh áp Δp , nếu cho vận tốc tại A là $0,7v_0$, còn ở B là $2,3v_0$, lưu lượng qua ống là $Q = 600 \text{ l/s}$.

b) Xác định độ chênh cột nước Δh trong ống chữ U tương ứng với độ chênh ở trên, cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải :

a) Áp dụng phương trình Becnuli cho các mặt cắt AA và BB ta có :

$$h_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = h_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g}$$

$$\text{hay : } \frac{p_A - p_B}{\gamma} = h_B - h_A + \frac{1}{2g} (v_B^2 - v_A^2) = -0,12 + [(2,3)^2 - (0,7)^2] \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\text{Vì : } v_0 = \frac{Q}{S} = \frac{0,60}{0,20} = 3 \text{ m/s, nên } \frac{v_0^2}{2g} = 0,45 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\text{Do đó : } \frac{p_A - p_B}{\gamma} = -0,12 + 4,9 \cdot 0,45 = 2,0' \text{ m H}_2\text{O}$$

$$\text{Hay : } \Delta p = p_A - p_B = 0,204 \text{ at}$$

b) Trong ống đo chữ U trị số Δh có thể tính :

$$\Delta h = \frac{1}{\rho} (v_B^2 - v_A^2) = \frac{v_0^2}{2g} [(2,3)^2 - (0,7)^2] = 2,16 \text{ m}$$

$$\text{Vậy } \Delta h = 2,16 \text{ m H}_2\text{O.}$$

1.5 - Một ống tròn gấp khúc chứa đầy chất lỏng lí tưởng, một đầu nhúng vào chất lỏng cùng loại đó ở trạng thái tĩnh, đầu kia tiếp xúc với khí trời ở phía trên, ống quay quanh trục O-O với vận tốc $\omega = \text{const.}$

a) Xác định với vận tốc góc ω_0 bằng bao nhiêu thì chất lỏng trong ống sẽ ở trạng thái tĩnh tương đối.

b) Nếu ống quay với $\omega = 2\omega_0$ thì lưu lượng Q thoát ra khỏi ống sẽ bằng bao nhiêu ?

Biết : $d = 20\text{mm}$, $h = 1.000\text{mm}$, $r = 400\text{ mm}$, $\gamma = 1.000\text{kG/m}^3 = 981\text{ N/m}^3$

Giải :

Ta ứng dụng phương trình Becnuli cho chuyển động tương đối của chất lỏng lí tưởng :

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \left(\frac{u_1^2}{2g} - \frac{u_2^2}{2g} \right)$$

Trong đó : v_1, v_2 - Vận tốc tương đối tại các tiết diện.

u_1, u_2 - Vận tốc theo tại tiết diện đó.

$\frac{u_1^2 - u_2^2}{2g}$ - Độ tăng (hoặc giảm) động năng đơn vị khi kể đến công của lực li tâm.

a) Theo bài toán, ta có :

$$z_1 = h, z_2 = 0, p_1 = p_2 = p_a, u_1 = \omega_0 r, u_2 = 0$$

Đưa các giá trị này vào phương trình trên, ta được :

$$h + \frac{p_a}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{(\omega_0 r)^2}{2g} - 0$$

Từ đó ta có : $\omega_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{r}$

Hoặc bằng số : $\omega_0 = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1.000}}{0,40} = 11,07.1/s$;

Đây cũng là đáp số của câu hỏi đầu tiên.

b) Khi $\omega = 2\omega_0$ thì :

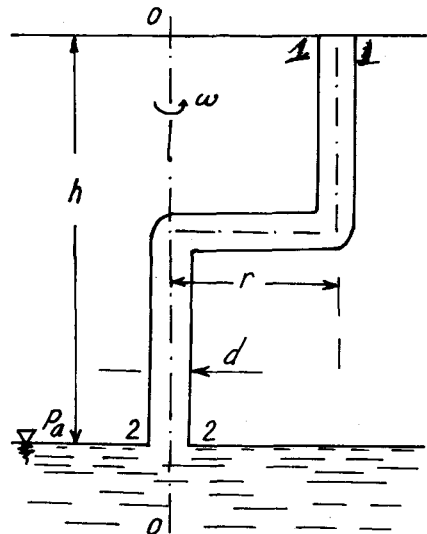
$$h + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{(2\omega_0 r)^2}{2g}$$

hay :

$$v_1 = \sqrt{4\omega_0^2 r^2 - 2gh}$$

Từ đây ta tìm được lưu lượng chất lỏng thoát ra khỏi ống :

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v_1 = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{4r^2 - 2gh}$$



H. bài 4-5

Vì theo trên :

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{r}$$

nên :

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{6gh}$$

Thay số vào biểu thức trên ta có :

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} \sqrt{609,81 \cdot 1,00} = 0,002407 \text{ m}^3/\text{s} = 2,407 \text{ l/s}$$

4.6 - Chất lỏng lí tưởng chảy từ bể chứa lớn Q qua vòi hình trụ tròn và đập vào tấm chắn (168) phẳng. Tấm chắn này dùng để bịt miệng một vòi hình trụ tròn có cùng tiết diện với vòi trên và gắn vào chò bể chứa lớn B chứa cùng loại chất lỏng. Biết độ sâu của chất lỏng lí tưởng từ mặt thoáng đến tâm vòi bể chứa B là h_2 .

Giả sử mức chất lỏng ở bể A là không đổi, tìm độ sâu tối thiểu h_1 của nó để giữ được tấm chắn không rơi (bỏ qua trọng lượng tấm chắn).

Giải :

Để giải bài này ta ứng dụng phương trình động lượng (định lí Ôle - 1) và công thức tính áp lực lên thành phẳng của chất lỏng ở trạng thái tĩnh.

Ở bể B áp lực chất lỏng tác động lên tấm chắn sẽ là :

$$P = p_c S = \gamma h_2 S$$

(S - diện tích tiết diện của vòi).

Ở bể A xung lực chất lỏng khi chảy ra khỏi vòi đập vào tấm chắn sẽ là :

$$R = \rho S v_1^2.$$

Bỏ qua tổn thất của vòi phun, ta có :

$$v = \sqrt{2gh_1}$$

$$R = \rho S (2gh_1) = 2g\rho S h_1$$

Muốn cho tấm chắn không bị rơi thì :

$$R \geq P$$

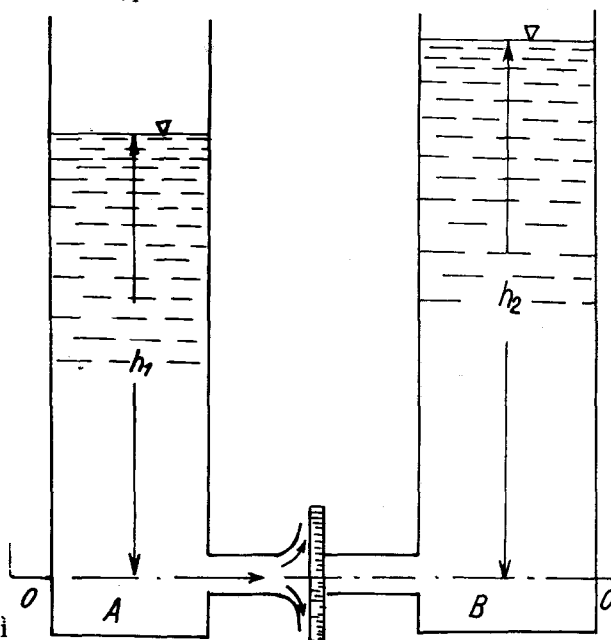
Từ đây ta tìm h_1 :

$$2g\rho S h_1 \geq \gamma S h_2$$

hay

$$h_1 \geq \frac{1}{2} h_2$$

Như vậy, muốn tấm chắn không bị rơi thì độ sâu bể chứa A (h_1) nhỏ hơn một nửa độ sâu h_2 của bể chứa B



H. bài 4-6

- 4.7 - Tia chất lỏng phun lên theo phương thẳng đứng từ ống có đường kính d_0 với vận tốc v_0 và gặp phải vật cản trên đường đi có dạng hai nửa quả cầu (xem hình vẽ). Biết trọng lượng vật cản là G , trọng lượng riêng chất lỏng là γ ; xác định độ cao z mà vật được nâng lên so với miệng ống (theo v_0).

Giải :

Tại vị trí vật cản được nâng lên và cân bằng ở độ cao z ta có điều kiện :

$$R = G \quad (a)$$

Tính R : Từ định lí Ôle 1 suy ra :

$$R = 2Q_m v_1 = 2\rho\omega_0 v_0 v_1 = 2 \frac{\gamma}{g} \omega_0 v_0 v_1 \quad (b)$$

Trong biểu thức (b) v_1 chưa biết, để tiết diện 0-0 và 1-1 (0-0 là mặt chuẩn)

$$r \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

Từ đó :

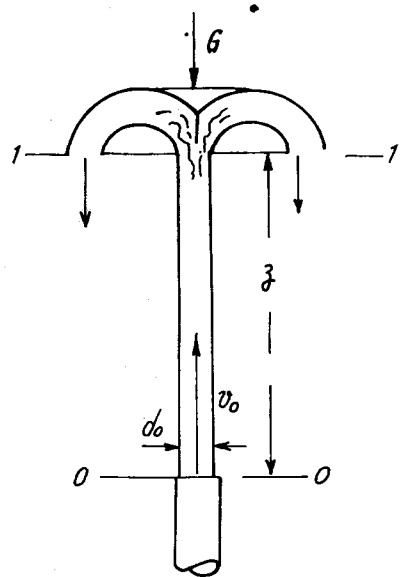
$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2gz} \quad (c)$$

Kết hợp các biểu thức (a), (b) và (c) ta có :

$$G = \frac{\pi d_0^2 \gamma v_0}{2g} \sqrt{v_0^2 - 2gz}$$

Từ đây ta tìm được độ cao nâng lên :

$$z = \frac{v_0^2}{2g} - \left(\frac{G}{\pi d_0^2 \gamma} \right)^2 \frac{2g}{v_0^2}$$



H. bài 4-7

- 4.8 - Chất lỏng lí tưởng không chịu nén chảy từ bể lớn qua vòi ra ngoài. Biết vòi dài l và diện tích tiết diện $S = \text{const}$. Trên bể chứa đặt một vòi cho chất lỏng chảy vào để điều chỉnh sao cho vận tốc dòng chảy ra được biểu thị bằng hệ thức :

$$v = v_0 - at ;$$

trong suốt cả thời gian chảy ra. Sự thay đổi vận tốc dòng theo tiết diện ống không đáng kể. Tìm thành phần nằm ngang của lực giữ cho bể chứa được ổn định. Giả thiết rằng vận tốc dòng trong bể chứa so với vận tốc trong ống không đáng kể và hệ số eo hẹp của dòng qua vòi là $\varepsilon = 1,00$.

Giải :

Thành phần nằm ngang của lực cần giữ ở đáy để cho bể chứa ở trạng thái cố định phải bằng tổng lực quán tính của dòng trong ống [vì $v = v(t)$] và động lượng dòng trong ống đó, tức là :

$$F = F_w + F_v,$$

Trong đó :

$$F_w = m_1 \frac{dV}{dt}, F_v = m_2 v ;$$

Vì : $v = v_0 - at$, nên $\frac{dv}{dt} = -a$

m_1 ở đây là khối lượng chất lỏng cả đoạn ống l :

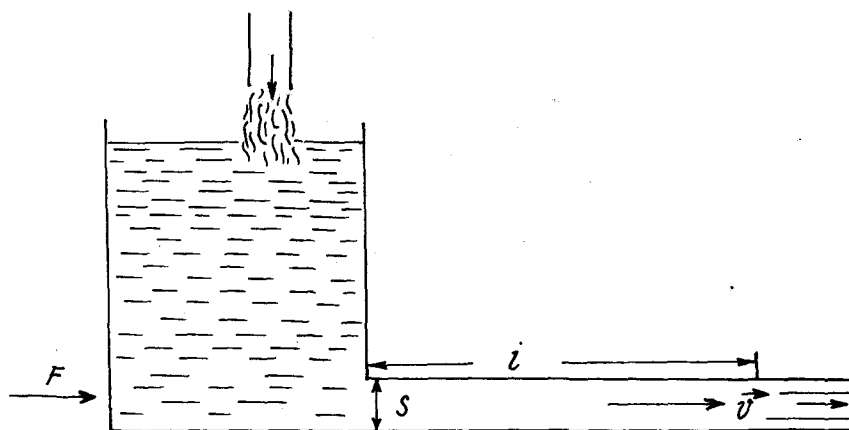
$$m_1 = \rho S l$$

mặt khác, $F_v = m_2 v$ và $m_2 = S$ nên

$$F_v = \rho S (v_0 - at)^2$$

Tổng hợp lại ta được

$$F = -\rho S l a + \rho S (v_0 - at)^2$$



H. bài 4-8

4.9 – Chất lỏng có khối lượng đơn vị $\rho = 109 \text{ kGs}^2/\text{m}^4 = 1.069 \text{ Ns/m}^4$ phun ra từ hai ống (171) phun theo hai chiều đối nhau quanh trục O cố định. Lập biểu thức tính mômen áp lực thủy động theo hai trường hợp :

a) Các ống phun ở vị trí cố định.

b) Các ống phun quay quanh trục của nó với vận tốc góc $\omega = \frac{\pi}{-4} \text{ 1/s}$ theo hai chiều thuận và ngược nhau.

$$\text{Biết : } S_1 = S_2 = S_0 = 0,02 \text{ m}^2, v = 4 \text{ m/s}, l = 6 \text{ m}$$

Giải :

Vì ống quay và chất lỏng phun ra theo hai chiều ngược nhau nên chúng tạo thành một ngẫu lực ứng với trục O .

Vậy mômen động lượng trong trường hợp này sẽ là :

$$M_z = 2(\rho S_0 v \frac{l}{2})v = \rho S_0 v^2 l$$

Đưa số liệu vào biểu thức trên ta có :

$$v_1 = v \pm \frac{\omega l}{2}$$

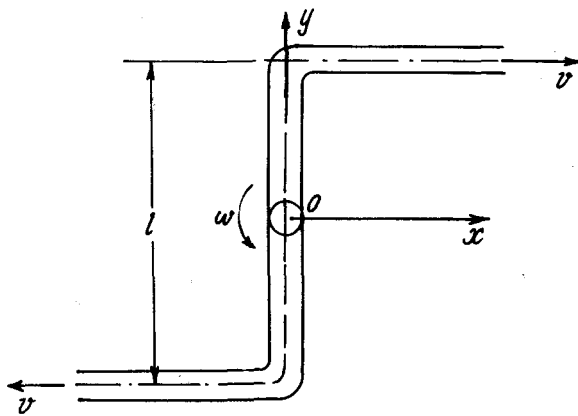
Trong đó dấu $\pm$ biểu diễn theo chiều ngược hoặc chiều thuận với chiều quay của ống quanh trục O.

Nếu theo chiều thuận ta sẽ có :

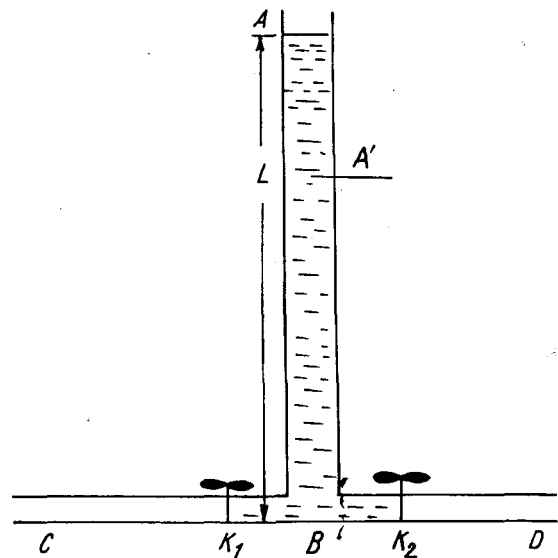
$$M_z = \rho v \left(v - \frac{1}{2} \right) S_0 l = 86,3 \text{ kG.m} = 846,8 \text{ N.m}$$

Nếu ống quay theo chiều ngược với chiều phun ra của chất lỏng ta sẽ có :

$$M_z = \rho v \left(v + \frac{1}{2} \right) S_0 l = 327,31 \text{ kGm} = 3210,8 \text{ Nm.}$$



H. bài 4-9



H. bài 4-10

4.10 - Cho các thành phần vận tốc :
(172)

$$v_x = 3x ; v_y = 4y ; v_z = 0 \text{ và hàm lực } N = gz.$$

Lập hệ phương trình vi phân chuyển động dừng của chất lỏng lí tưởng. Xác định áp suất dư tại điểm A ở độ sâu 1m dưới mặt thoáng (trục z hướng xuống dưới) và có $x_A = 2$, $y_A = 2$, gốc tọa độ nằm trên mặt dòng.

$$\text{Đáp số : a) } qxdx + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx = 0;$$

$$16ydy + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} dy = 0$$

$$9dz - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} dz = 0$$

$$\text{b) } p_A = 0,59 \text{ kG/cm}^2 = 5,79 \text{ N/cm}^2.$$

**4.11 - Biết thế vận tốc của dòng chất lỏng lí tưởng
(173)**

$$\varphi = mx + ny + p + qt ;$$

trong đó : t - thời gian ; m, n, p, q - các hằng số.

Lập hệ phương trình chuyển động không dừng và lấy tích phân cho dòng chất lỏng lí tưởng có lực khối là trọng lực.

Đáp số :

$$a) \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{m^2 + n^2 + p^2}{2} + q \right) dx = 0$$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{m^2 + n^2 + p^2}{2} + q \right) dy = 0.$$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} dz + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{m^2 + n^2 + p^2}{2} + q \right) dz + g dz = 0$$

$$b) \frac{p}{\rho} + \frac{m^2 + n^2 + p^2}{2g} + z + \frac{q}{g} = C(t).$$

**4.12 - Cho thế vận tốc của dòng chất lỏng lí tưởng
(174)**

$$\varphi = \frac{-2t}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \text{ và hàm lực } U = -gz$$

Tìm áp suất dư tại điểm A(1 ; 1 ; 1) sau 20 giây chuyển động. Ở thời điểm đầu áp suất tại điểm này bằng $p_0 = 1,2 \text{ kG/cm}^2 = 11,77 \text{ N/cm}^2$.

Đáp số : $p_A = 0,286 \text{ kG/cm}^2 = 2,806 \text{ N/cm}^2$.

**4.13 - Cho biết vận tốc tương đối của nước chảy bao quanh thuyền dọc theo đường mớn
(175) nước tăng lên gấp đôi so với vận tốc của thuyền. Áp suất của nước tại điểm mũi của thuyền (ở cùng độ sâu) là $p = 1,5 \text{ kG/cm}^2$ ($14,7 \text{ N/cm}^2$) vận tốc thuyền so với nước là $v = 18 \text{ km/h}$.**

Xét sự thay đổi áp suất của nước trên mặt đường mớn nước.

Đáp số : $p_m = 1,431 \text{ kG/cm}^2 = 14,04 \text{ N/cm}^2$.

**4.14 - Một khối chất lỏng lí tưởng có chiều dài 21 nằm trong ống thẳng có mặt cắt không
(176) đổi và nhỏ. Mỗi phân tử chất lỏng chịu tác động của ngoại lực hướng dọc theo ống đến một điểm cố định và tỉ lệ với khoảng cách từ phân tử đó đến điểm này.**

Xác định chuyển động của chất lỏng và luật phân bố áp suất tại mỗi một phân tử.

Đáp số : a) Phương trình vi phân của chuyển động chất lỏng.

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} = -ax - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} = 0$$

Trong đó : a- gia tốc chuyển động.

b) Luật phân bố áp suất :

$$\frac{p}{\gamma} = \frac{a}{2g} (x-2)(z+2l-x)$$

Áp suất tại điểm giữa của thể tích chất lỏng sẽ là :

$$\frac{p}{\gamma} = \frac{a}{2g} l^2.$$

4.15 - Dòng chất lỏng lí tưởng không nén được có thể và dừng có các thành phần vận tốc :
(177)

$$v_x = 4ax ; v_y = 3ay ; v_z = 7az$$

Lực khối của nó có các thành phần :

$$X = b^2x ; Y = b^2y ; Z = -z$$

Xác định quy luật phân bố áp suất nếu tại gốc tọa độ biết $p = p_0$ và $v_0 = 0$ trục z hướng lên trên. Tìm phương trình mặt tự do của dòng.

Đáp số :

$$a) p = p_0 + \rho \frac{b^2}{2} (x^2 + y^2) - \gamma z - \rho \frac{a^2}{2} (16x^2 + 9y^2 + 49z^2)$$

$$b) (b^2 - 16a^2)x + (b^2 - 9a^2)xy^2 - 49a^2z^2 - 2gz = 0.$$

4.16 - Ống thẳng đứng AB có mặt cắt nhỏ và không đổi ; ở phía dưới chia 2 nhánh là 2
(178) ống BC và BD nằm ngang. Tiết diện của hai ống này cùng không đổi và cùng bằng một nửa tiết diện ống thẳng đứng trên. Tại B có hai khóa K_1 và K_2 . Lúc đầu hai khóa này cùng đóng và ống AB chứa đầy chất lỏng lí tưởng đến độ cao AB = 1.

Xác định chuyển động của chất lỏng sau khi hai khóa này cùng mở nhanh một lúc.

Đáp số : Chuyển động của mặt mức chất lỏng trong ống đứng được biểu thị bằng phương trình $z = l \cos \left(\sqrt{\frac{g}{b}} t \right)$ (z - độ cao biến thiên của chất lỏng A'B theo thời gian t từ lúc bắt đầu mở khóa).

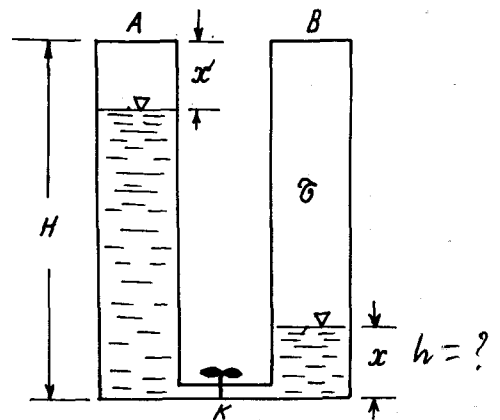
4.17 - Hai bình trụ tròn giống nhau và cùng bị kín một
(179) đầu, có chiều cao H , đáy của chúng thông với nhau bằng khóa K và cùng nằm trên mặt phẳng ngang. Một bình chứa đầy nước (được xem là chất lỏng lí tưởng), còn bình kia chứa không khí có áp suất p_0 có thể cân bằng với cột nước h ($h < H$). Tại thời điểm nào đó khóa K mở và xuất hiện thông nhau giữa hai bình.

Tìm độ cao nhất mà nước có thể dâng lên ở bình thứ hai giả sử không khí trong bình chịu nén và đẳng nhiệt.

Đáp số : Độ cao nhất của nước dâng lên ở bình là nghiệm của phương trình :

$$Hx - x^2 + Hh \ln \frac{H-x}{H} = 0$$

Với $h < H$.



H. bài 4-17

4.18 - Chất khí ở nhiệt độ không đổi chuyển động trong ống tròn thẳng có tiết diện không đổi.
(180)

Bỏ qua lực khối và cho rằng vận tốc v tại các điểm của mặt cắt đều như nhau tại thời điểm t nào đấy. Lập phương trình chuyển động của nó. Giả sử chất khí có $\rho = \text{const}$.

$$\text{Đáp số : } \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \frac{\partial}{\partial x} \left(2v \frac{\partial v}{\partial t} + v^2 \frac{\partial v}{\partial x} \right) = k \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right.$$

$$\left. \left(k = \frac{P}{S}, x - \text{trục tọa độ trùng với trục ống} \right) \right\}.$$

4.19 - Theo điều kiện bài trên (4.18) hãy lập phương trình chuyển động cho chất khí đẳng
(181) nhiệt chịu nén. ($\rho \neq \text{const}$).

$$\text{Đáp số : } \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[(v^2 + k)\rho \right]$$

4.20 - Dòng chất lỏng lí tưởng không chịu nén và có xircluat vận tốc bao quanh tâm cố
(182) định. Cho dòng chảy là dừng và phẳng, bỏ qua lực khối.

a) Tìm phương trình vi phân liên hệ giữa áp suất p thành phần vận tốc v và bán kính r - khoảng cách từ dòng đến tâm cố định.

b) Tìm biểu thức liên hệ giữa áp suất p và bán kính r cho các trường hợp :

$$v_\theta = \Omega r$$

$$v_\theta = \frac{C}{r};$$

Trong đó Ω và C là các giá trị không đổi, $v_x = 0$ cho toàn dòng.

$$\text{Đáp số : } a) \frac{\partial p}{\partial r} = \rho \frac{v_\theta^2}{r};$$

$$b) p = \rho \frac{\Omega}{2} r^2 + \text{const}$$

$$p = -\rho \frac{C}{2r} + \text{const}.$$

4.21 - Chứng minh rằng với chuyển động không xoáy, có thể vận tốc φ của chất lỏng lí
(183) tưởng không chịu nén thì xung lực giữa hai tiết diện nhỏ (ở đó có $\varphi = C_1$ và $\varphi = C_2$) trong ống dòng có thể biểu thị bằng công thức :

$$R = \frac{M}{2} (C_2 - C_1)$$

trong đó M - lưu lượng khối tức thời của chất lỏng đi qua ống.

4.22 - Cho phương trình hàm dòng $\varphi = x^2 - y^2$ của chất lỏng lí tưởng không chịu nén.
(184)

a) Tìm vectơ gia tốc toàn phần $\vec{w}$ và chứng minh rằng nó tỉ lệ với bán kính vectơ.

b) Sử dụng kết quả trên tìm áp suất của dòng nếu bỏ qua lực khối.

$$\text{Đáp số : } a) \vec{w} = 4\vec{r};$$

$$b) p = -2\rho r^2 + C;$$

$$(I \ r \ I = \sqrt{x^2 + y^2}).$$

4.23 - Chất lỏng lí tưởng chảy bao quanh trụ tròn có chiều dài vô hạn với vận tốc (185)

$v_\infty = \text{const}$. Thế vận tốc của dòng tại đây : $\varphi = v_\infty \left(r + \frac{r_0^2}{r} \right) \cos\theta$ (viết theo tọa độ cực, r_0 - bán kính hình trụ).

a) Tìm quy luật phân bố vận tốc và hệ số áp suất trên mặt hình trụ.

b) Tìm vận tốc, hệ số áp suất và áp suất dư của dòng có tọa độ $r = 2r_0$, $\theta = \pi$ và nếu biết $v_\infty = 10\text{m/s}$.

Biết trọng lượng riêng chất lỏng là :

$$\gamma = 1.024,8 \text{ kG/m}^3 = 10.053,29 \text{ N/m}^3$$

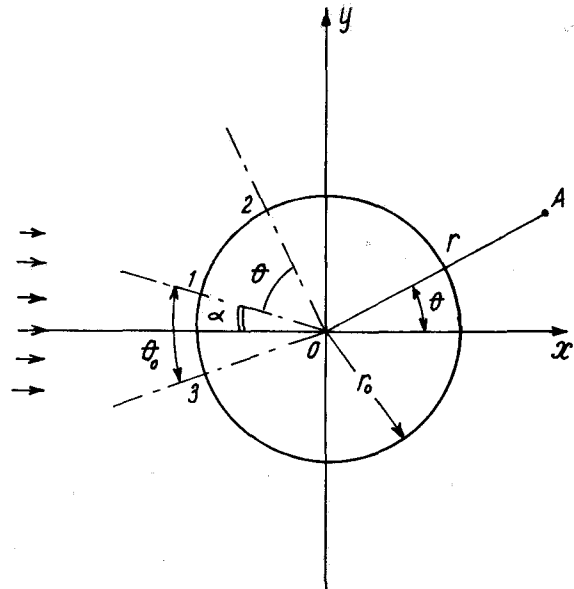
Đáp số : a) $v_r = 0$

$$v_\theta = -2v_\infty \sin\theta$$

$$C_p = \frac{2(p - p_0)}{\rho v_\infty^2} = 1 - 4\sin^2\theta$$

$$\text{b) } v = \frac{3}{4} v_\infty = 7,5 \text{ m/s ;}$$

$$C_p = 1 - \left(\frac{v}{v_\infty} \right)^2 = \frac{7}{16}$$



H. bài 4-23

$$p - p_0 = C_p \rho \frac{v_\infty^2}{2} = 2.270 \text{ kG/m}^2 = 22.268,7 \text{ N/m}^2.$$

4.24 - Áp dụng biểu thức thế vận tốc bài 4.23, $\varphi = v_\infty \left(r + \frac{r_0^2}{r} \right) \cos\theta$, tìm các biểu thức biểu (186)

thị độ giảm áp suất tại các điểm 1, 2, 3 ; $(p_1 - p_3)$ và $(p_2 - p_3)$ trên mặt hình trụ.

Biết vận tốc dòng là v_∞ và góc lệch của đường trung bình với phương dòng là α .

Đáp số : $p_2 - p_3 = 2\rho v_\infty^2 \sin 2\alpha \cos 2\theta_0$;

$$p_1 - p_3 = 2\rho v_\infty^2 \sin\theta_0 \sin(\theta_0 - 2\alpha).$$

4.25 - Thế vận tốc của điểm hút có dạng : (187)

$$\varphi = -\frac{Q(\tau)}{4} \cdot \frac{1}{r}, \text{ trong đó } \tau = \frac{\varepsilon}{T} ; T - \text{chu kì mạch động}$$

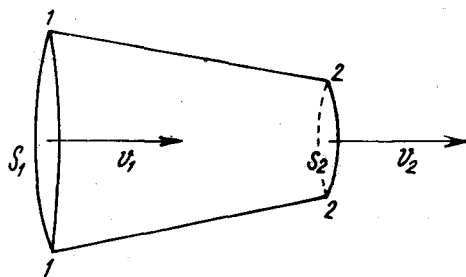
Biết luật biến thiên lưu lượng theo thời gian là

$Q = Q_0 \varepsilon$, xác định luật biến thiên áp suất.

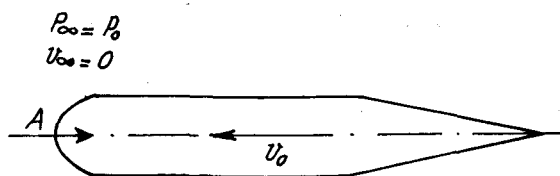
$$\text{Đáp số : } \frac{p - p_0}{\rho} = \frac{Q_0}{4\pi T} \cdot \frac{d\varepsilon}{d\tau} \cdot \frac{1}{r} + \frac{1}{2} \left(\frac{Q_0 \varepsilon}{4\pi r} \right)^2.$$

- ✓ 4.26 - Khi chất lỏng lí lượng chảy dừng ra khỏi ống hình chóp cụt thì các quỹ đạo của các (188) phân tử chất lỏng tạo thành những đường thẳng hội tụ ở đỉnh hình chóp cụt đó. Giả sử chuyển động là đẳng nhiệt ; tìm hệ thức giữa các vận tốc v_1 và v_2 tại các tiết diện 1-1 và 2-2 có các diện tích mặt cắt là S_1 và S_2 .

Đáp số : $\frac{v_2}{v_1} = \frac{S_1}{S_2} e^{\frac{v_1^2 - v_2^2}{2k}}$
 $(k = \frac{P}{\rho} = \text{const})$



H. bài 4.26



H. bài 4-27

- 4.27 - Xác định áp suất dư tại điểm đầu A của vật tròn xoay khi vật chuyển động tịnh tiến (189) trong chất lỏng lí tưởng với vận tốc không đổi $v_0 = 10\text{m/s}$. Ở xa vật thể (tại vô cùng) chất lỏng được xem là đứng yên. Biết trọng lượng riêng của chất lỏng là $\gamma = 1.024,8 \text{ kG/m}^3 = 10,054 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$.

Đáp số : $p_A - p_0 = \rho \frac{v_0^2}{2} = 0,52 \text{ at.}$

- 4.28 - Quạt li tâm thổi không khí từ môi trường khí quyển vào ống phun. Tại thân ống (190) phun hình trụ có đường kính $d = 200\text{mm}$ nối một ống con xuống bể chứa nước. Cho biết mức nước dâng lên trong ống là 250mm , xác định lượng không khí qua ống phun (xem không khí là chất lỏng lí tưởng không chịu nén).

Đáp số : $Q = 494\text{m}^3/\text{s.}$

- 4.29 - Ống Venturi đặt trên máy bay để đo lưu lượng không khí thổi ra từ thiết bị con quay (191) tự định hướng. Xác định độ chân không tại mặt cắt hẹp của ống nếu cho : $D/d = \sqrt{2}$ vận tốc máy bay $v_0 = 100\text{m/s}$, $\gamma_{kk} = 6,12 \text{ N/m}^3$ tương ứng ở độ cao 6.500m .

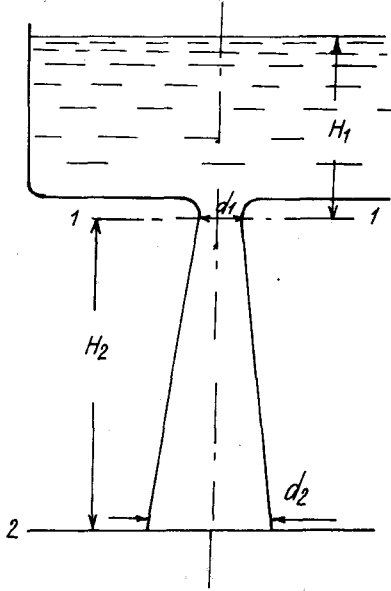
Đáp số : $p_0 - p = \frac{3}{2} \rho v_0^2 = 88.290\text{N/m}^2$.

- 4.30 - Khi làm thí nghiệm các mô hình vật thể tròn xoay trong ống khí động với vận tốc (192) dòng khí $v = 60\text{m/s}$ thì độ chân không tại một điểm bằng $(p_0 - p) = 549,36 \text{ N/m}^2$.

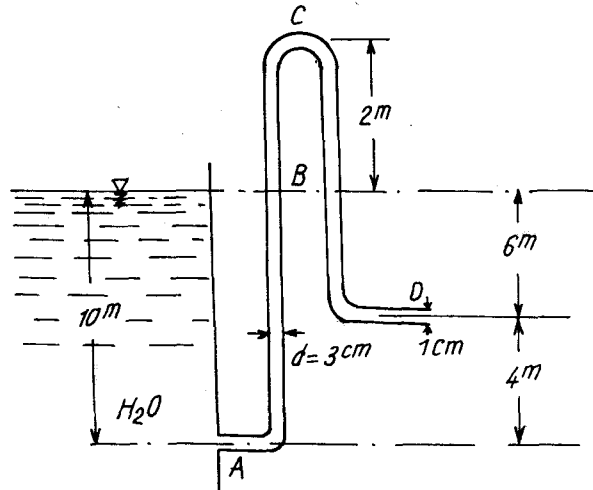
Xác định áp suất dư $(p - p_0)$ tại một điểm tương tự như vậy của vật thể thực chuyển động trong nước biển với vận tốc $v_T = 20\text{m/s}$; nhiệt độ không khí trong ống khí động là 15°C dưới áp suất 760 mmHg (tại $T = 15^\circ\text{C}$ áp suất 760 mmHg không khí có trọng lượng riêng $\gamma_k = 1,22\text{kG/m}^3 = 12,03 \text{ N/m}^3$ và của nước biển là $\gamma = 1.024,8 \text{ kG/m}^3 = 10.053,29 \text{ N/m}^3$).

Đáp số : $(p - p_0)_T = -5.200 \text{ kG/m}^2$
 $= -51.012 \text{ N/m}^2$.

- 4.31** - Nước chảy từ bể lớn ra ngoài theo ống loe. Bỏ qua tổn thất, tính mực nước H_1 trong (193) bể chứa để áp suất tại tiết diện co hẹp của ống lọc có thể bằng 0 theo lý thuyết. Biết $d_1 = 100\text{mm}$, $d_2 = 150\text{ mm}$, $H_2 = 1,15\text{m}$.
 Đáp số : $H_1 = 1,1\text{m}$.



H. bài 4-31



H. bài 4-32

- 4.32** - Xác định áp suất tại các điểm A, B, C, D ; cho biết ống có đường kính $d = 3\text{cm}$, (194) miệng ống eo hẹp có đường kính 1cm , các eo kích thước theo hình vẽ.
 Bỏ qua tổn thất.

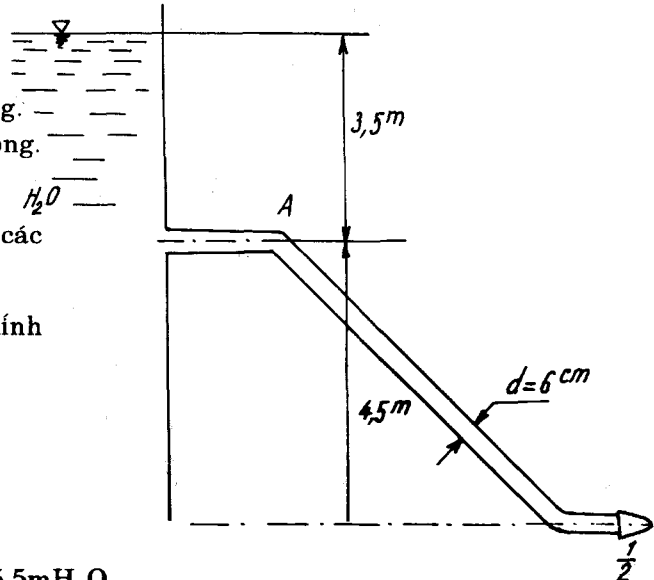
Đáp số :

$p_A = 91,23 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ - áp suất dư.

$p_B = 6.867 \text{ N/m}^2$ - áp suất chân không.

$p_C = 26,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ - áp suất chân không.

$p_D = 52 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ - áp suất dư.



H. bài 4-33

- 4.33** - Xác định áp suất tại điểm A trong các (195) trường hợp sau (hình vẽ 4.33)

a) Dầu ống có lắp vòi phun có đường kính miệng phun bằng $1/2d$.

b) Dầu ống không lắp vòi phun.

Bỏ qua tổn thất.

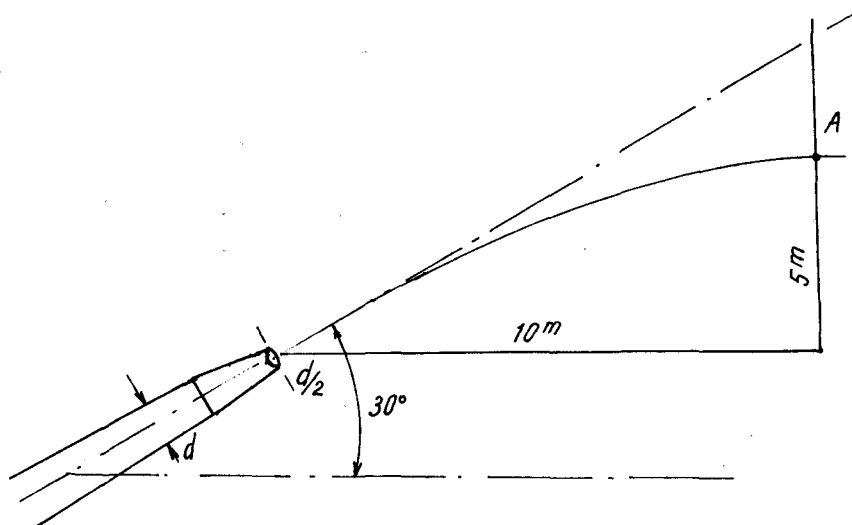
Đáp số : a) $p_A = 29,43 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$
 $\approx 3\text{mH}_2\text{O}$ (áp suất dư)

b) $p_A = 53,955 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 = 5,5\text{mH}_2\text{O}$
 (áp suất chân không).

- ✓ 4.34 - Xác định lưu lượng của súng phun để dòng chất lỏng đi qua điểm A. Cho biết miệng (196) ống phun là $\frac{1}{2}d = \frac{1}{2} 2\text{cm} = 1\text{cm}$.

(Xem hình vẽ).

Đáp số : $Q = 5,73 \text{ l/s}$ ($v_0 = 73 \text{ m/s}$).



H. bài 4-34

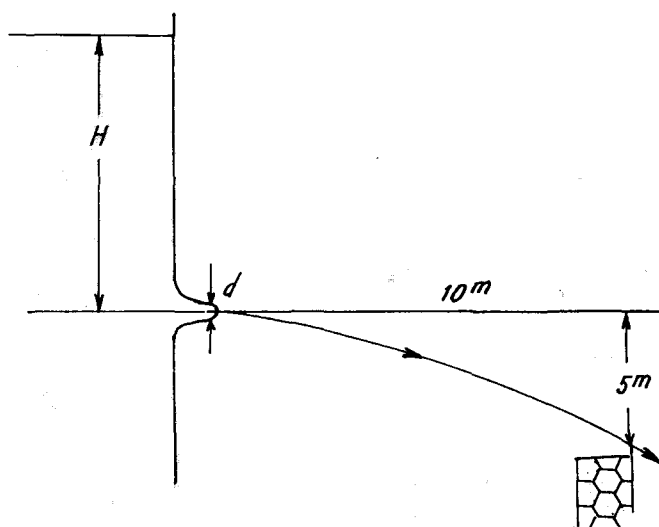
- ✓ 4.35 - Xác định độ cao H tối thiểu để vòi phun dòng nước vượt qua tường chắn. (197)

Tính lưu lượng qua vòi p

Biết $d = 2\text{cm}$; bỏ qua tổn thất.

Đáp số : $H_{\min} = 5\text{m}$.

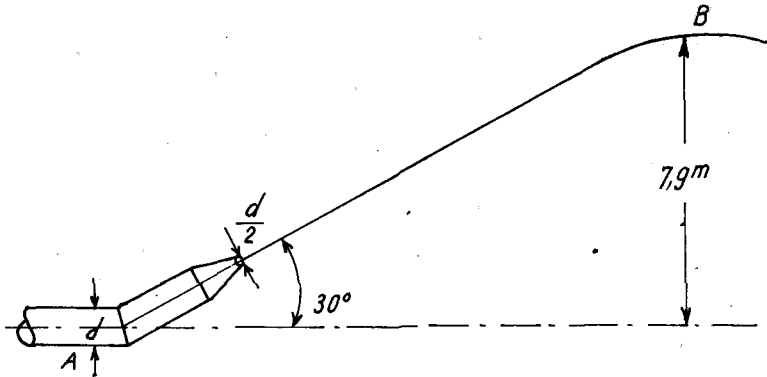
$Q = 3,14 \text{ l/s}$.



H. bài 4-35

4.36 - Vận tốc đi qua điểm cao nhất B của dòng chất lỏng có trị số 10m/s. Tính áp suất tại A.
(198)

Đáp số : $p_A = 118 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$
 $= 12 \text{mH}_2\text{O}$
 (áp suất dư)

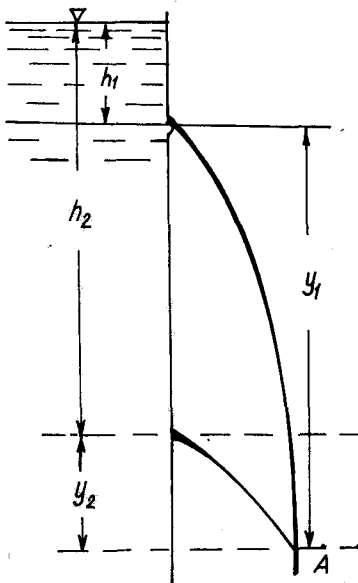


H. bài 4-36

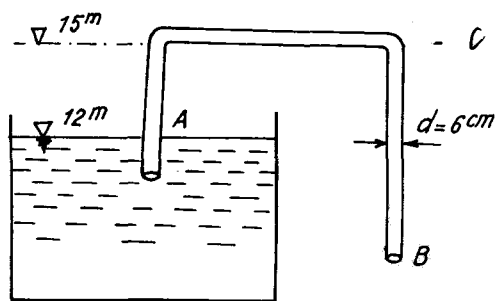
4.37 - Hai vòi phun chất lỏng lí tưởng từ các độ sâu h_1 và h_2 và gặp nhau ở A.
(199)

Hãy nghiệm biểu thức :

$$h_1 y_1 = h_2 y_2$$



H. bài 4-37



H. bài 4-38

4.38 - Xác định lưu lượng trong ống xiphông và cao trình của miệng ống B, nếu tại điểm
(200) cao nhất cột áp chân không $h_{ck} = 8\text{m}$;

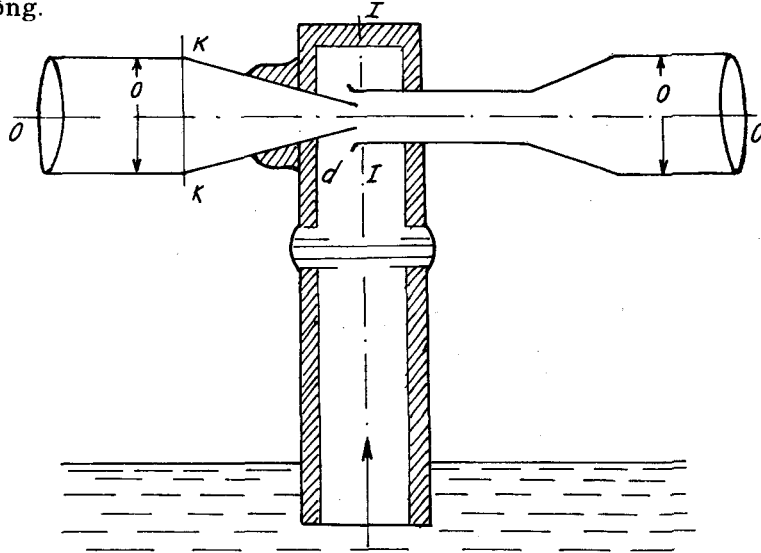
Đáp số : $Q = 28,26 \text{ l/s}$.

cao trình của B : $\nabla = 7\text{m}$.

✓4.39 - Lưu lượng cung cấp cho máy bơm phun tia là $Q = 30\text{l/s}$ kích thước máy bơm : đường (201) kính ống lớn $D = 100\text{mm}$, của ống nhỏ đoạn hẹp nhất $d = 50\text{mm}$. Nước từ ống có áp chảy vào không khí.

Tính : Nếu máy bơm đặt ngang theo trục $O - O$ ở độ cao cách mặt nước $x = 4,5\text{m}$ thì có thể hút nước lên được không ? Bỏ qua tổn thất năng lượng.

Đáp số : không.



H. bài 4-39.

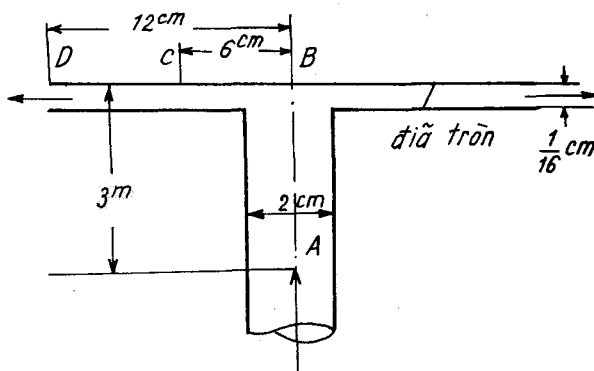
✓4.40 - Nước chảy từ ống qua khe hẹp giữa hai đĩa tròn rồi ra ngoài không khí. Xác định (202) áp suất tại các điểm A, B, C và D, cho biết lưu lượng nước $Q = 3,14\text{l/s}$.

Đáp số : Áp suất dư tại các điểm A, B, C, D là :

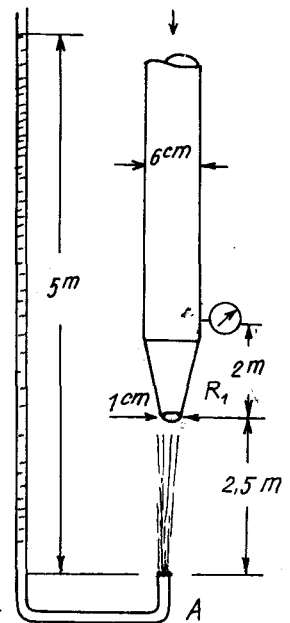
$$p_D = 0, p_c \text{ (chân không)} = 66,7 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$$

$$p_A = 1667 \text{ N/m}^2 \approx 0,017 \text{ at.}$$

$$p_B = \text{(chân không)} = 27,76 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 = 0,283 \text{ at.}$$



H. bài 4-40



H. bài 4-41

4.41 ✕ - Đặt ống Pitô như hình vẽ bài 4.41, nước sẽ dâng cao 5m.

(203)

Xác định lưu lượng nước trong ống và chỉ số áp suất trong áp kế. Cho biết $g = 10 \text{ m/s}^2$.

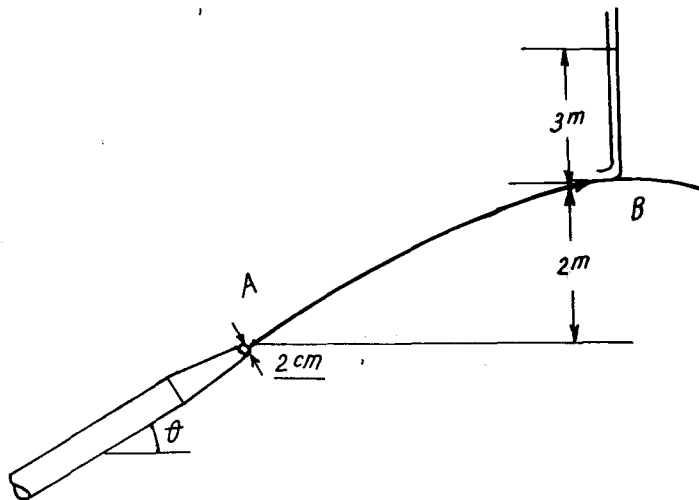
Đáp số : $Q = 10,5 \text{ l/s}$, $p = 17.775 \text{ N/m}^2 \approx 0,18 \text{ at}$.

4.42 ✕ - Mức nước dâng lên trong ống Pitô đặt ở điểm cao nhất của dòng chất lỏng được biểu diễn như hình vẽ bài 4.42. Xác định lưu lượng súng phun và góc θ giữa súng phun và phương ngang.

Đáp số : $Q = 3 \text{ l/s}$;

$\cos \theta = 0,74$;

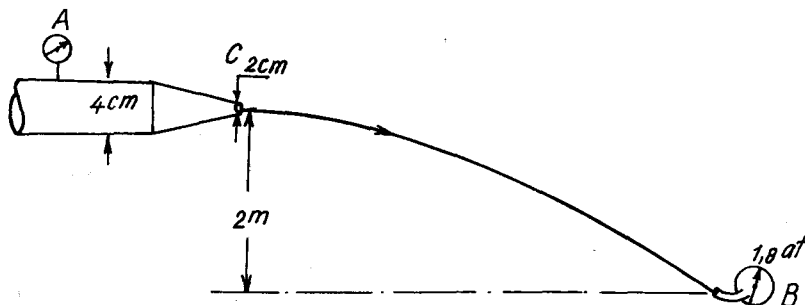
$\theta = 47^\circ 45'$.



H. bài 4-42

4.43 ✕ - Xác định chỉ số áp suất trong áp kế đặt ở miệng súng phun nếu áp kế đặt trên dòng nước thấp hơn miệng súng phun 2 mét chỉ 1,8 at. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Đáp số : $p_d = 1,5 \text{ at}$.



H. bài 4-43

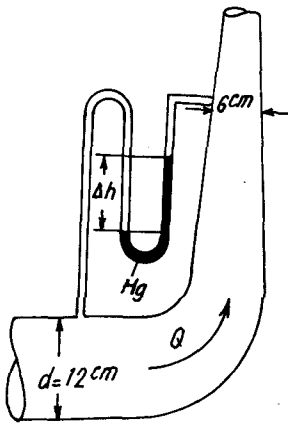
4.44 - Nước chảy trong ống ngoặt có các đường kính khác nhau.

(206)

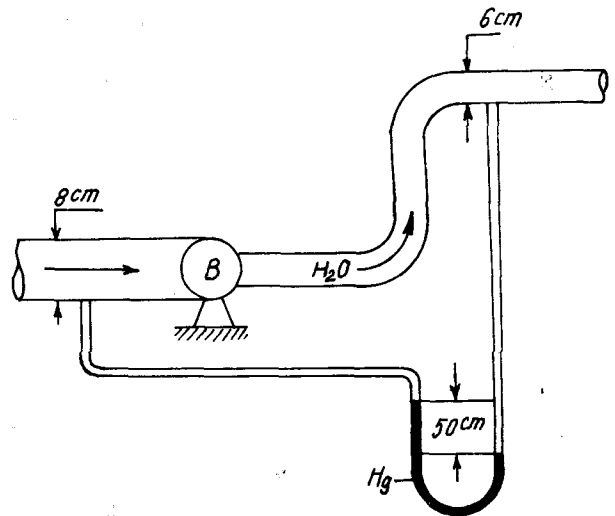
Xác định độ chênh mực thủy ngân trong ống chữ U.

Cho $Q = 31,4 \text{ l/s}$, $\gamma_{\text{Hg}} = 13,6\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$

Đáp số : $\Delta h = 47\text{cm}$.



H. bài 4-44



H. bài 4-45

✓ 4.45 - Độ chênh mực thủy ngân trong ống chữ U nối hai đầu với cuối ống hút và đầu ống (207) đáy là $\Delta h = 50\text{cm}$. Đường kính ống hút $d_1 = 8\text{cm}$, đường kính ống đẩy $d_2 = 6\text{cm}$.

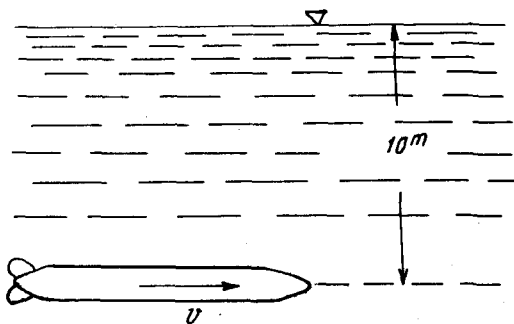
Bỏ qua tổn thất, tính công suất của bơm. Cho lưu lượng $Q = 17 \text{ l/s}$.

Đáp số : $N = 1,25 \text{ kW}$.

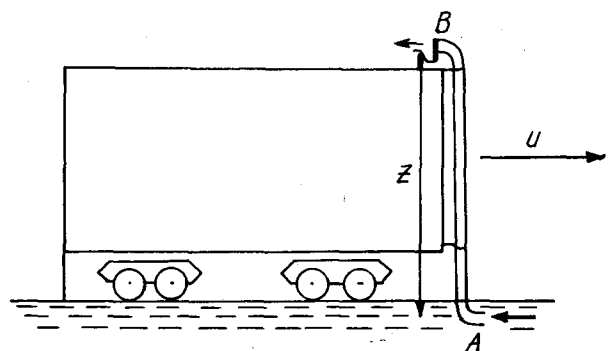
4.46 - Một quả thủy lôi được phóng trong mặt phẳng ngang ở độ sâu 10m với vận tốc $v =$ (208) 15m/s . Xác định áp suất ở đầu mũi. Biết ở độ sâu đó nước có khối lượng riêng là :

$$\rho = 1,02 \cdot 10^3 \text{ KG/m}^3, \text{ cho } g = 9,81\text{m/s}^2.$$

Đáp số : $p = 2,19 \text{ at}$.



H. bài 4-46



H. bài 4-47

• ✓ 4.47 - Để lấy nước cho đầu máy xe lửa người ta bố trí thiết bị như sau : ống tròn có đường (209) kính $d = 150\text{mm}$, uốn hình chữ Z được gắn vào toa xe chở nước (xitec) ở gần đầu máy. Đầu dưới của ống đặt hướng ra phía trước và được để chìm trong rãnh đáy nước (rãnh nước này đặt song song với đường ray và nước ở trạng thái tĩnh).

Độ cao từ mặt nước đến đầu cuối ống là $a = 3,5\text{m}$. Như vậy, khi toa xe chuyển động thì nước sẽ vào ống từ đầu A và đổ ra ở đầu B mà vào xitec.

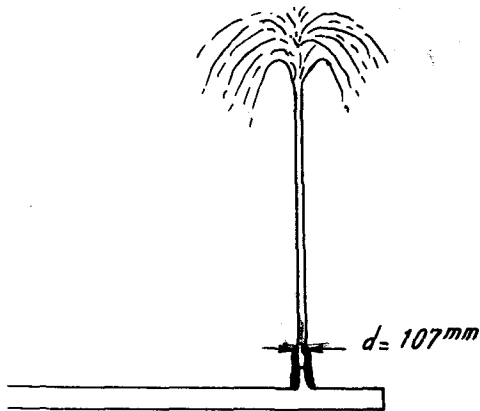
Giải thích điều đó ?

Tìm lưu lượng nước chảy vào xitec nếu vận tốc đầu máy $v_0 = 72 \text{ km/h}$. Bỏ qua lực ma sát và lực cản trong ống.

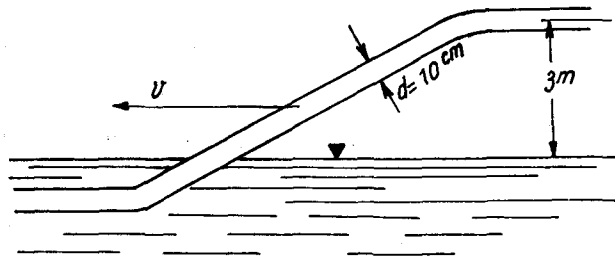
Đáp số : $Q = 323 \text{ l/s}$.

- ✓ 4.48 - Vòi phun nước ra ngoài không khí theo phương thẳng đứng từ dưới lên. Xác định áp suất, lưu lượng và công suất của vòi, nếu vòi có đường kính $d = 107 \text{ mm}$ và phun đạt độ cao 156m .

Đáp số : $p = 15,3 \text{ at}$;
 $Q = 500 \text{ l/s}$;
 $N = 750 \text{ kW}$.



H. bài 4-48



H. bài 4-49

- ✓ 4.49 - Tương tự như bài 4-47 đối với ống có đường kính $d = 10\text{cm}$ dẫn nước vào thùng (211) chứa ở độ cao 3m .

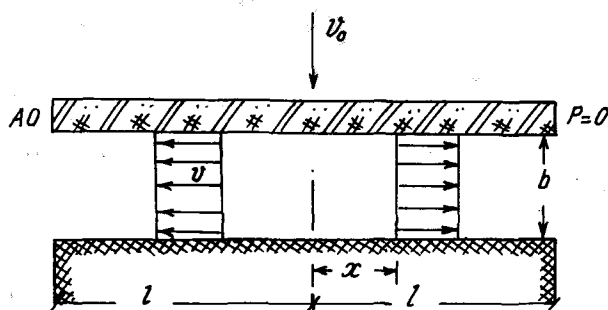
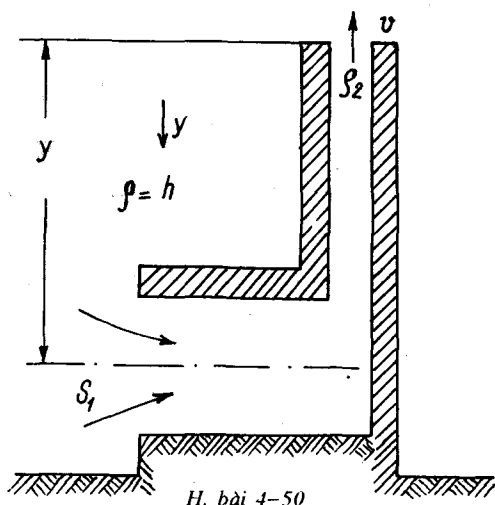
- a) Xác định vận tốc của ống để đạt độ cao nói trên.
 b) Xác định lưu lượng nước vào bể chứa, nếu ống vận tốc $v = 72 \text{ km/h}$.

Đáp số : a) $v = 7,75 \text{ m/s} = 29 \text{ km/h}$.
 b) $Q = 145 \text{ l/s}$.

- 4.50 - Chất lỏng lí tưởng có khối lượng riêng ρ_1 chảy vào lò sưởi và ở đây được đun nóng (212) lên cho khối lượng riêng giảm xuống đến ρ_2 . Sau đó chất lỏng chảy vào ống có chiều cao y . Bỏ qua quá trình đun nóng, coi chất lỏng là không chịu nén, tìm vận tốc v của chất lỏng ở cuối ống.

Vận tốc chất lỏng chảy vào lò có thể bỏ qua và chất lỏng lúc chưa đun nóng (có ρ_1) phủ đầy ống (H. bài 4-50).

Đáp số : $v = \sqrt{2gy \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right)}$



4.51 - Hai bản phẳng song song có chiều dài $2l$ đặt cách nhau một khoảng b . Bản trên (213) chuyển động xuống bản dưới với vận tốc $v_0 = \text{const}$.

Ở giữa hai bản phẳng này chứa đầy chất lỏng lí tưởng không chịu nén. Khi tấm trên ép xuống thì chất lỏng sẽ chảy ra hai bên song song với các bản và tại tâm có vận tốc bằng 0.

Biết $b \ll 1$, vận tốc v song song với các bản và không đổi theo bề rộng của khe giữa hai bản. Xem dòng chảy một chiều song song với trục x .

a) Chứng minh rằng vận tốc tại điểm cách tâm

một khoảng x sẽ là $v = \frac{v_0 x}{b}$;

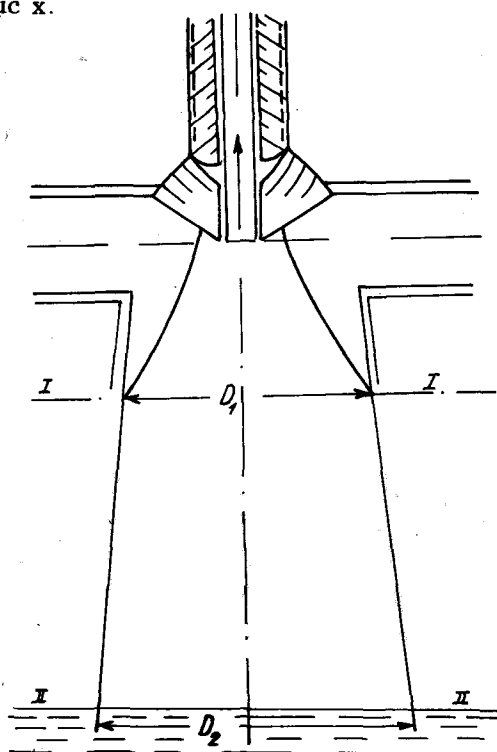
b) Nếu khoảng cách b thay đổi theo thời gian và cho áp suất dư bên ngoài bằng 0, tính áp suất tại điểm cách tâm một khoảng x .

Bỏ qua trọng lực.

Đáp số : b) $p = \frac{\rho}{2} \left(\frac{v}{b} \right)^2 (l^2 - x^2)$.

4.52 - Biết chiều dài ống thoát nước của tuabin là (214) $h = 5,0\text{m}$, tìm trị số chân không ở nơi bắt đầu của ống đó. Cho biết đường kính cửa vào $d_1 = 0,7\text{m}$, đường kính cửa ra $d_2 = 1,4\text{m}$ và lưu lượng $Q = 1,3\text{m}^3/\text{s}$; bỏ qua tổn thất năng lượng.

Đáp số : $h_{\text{ck}} = 5,8\text{m}$.

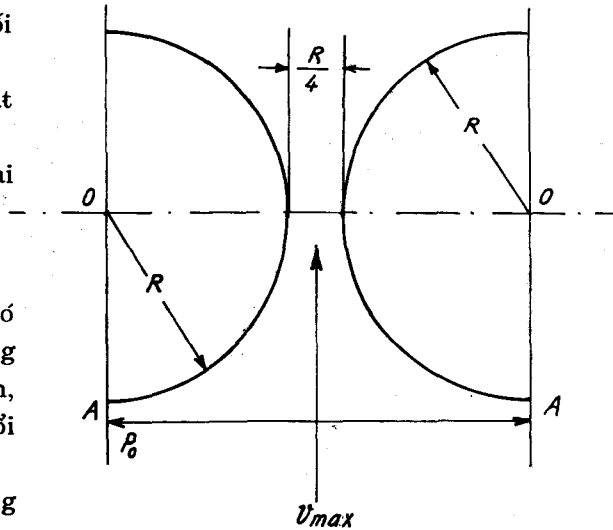


4.53 - Giữa hai nửa hình trụ tròn dài $5R$ và (215) bán kính R có dòng khí lí tưởng với khối lượng riêng ρ phóng qua.

Vận tốc của dòng tại đoạn hẹp nhất đạt đến $v = v_{\max}$.

Xác định lực P có xu hướng kéo dài hai nửa hình trụ lại với nhau.

Đáp số : $P = 1,755 \rho R^2 v_{\max}^2$.



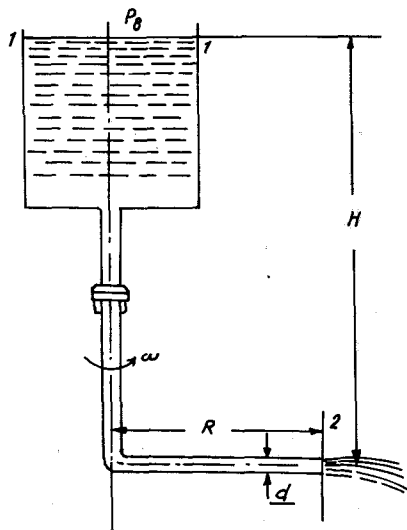
H. bài 4-53

4.54 - Chất lỏng lí tưởng chứa trong bình có (216) mặt mức là mặt tự do. Xác định lưu lượng của nó chảy ra khỏi ống nối với đáy bình, nếu ống quay với số vòng quay không đổi là $n = 360$ vg/ph.

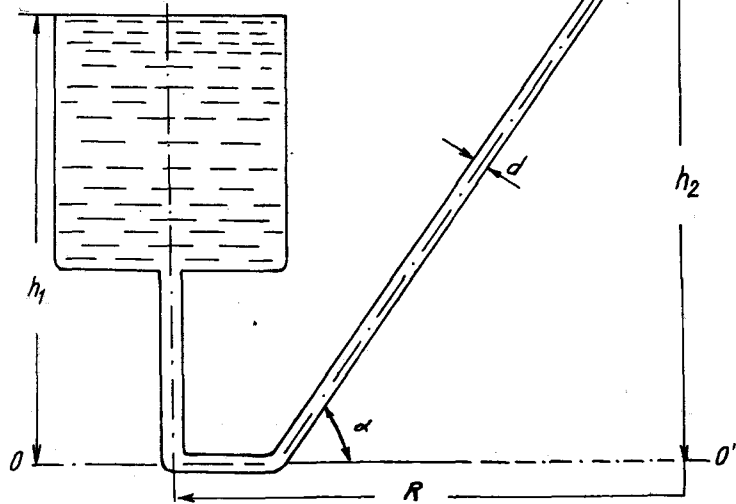
Biết đường kính ống là $d = 30$ mm, khoảng cách giữa mặt thoáng và lỗ là $H = 1,2$ m, khoảng cách từ trục bình quay đến miệng ống là $R = 0,8$ m.

Đáp số : $Q = 2,15$ l/s.

Handwritten note: $5,175 \text{ l/s}$ and $1/70 \text{ } v = \sqrt{2gH} \text{ (2)}$



H. bài 4-54



H. bài 4-55

4.55 ? - Hệ thống vòi uốn và bình chứa kín gắn với nhau như hình bài 4-55. Bình chứa đầy (217) chất lỏng độ cao h_1 so với mặt chuẩn $O - O$ và quay quanh trục của nó với vận tốc góc $\omega = \text{const}$.

Xét : a) Với số vòng quay n tối đa bằng bao nhiêu thì chất lỏng không chảy ra khỏi vòi được ?

b) Tính lưu lượng chảy ra khỏi vòi nếu cho $\omega = 5$ l/s. Biết : $H_1 = 1,2$ m, $l = 3$ m, $d = 0,05$ m, $\alpha = 60^\circ$.

Đáp số : a) $n_{\max} = 51,6$ vg/ph.

b) $Q = 9,901$ l/s.

4.56 - Dụng cụ đo Mariôt (Mariotte) có ống thẳng đứng chiều dài L được biểu diễn như (218) hình bài 4.56.

- Xác định vận tốc v ở cuối ống A theo độ dài L ; giả thiết mức nước trong bình không đổi.
- Xác định chiều dài L nếu tại mặt cắt eo hẹp M vận tốc tăng đến $1,4v$ và áp suất giảm đi 10mmHg.

c) Tính vận tốc v trong trường hợp đó; giả thiết:

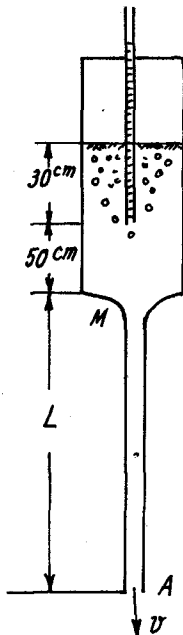
$$g = 10\text{m/s}^2.$$

$$p_a = 1\text{at}.$$

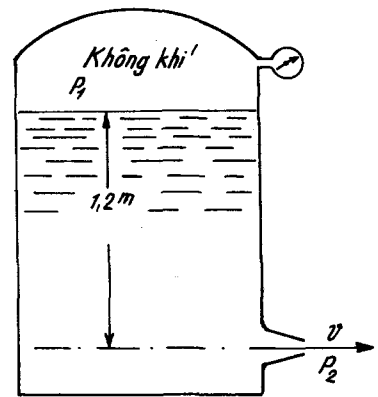
Đáp số: a) $v = \sqrt{2g(L + 0,5)}$ m/s ;

b) $L = 4,78\text{m}$;

c) $v_{\max} = 10,27\text{m/s}$.



H. bài 4-56.



H. bài 4-57

4.57 - Một bình kín gồm chất lỏng và chất khí. Áp kế chỉ 0,07at. Xác định vận tốc của vòi (219) phun khí cho cột áp 1,2m trong các trường hợp sau:

- Chất lỏng là nước.
- Chất lỏng là dầu có tỉ trọng 0,70.
- Chất lỏng gồm một lớp nước 0,3m và một lớp dầu 0,90m có tỉ trọng 0,70. Biết $g = 10\text{m/s}^2$

Đáp số: a) $v = 6,16\text{m/s}$

b) $v = 63\text{m/s}$

c) $v = 5\text{m/s}$.

4.58 - Để dẫn nước từ bể chứa lớn qua tường chắn đến một vị trí thấp hơn người ta dùng ống (220) xiphông có đường kính $d = 10\text{cm}$. Điểm cao nhất M cao hơn mức nước trong bể chứa 4m.

- Xác định lưu lượng lớn nhất để không có xâm thực.

b) Xác định độ sâu đầu ống xả.

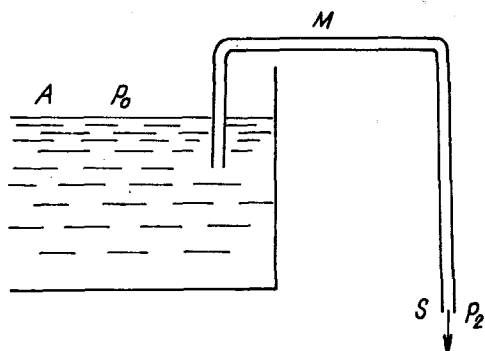
c) Vẽ đường năng và đường đo áp.

Cho $g = 10\text{m/s}^2$, $p = 1\text{at}$ ($10\text{mH}_2\text{O}$)

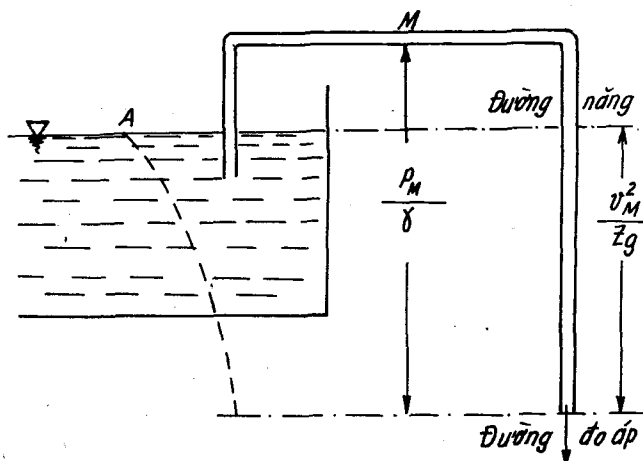
Đáp số : a) $Q = 86\text{ l/s}$.

b) $h_x = -6\text{m}$.

c) Đường năng và đường đo áp biểu diễn (H.bài 4-58b).



H. bài 4-58a



H. bài 4-58b

4.59 - Bơm có lưu lượng $Q = 9.000\text{ l/ph}$. Ống hút có đường kính $d_1 = 30\text{cm}$ có áp suất chân không ở cuối ống là $p_1 = 20\text{cmHg}$. Ống đẩy có đường kính $d_2 = 20\text{cm}$ ở trên trục bơm một khoảng $1,22\text{m}$, áp kế chỉ $0,70\text{at}$.

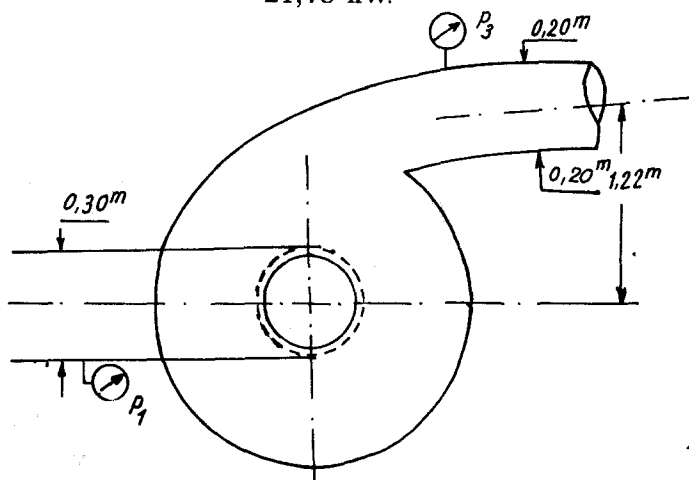
Xác định công suất của bơm nếu cho biết hiệu suất

$$\eta = 0,80, \text{ cho } g = 10\text{m/s}^2.$$

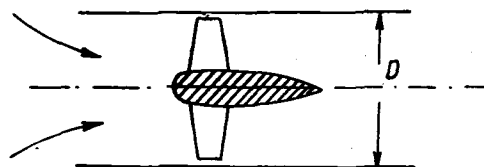
Đáp số : $N = 2220\text{ kGm/S}$

$$= 29,8\text{m.l}$$

$$= 21,78\text{ kW}.$$



H. bài 4-59



H. bài 4-60

- ✓ 4.60 - Quạt nếu làm việc nhờ một động cơ 35m.l thổi không khí với vận tốc $v = 10\text{m/s}$ (222) trong ống có đường kính $D = 0,8\text{m}$.

Xác định hiệu suất của quạt cho biết :

$$\gamma_{kk} = 1,226\text{kg/m}^3 = 12,03\text{ N/m}^3, g = 9,81\text{m/s}^2$$

Đáp số : $\eta = 0,76$.

- 4.61 - Dầu có tỷ trọng 0,8 chuyển động trong ống loe có vận tốc thay đổi tuyến tính trên (223) đoạn trục ống AB dài 0,5m là 5m/s và 1m/s.

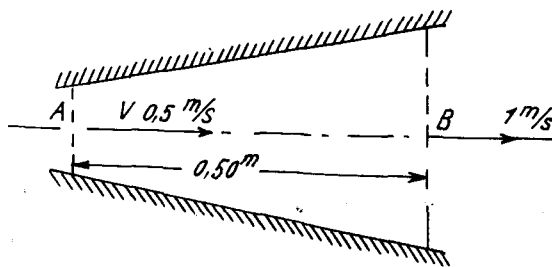
a) Tìm độ chênh áp suất tại các điểm A và B.

b) Xác định gradien áp suất tại các điểm A và B, cho $g = 9,81\text{m/s}^2$

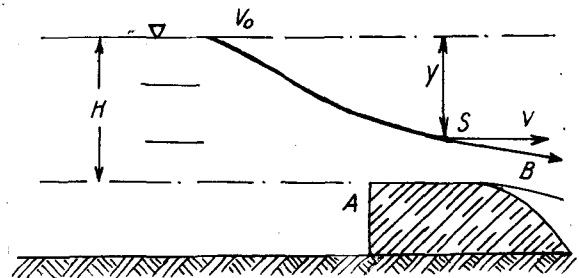
Đáp số : a) $\Delta p_{AB} = p_B - p_A = 979\text{mmHg}_2\text{O}$

$$\text{b) } \left. \frac{dp}{dx} \right|_{x=0} = 3260\text{ kg/m}^3 = 31980\text{ N/m}^3 \text{ (tại A)}$$

$$\left. \frac{dp}{dx} \right|_{x=0,5} = 652\text{ kg/m}^3 = 6.396\text{ N/m}^3 \text{ (tại B).}$$



H. bài 4-61



H. bài 4-62.

- ✓ 4.62 - Dòng nước chảy qua đập tràn AB có bề rộng b với đường mặt nước được biểu diễn như (224) hình bài 4.62. Tại đỉnh đập đường mặt nước hạ thấp một đoạn y có vận tốc v nằm ngang.

a) Xác định hàm lưu lượng qua đập tràn phụ thuộc bề rộng b , cột áp H , vận tốc v_0 và y .

b) Tính y tương ứng với lưu lượng lớn nhất.

c) Giả thiết dòng sông rộng ($v_0 = 0$). Tính $Q_{\max}$ trong trường hợp đó.

Đáp số : a) $Q = b(H - y) \sqrt{v_0^2 + 2gy}$

$$\text{b) } y = \frac{1}{3} \left(H + \frac{v_0^2}{g} \right)$$

$$\text{c) } Q_{\max} = 1,70bH^{3/2}$$

(Chú ý : vì mặt cắt co hẹp ở đỉnh đập nên theo thí nghiệm ta có $Q_{\max} = 1,55 bH^{3/2}$.)

- ✓ 4.63 - Rãnh nước rộng $2e$ chảy uốn cong với bán kính trung bình R_0 . Giả thiết năng lượng dọc theo (225) dòng chảy không đổi ; xác định hàm liên hệ giữa vận tốc trung bình v_{tb} , độ chênh mực chất lỏng trong ống do áp ΔH giữa hai điểm A và B đối diện và kích thước các kênh cho biết :

$$v = 3\text{m/s}, e = 10\text{cm}, R_0 = 40\text{cm}.$$

$$\text{Đáp số : } \Delta H = \frac{16eR_0}{(R_0^2 - e^2)^2 \left(\lg \frac{R_0 + e}{R_0 - e} \right)^2} \cdot \frac{v_{tb}^2}{2g}$$

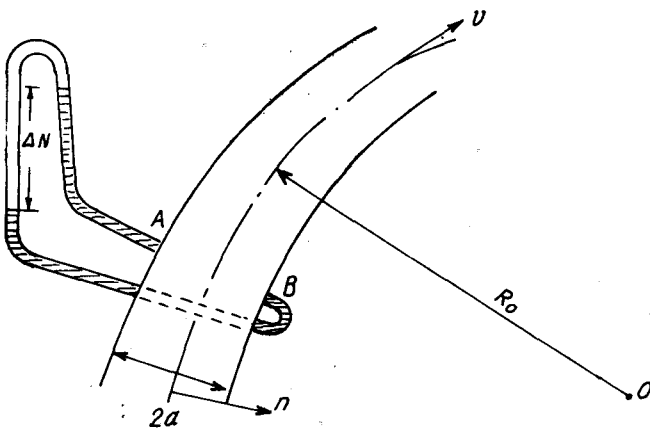
$$\text{Hay } \Delta H = \frac{16\alpha^3}{(1-\alpha^2)^2 \left(\lg \frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right)^2} \cdot \frac{v_{th}^2}{2g}$$

$$\alpha = \frac{e}{R_0}$$

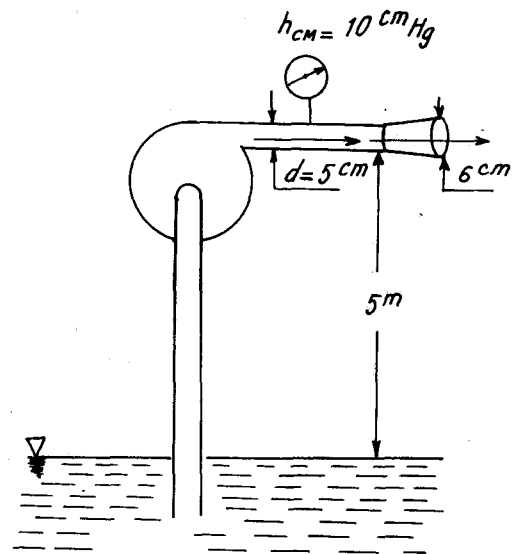
nếu : $\alpha \ll 1$, thì $\Delta H_Z \sim 4 \left(1 + \frac{4}{3} \alpha^2 \right) \frac{v_{th}^2}{2g}$

Bảng số : $\alpha = \frac{1}{4}$, $\frac{v_{th}}{2g} = 0,45m \rightarrow \Delta H = 0,508 m$,

Nếu theo công thức gần đúng $\Delta H = 0,491m$.



H. bài 4-63



H. bài 4-64

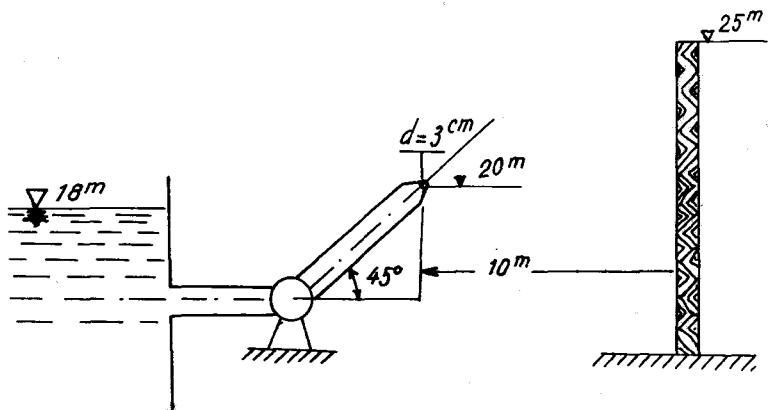
4.64 - Bơm hút đặt ở độ cao 5m so với mặt nước. Tính công suất bơm. Các trị số và kích (226) thước biểu diễn như hình bài 4-64.

Đáp số : $N = 1,5kW$.

4.65 - Công suất nhỏ nhất của (227) bơm phải là bao nhiêu để luồng chất lỏng vượt qua tường chắn. Biết miệng súng phun có đường kính $d = 3cm$, các cao trình và kích thước như hình 4-65.

Bỏ qua tổn thất.

Đáp số : $N_{min} = 1,17 kW$.

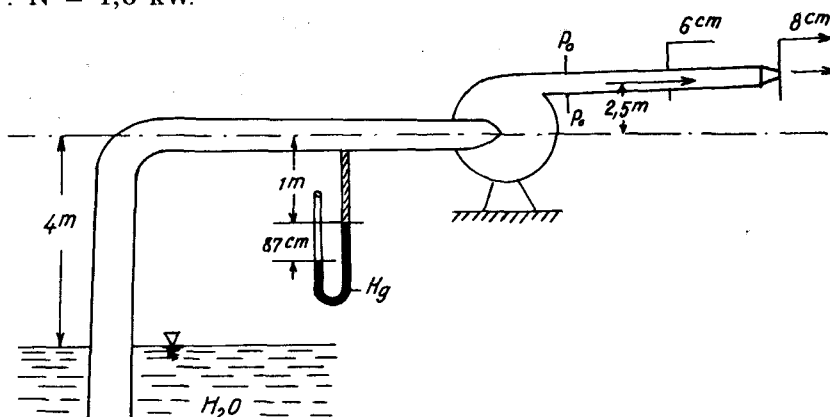


H. bài 4-65

- ✓ 4.66 - Bơm hút từ độ sâu 4m so với trục bơm.
(228)

Tính công suất của bơm nếu các trị số và kích thước như hình bài 4-66, áp suất dư tại miệng ra của bơm là 0,9at.

Đáp số : $N = 1,6 \text{ kW}$.

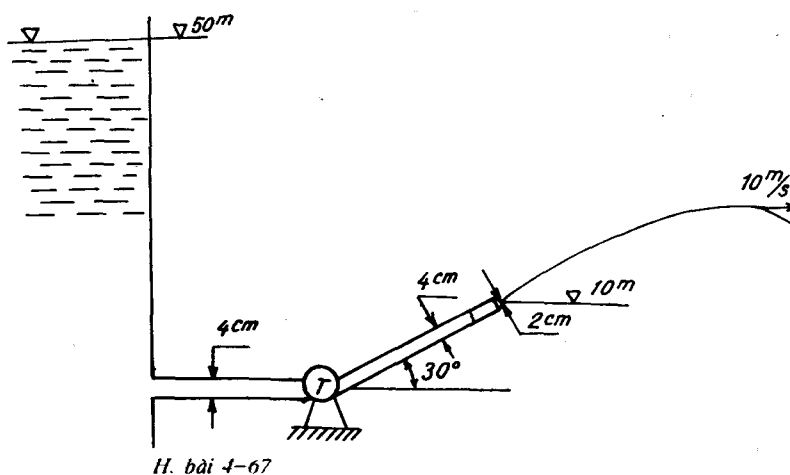


H. bài 4-66

- 4.67 - Xác định công suất của tuabin nếu biết vận tốc của dòng nước ở điểm cao nhất là 10m/s.
(229)

Các cao trình và kích thước biểu diễn trên hình bài 4.67.

Đáp số : $N = 1,18 \text{ kW}$.



H. bài 4-67

- ✓ 4.68 - Vòi phun đường kính $d_2 = 3\text{cm}$ nối vào ống đường kính $d_1 = 8\text{cm}$, có lưu lượng $Q = 40\text{l/s}$.
(230)

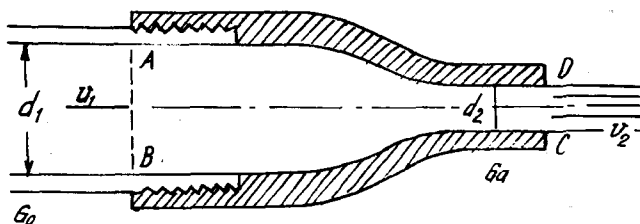
Xác định :

- Cột áp của vòi phun.
- Lực giữ vòi phun.
- Xung lực của vòi phun.

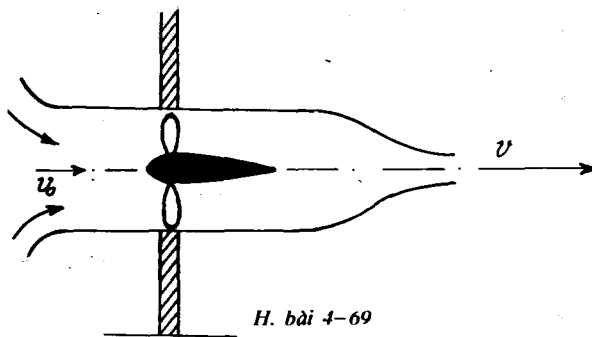
Đáp số : a) $H = 160\text{m}$.

b) $-R = 5.817\text{N}$.

c) $F = g\rho HS_1 = 803\text{kG} = 7.877 \text{ N}$.



H. bài 4-68



H. bài 4-69

- 4.69 - Quạt gió thổi không khí qua vòi thu hẹp có đường kính ở cửa ra $d = 10\text{cm}$ với hệ (231) số co hẹp diện tích là 0,95.

Tính xung lực của vòi phun, giả thiết vận tốc ở miệng vào là bé, lưu lượng quạt $Q = 0,3\text{m}^3/\text{s}$, trọng lượng riêng của không khí $\gamma = 1,226\text{ kG/m}^3 = 12,03\text{N/m}^3$.

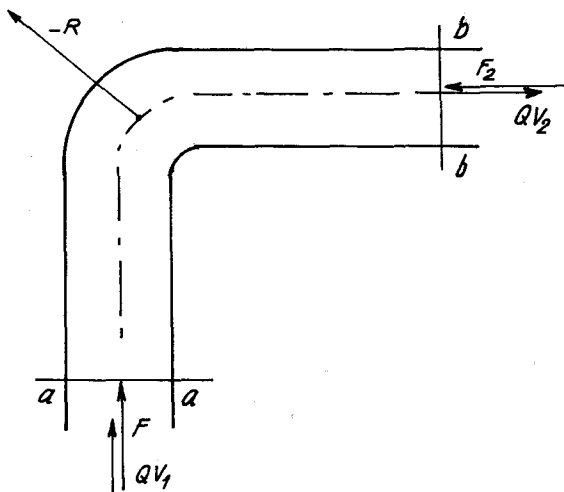
Đáp số : $-R = 1,58\text{ kG} = 15,5\text{N}$

- 4.70 - Ống nước cong gấp 90°C đặt trong mặt phẳng ngang có đường kính $d = 20\text{m}$, áp (232) suất nước trong ống là $p = 6\text{at}$ vận tốc $v_1 = 5\text{m/s}$.

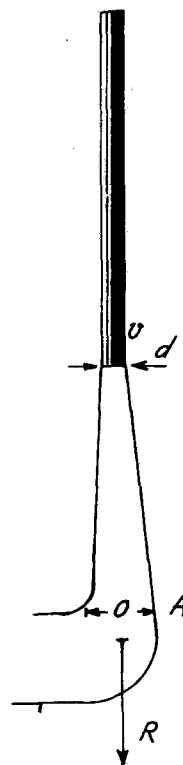
- Xác định thành phần nằm ngang của áp lực tĩnh tác động lên ống.
- Tính áp lực thủy động.

Đáp số : a) $-R = 2F_1 \cos 45^\circ = 26.144\text{N}$.

b) $R' = R + 2Qv_1 \cos 45^\circ = 2.780\text{ kG} = 27.272\text{ N}$.



H. bài 4-70



H. bài 4-71

- ✓ 4.71 - Vòi phun chứa chất có dạng hình chóp cụt : Lượng kính ở miệng vòi $d = 2\text{dm}$ và ở gốc (điểm A) $D = 8\text{cm}$. Vận tốc tia dòng ở miệng vòi là $v = 25\text{m/s}$, bỏ qua lực cản trong vòi vì lực cản không khí ; xác định :

- a) Độ cao cực đại mà chất lỏng có thể phun tới theo phương thẳng đứng ;
b) Lực R cần phải giữ tại điểm A để cho vòi phun ở trạng thái ổn định.

Đáp số : a) $H_{\max} = \frac{v^2}{2g} = 31,8\text{m}$

b) $R = \frac{\pi D^2}{4} \Delta p + 159,5 \text{ kG} = 1564,7\text{N}$.

- ✓ 4.72 - Hai bể chứa có độ cao mức nước từ mặt thoáng đến tâm dòng chảy qua vòi là H_1 và H_2 (234)

Ở bể chứa thứ hai ta dùng nắp có dạng một nửa hình cầu để nút kín vòi có đường kính d_2 . Đường kính vòi của bể chứa thứ nhất là d_1 .

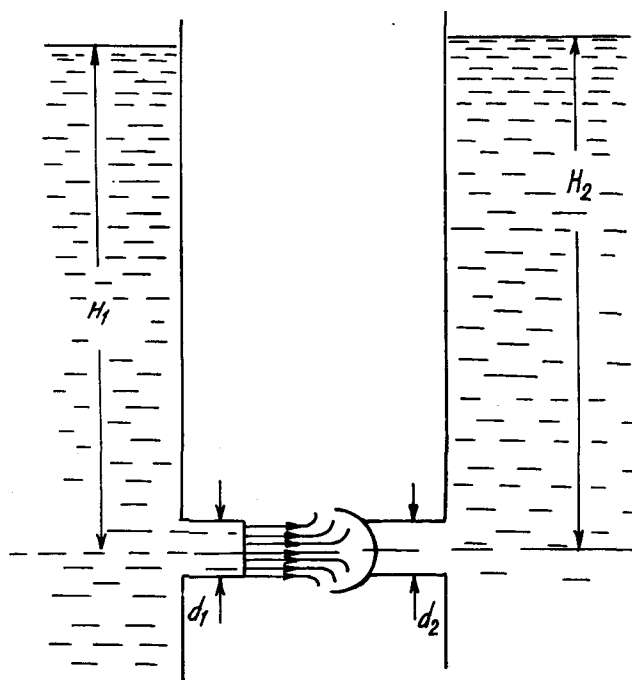
Tìm tỉ số, nhỏ nhất H_1/H_2 để cho nắp hình cầu ấy có thể đẩy kín miệng vòi ở trạng thái ổn định. Bỏ qua tổn thất năng lượng chảy từ bể chứa qua vòi.

Giải bài toán theo hai trường hợp : a) $\gamma_1 = \gamma_2$

b) $\gamma_1 \neq \gamma_2$

Đáp số : a) $\frac{H_1}{H_2} \geq \frac{1}{2} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$

b) $\frac{H_1}{H_2} \geq \frac{1}{2} \cdot \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2$.



H. bài 4-72

- 4.73 - Tìm biểu thức xung lực F do cánh quạt bánh lái của động cơ chuyển động trong chất lỏng lí tưởng tạo nên khi đã bỏ qua lực khối. Biết rằng nếu chất lỏng chảy qua tiết diện thủy lực của động cơ có khối lượng tức thời làm m thì vận tốc của nó theo phương trục Ox (trùng với trục của động cơ) tăng từ v_1 đến v_2 ($v_1 < v_2$). Xác định năng lượng cung cấp cho chuyển động của cánh quạt.

Đáp số : a) $P = m(v_2 - v_1)$

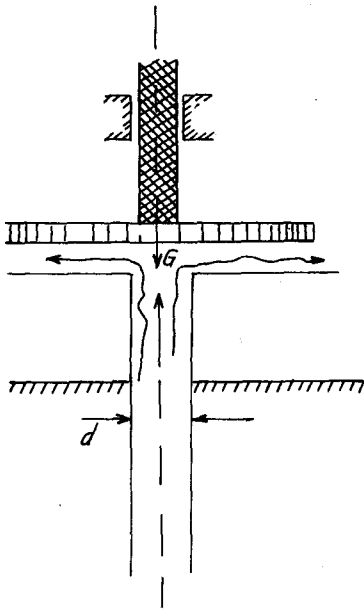
($m = \rho v S$ - khối lượng tức thời của chất lỏng qua diện tích S) ;

b) $\Delta E = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2)$.

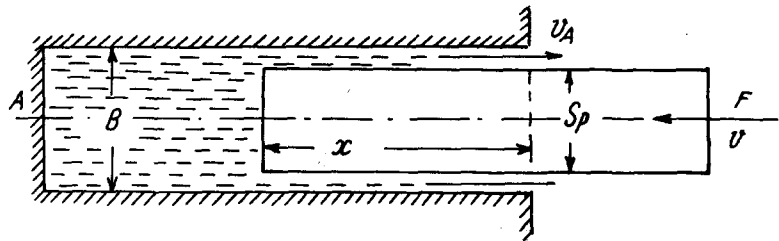
- 4.74 - Đối diện với ống phun không khí theo phương thẳng đứng ta đặt một đĩa phẳng tròn có trọng lượng $G = 0,03 \text{ kG} = 0,295 \text{ N}$. Đĩa này có thể trượt (không bị lực ma sát cản) theo giá định hướng.

Vận tốc phun lên của dòng khí qua miệng lỗ là $v = 10 \text{ m/s}$ đường kính của lỗ $d = 55 \text{ mm}$, bỏ qua sức cản thủy lực và độ nén của dòng khí, tính độ cao h mà đĩa có khả năng đạt đến so với miệng lỗ :

Đáp số : $h = 0,404 \text{ m}$.



H. bài 4-74



H. bài 4-75

- 4.75 - Người ta thường sử dụng phanh thủy lực gồm pittông nén dầu ép trong xilanh có kích thước như hình vẽ : $S_c = S$ - diện tích mặt cắt xilanh. S_2 - diện tích tiết diện pittông (H. bài 4-75).

Vận tốc pittông v không thay đổi khi chuyển động và cho rằng khe hở giữa xilanh và pittông là đều và rất bé so với chiều dài chuyển dịch x của pittông.

Tìm :

- a) Áp suất tại đây của xilanh (điểm A) - lúc này giả sử vận tốc dòng tại đó bằng 0 và vận tốc dầu ép trong khe hở là v_2 .

b) Lực F tác động lên pittông theo S_c , S_p và v ; cho biết lúc đầu xilanh chứa đầy dầu ép và trọng lực của nó không đáng kể.

Đáp số : a) $p = \frac{F}{S_p} - \rho \frac{v_k^2}{2} + p_0$

b) $F = \rho v^2 \frac{S_o S_p (S_o + S_p)}{2(S_o - S_p)^2}$

✓ **4.76** - Tia nước phun ra khỏi vòi A theo phương thẳng đứng. Miệng vòi phun có diện tích (238) là S và ở cách mặt thoáng bể chứa nước là h . Phía trên đối diện với tia nước có vật phẳng trọng lượng G chắn ngang tia nước đó.

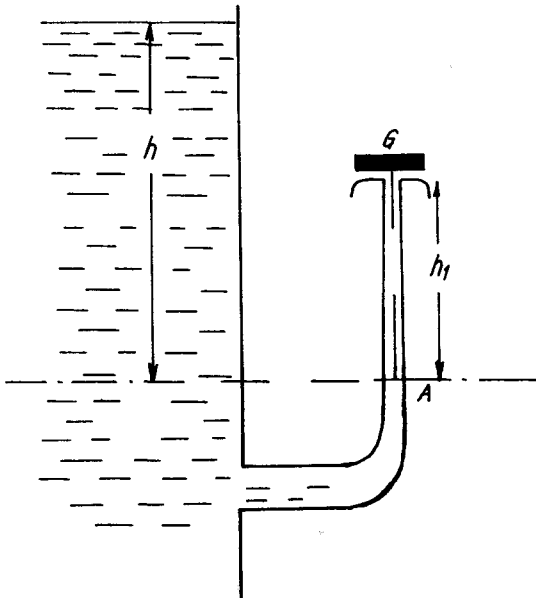
Biết trước hệ số vận tốc ở miệng phun là φ , tìm :

- Vận tốc tia dòng vừa phun ra khỏi miệng vòi phun và lưu lượng của nó ;
- Vận tốc dòng ở độ cao h_1 so với miệng vòi, nếu giả thiết rằng không có tổn thất năng lượng ở đoạn từ miệng vòi đến độ cao h_1 .
- Trọng lượng G của vật chắn để dòng đạt được độ cao h_1 (giả sử dòng ổn định).

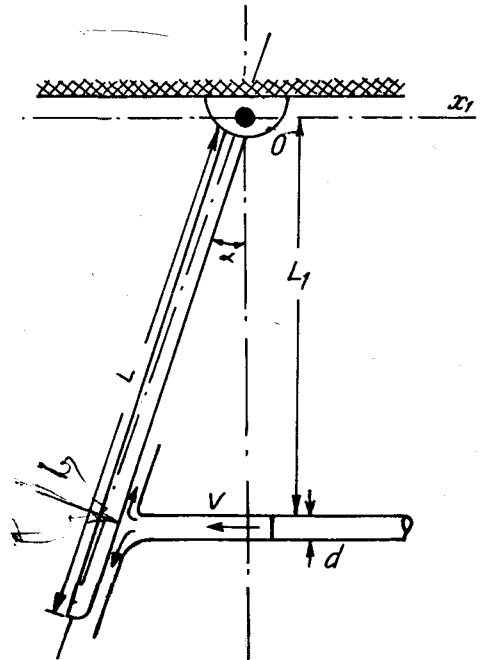
Đáp số : a) $v = \varphi \sqrt{2gh}$; $Q = \varphi S \sqrt{2gh}$

b) $v_1 = \sqrt{2g(\varphi^2 h - h_1)}$

c) $G = 2\rho g \varphi S \sqrt{h(\varphi^2 h - h_1)}$.



H. bài 4-76



H. bài 4-77

- ✓ 4.77 - Thanh rắn đồng chất hình chữ nhật có trọng lượng $G = 490 \text{ N}$ và dài $L = 100 \text{ cm}$ được (239) treo một đầu theo phương thẳng đứng và có thể quay quanh trục O không bị ma sát.

Một tia nước phun ra theo phương ngang từ vòi có đường kính $d = 3 \text{ cm}$ với vận tốc $v = +1 \text{ m/s}$ đập vào thanh đó tại một điểm cách trục O là $L_1 = 70 \text{ cm}$. Xác định góc lệch của thanh đó với phương thẳng đứng và phản lực tại O .

Đáp số : $\alpha = 16^\circ 33'$.

$$\begin{aligned} R &= 464 \text{ N} \\ (\widehat{R, x_1}) &= 78^\circ 34' 44'' \end{aligned}$$

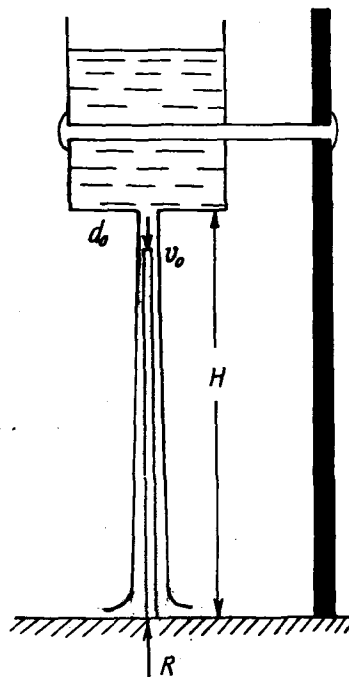
- ✓ 4.78 - Dòng nước từ lỗ ở đáy bể chứa có đường kính d_0 (240) = 20mm chảy xuống theo phương thẳng đứng với vận tốc ban đầu $v_0 = 4 \text{ m/s}$ và gặp phải mặt phẳng chắn ngang.

Mặt phẳng này cách lỗ ở đáy bể chứa $H = 4 \text{ m}$.

Xác định áp lực của dòng lên mặt phẳng chắn ngang đó.

Đáp số :

$$R = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\pi d_0^2}{4} v_0 \sqrt{2gH + v_0^2}.$$



H. bài 4-78

- ✓ 4.79 - Nước với lưu lượng Q chảy trong ống tròn nằm ngang qua đoạn uốn cong có góc (241) lệch $\alpha = 45^\circ$. Đường kính đoạn uốn cong thay đổi từ d_1 đến d_2 .

Tìm phản lực R của dòng trong đoạn uốn cong đó, nếu biết tại tiết diện cửa vào áp suất $p_1 = p_0$. Tổn thất áp lực trong đoạn ống đó không đáng kể.

Tính bằng số, nếu $Q = 401 \text{ l/s}$, $d_1 = 250 \text{ mm}$, $d_2 = 150 \text{ mm}$, $p_0 = 2 \text{ at}$.

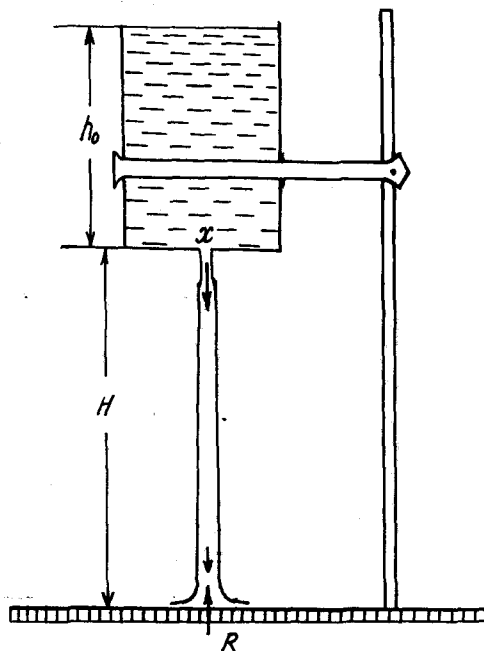
Đáp số : $R = 7.592,9 \text{ N}$.

$$(\widehat{R, V_2}) = 64^\circ 05'.$$

- ✓ 4.80 - Dòng nước chảy tự do từ bể chứa qua lỗ (242) ở đáy xuống mặt phẳng $O - O$. Biết độ sâu bể chứa h_0 , hệ số co hẹp của lỗ ε , diện tích lỗ S_0 , chiều cao từ lỗ đến mặt phẳng là H . Bỏ qua tổn thất cục bộ và sức cản không khí, xác định phản lực R của mặt phẳng. Tính bằng số nếu $h_0 = 4 \text{ m}$, $S_0 = 2 \text{ dm}^2$, $\varepsilon = 0,80$, $H = 10 \text{ m}$, $\gamma = 9,81 \text{ N/dm}^3$.

Đáp số : $R = 2\varepsilon S_0 \gamma \sqrt{h_0(H + h_0)}$

$$R = 2.323 \text{ N}.$$



H. bài 4-80

- ✓ 4.81 - Vòi phun chất lỏng đập vào mặt phẳng rắn, cố định, hợp với phương ngang một góc α .
(243)

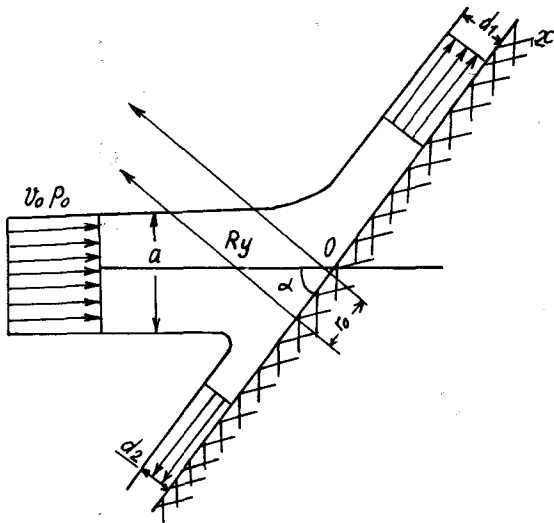
Tìm biểu thức tính trị số và điểm đặt của tổng áp lực thủy động lên mặt đó nếu bỏ qua tổn thất năng lượng khi dòng chảy theo mặt chắn; profin vận tốc dòng tại các tiết diện ở xa tâm O được xem là đều.

Đáp số : $R_y = \rho v_0^2 a \sin \alpha$; $R_x = 0$

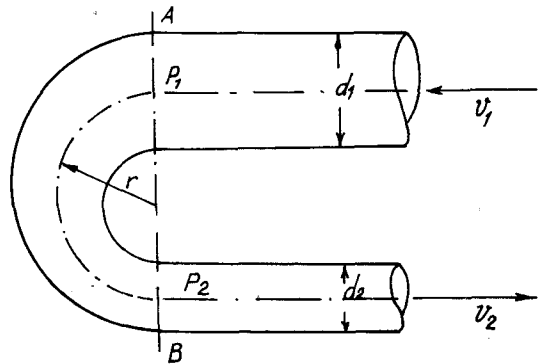
$$a_1 = \frac{1 + \cos \alpha}{2} a$$

$$a_2 = \frac{1 - \cos \alpha}{2} a.$$

điểm đặt lực R_y theo tọa độ $x_0 = + \frac{a}{2} \cot \alpha$



H. bài 4.81



H. bài 4.82

- ✓ 4.82 - Nước có lưu lượng $Q = 20 \text{ l/s}$ chảy qua đoạn uốn cong 180° . Đường kính ống giảm
(244) từ $d_1 = 75 \text{ mm}$ đến $d_2 = 50 \text{ mm}$ ở cửa ra, bán kính cong đoạn uốn $R = 100 \text{ mm}$, áp suất tại cửa vào $p_1 = 2 \text{ at}$.

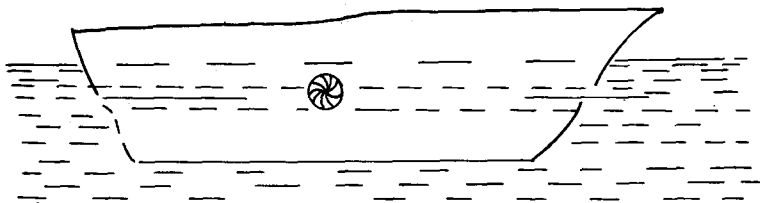
Xác định phản lực tĩnh R_t và phản lực động R_d tại đoạn uốn cong đó nếu bỏ qua tổn thất.

Đáp số : $R_t = 1.170,3 \text{ N}$ - Điểm đặt AC = 51,9mm.

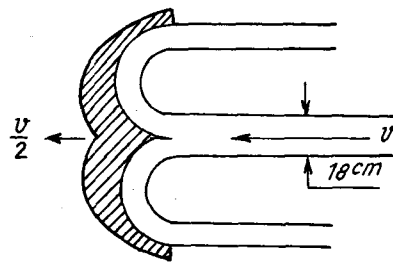
$R_d = 294,3 \text{ N}$ - Điểm đặt $AC_1 = 138,5 \text{ mm}$.

- ✓ 4.83 - Ca nô chạy được nhờ gắn một máy bơm hút nước từ đầu và phun ra đằng sau. Lưu
(245) lượng của bơm là $Q = 80 \text{ l/s}$, tìm lực đẩy của canô. Vận tốc tương đối của nước chảy vào là $v_1 = 0,5 \text{ m/s}$ chảy ra là $v_2 = 12 \text{ m/s}$ bỏ qua tổn thất năng lượng trong các ống hút và ống đẩy.

Đáp số : $R_d = R_r - R_v = 920,1 \text{ N}$.



H. bài 4-83

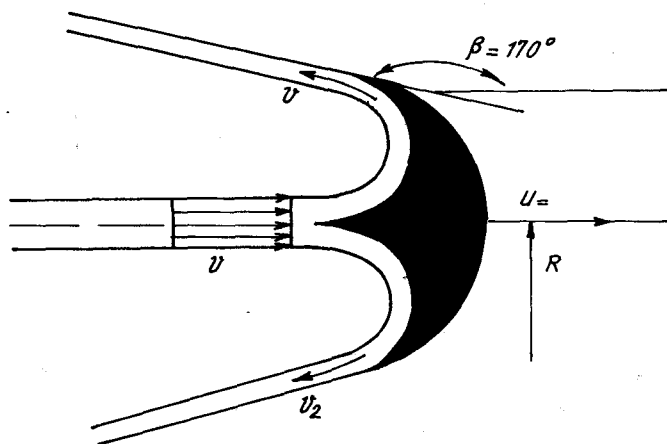


H. bài 4-84

- 4.84 - Tuabin Pentôn (Pelton) có cột áp $H = 750\text{m}$, đường kính vòi phun $d = 18\text{cm}$. Tính xung (246) lực của vòi phun nếu cánh gáo chuyển động với vận tốc $\frac{v}{2}$, v là vận tốc nước ở vòi phun.

Đáp số : $R = \rho \frac{\pi d^2}{4} gH = 187,37 \cdot 10^3 \text{N}$.

- 4.85 - Vòi nước có lưu lượng $Q = 200$ (247) l/s phóng ra từ ống phun theo phương ngang với vận tốc $v = 100\text{m/s}$ và đập vào cánh tuabin Pentôn. Từ lòng cánh tuabin tia nước phân ra làm hai với vận tốc tương đối v_2 hợp với phương chuyển động một góc $\beta = 170^\circ$. Bỏ qua tổn thất trong cánh tuabin, xác định với vận tốc góc quay như thế nào của tuabin thì công suất của tuabin sẽ đạt giá trị cực đại, nếu khoảng cách từ trục quay đến tâm áp lực của dòng là $R = 50\text{cm}$. Xác định hiệu suất η của nó.

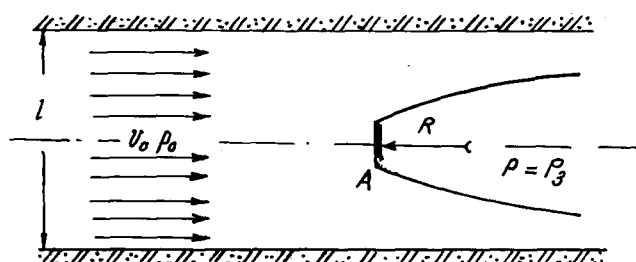


H. bài 4-85

Đáp số : $N = 135\text{ml} = 99,2 \text{ kW}$ (Khi $\omega = 100 \text{ l/s}$)
 $\eta = 0,992$.

- 4.86 - Chất lỏng có khối lượng riêng chảy thành hai thành chắn song song và cố định có khoảng (248) cách l với vận tốc $v_0 = \text{const}$.

Biết áp suất ở phía trước vật cản A là p_0 và sau nó là p_c ($p_0 > p_c$), cho chất lỏng là chất lỏng lí tưởng, tìm lực P tác động lên vật chắn theo p_0 , p_c , v_0 , ρ và l nếu giả thiết độ sâu của dòng là một đơn vị.



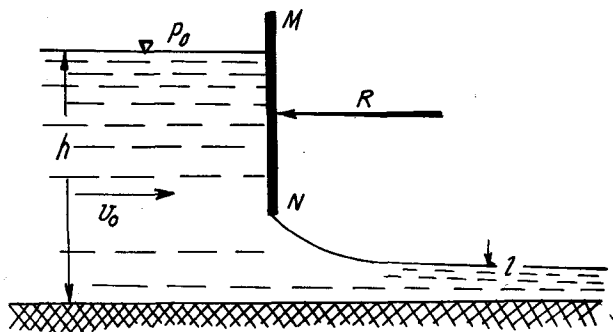
H. bài 4-86

Đáp số : $(P = (p_0 - p_c)l + \rho v_0^2 l - \rho v_0 l \sqrt{v_0^2 + \frac{2(p_0 - p_c)}{\rho}})$

4.87 - Chất lỏng lí tưởng không chịu nén
(249) chuyển động dừng với vận tốc v_0 đập vào thành MN và sau khi qua cửa MN có độ sâu là l .

Biết rằng lúc đầu độ sâu của dòng là h ; tìm lực R ứng với các đại lượng ρ , g , h và l để giữ cho thành chắn ở vị trí ổn định.

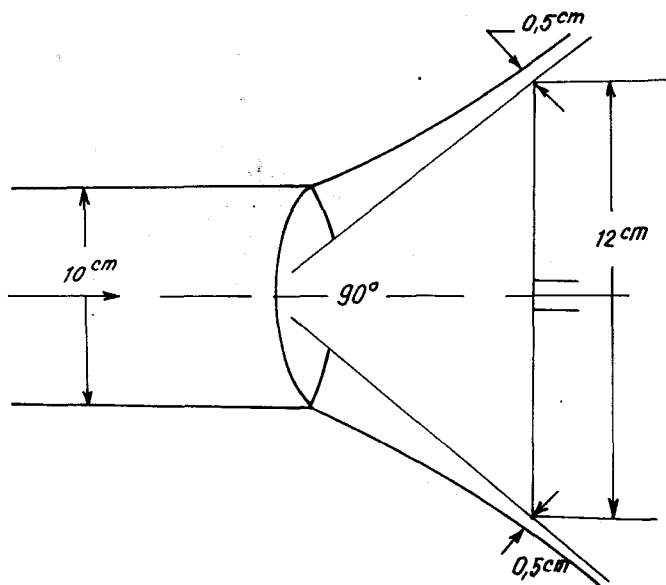
Đáp số : $R = \frac{\rho g(h-l)^2}{2(h+l)}$



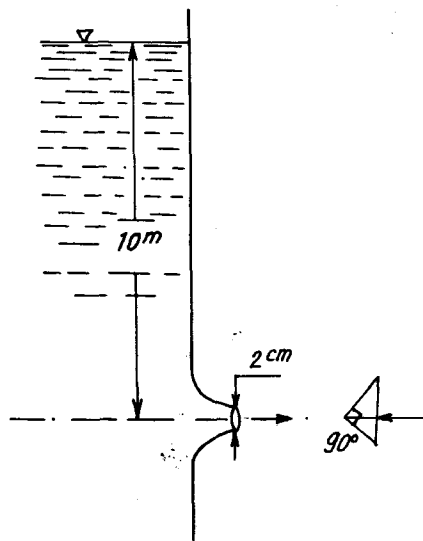
H. bài 4-87

✓ **4.88** - Xác định thành phần lực nằm ngang của nước tác động lên chóp nón có góc ở đỉnh 90° .
(250)

Cho biết vận tốc nước trong ống $v = 10\text{m/s}$, các kích thước biểu diễn trên hình bài 4.88.
Đáp số : $R_x = 4,714\text{N}$.



H. bài 4-88



H. bài 4-89

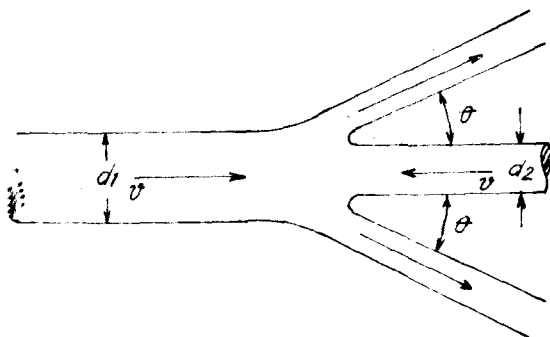
✓ **4.89** - Vòi phun có đường kính $d = 2\text{cm}$ đặt ở độ sâu 10m . Xác định lực để giữ cho vật cản
(251) hình nón có góc ở đỉnh 90° được cân bằng.

Đáp số : $F = 17,6\text{N}$.

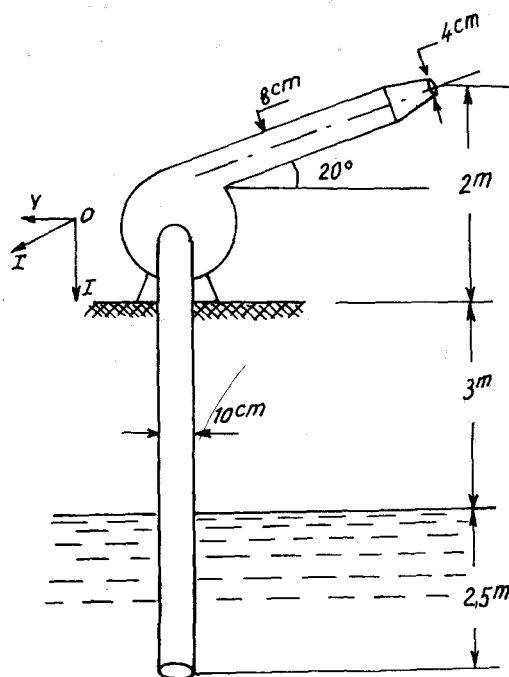
✓ **4.90** - Hai luồng chất lỏng cùng vận tốc, ngược chiều, có các đường kính d_1 và d_2 và đập
(252) vào nhau.

Lập biểu thức liên hệ giữa góc θ và các đường kính d_1 và d_2 .

Đáp số : $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{1 - \cos\theta}{1 + \cos\theta}$



H. bài 4-90



H. bài 4-91

4.91 - Bơm hút nước từ giếng sâu có các kích thước như hình vẽ. Xác định các thành phần (253) nằm ngang của lực tác động lên bơm nếu có công suất $N = 5 \text{ kW}$.

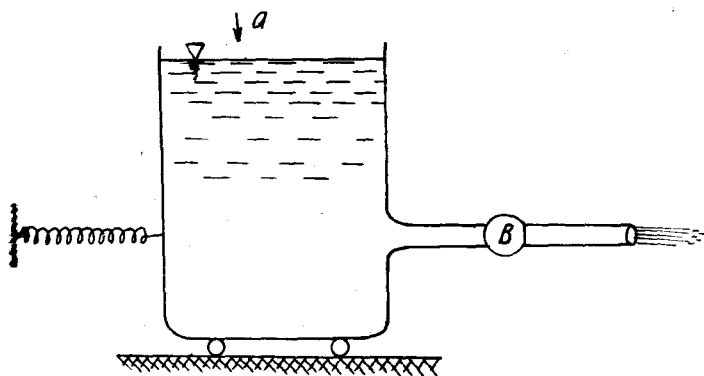
Đáp số : $R_x = \rho Q v_1 = 70 \text{ N}$;

$R_y = \rho Q v_B \cos 20^\circ = 22 \text{ N}$.

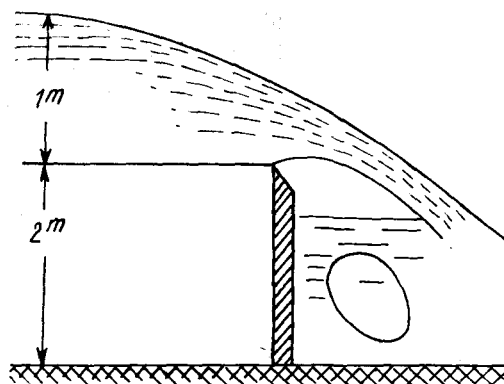
4.92 - Xác định công suất của bơm nếu lực kế chỉ trong các trường hợp không có bơm và (254) có bơm làm việc là $F_1 = 500 \text{ N}$ và $F_2 = 2.500 \text{ N}$. Cột áp của vòi là $H_0 = 4 \text{ m}$.

Giả thiết có bộ phận điều chỉnh để giữ mực nước trong bể không đổi.

Đáp số : $N = 20 \text{ kW}$.



H. bài 4-92



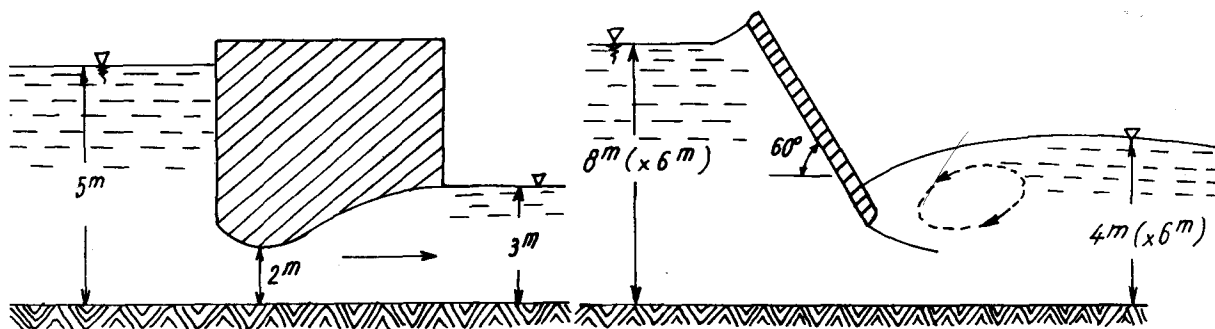
H. bài 4-93

- ✓ 4.93 - Lưu lượng nước chảy qua đập tràn là $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, trên một đơn vị chiều dài (1m)
(255) Xác định lực tác động của nước lên một 1m chiều dài của đập. Cho kích thước biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $R = 31,87 \text{ kN}$.

- 4.94 - Ống tháo nước sau tuabin rộng 4m. Xác định thành phần nằm ngang của lực tác động của nước lên công trình. Các kích thước được biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $R = 137.380 \text{ N}$



H. bài 4-94

H. bài 4-95

- 4.95 - Lưu lượng nước qua 1m bề rộng của cống là $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

(257)

Xác định các thành phần lực của nước tác động lên cánh cửa rộng 6m. Các độ sâu và vị trí của cánh cửa biểu diễn như hình vẽ.

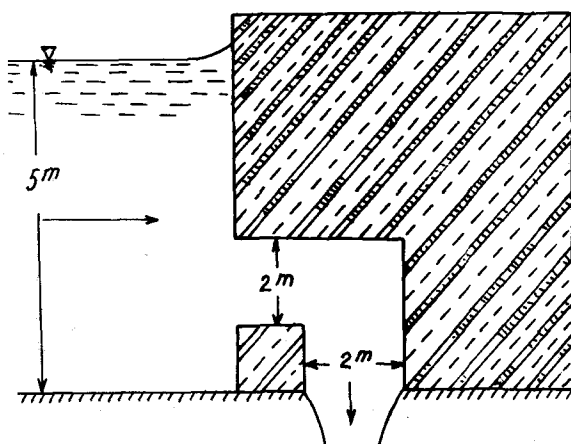
Đáp số : $R_x = 1307 \text{ kN}$;

$R_y = 136 \text{ kN}$.

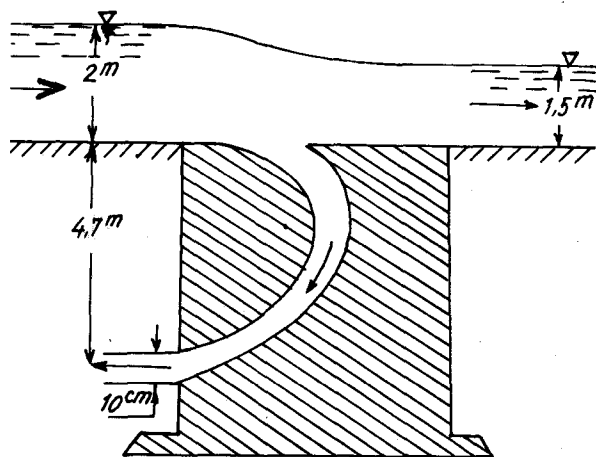
- ✓ 4.96 - Nước tháo qua cống có bề rộng $b = 6 \text{ m}$. Xác định thành phần nằm ngang của lực (258) tác động của nước lên công trình.

Các kích thước biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $R_x = 1.913 \text{ kN}$.



H. bài 4-96



H. bài 4-97

- ✓ 4.97 - Một công trình tháo nước có dạng uốn cong có bề rộng $b = 5\text{m}$, lưu lượng theo một (259) mét chiều rộng là $12\text{m}^3/\text{s}$.

Các kích thước biểu diễn như hình vẽ.

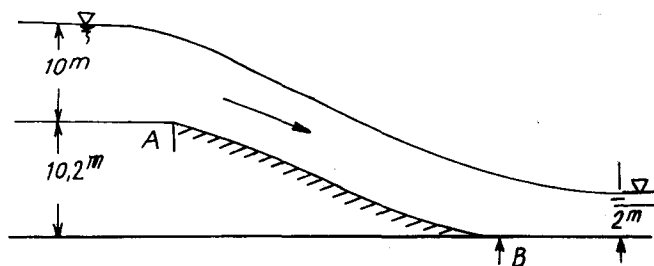
Xác định thành phần nằm ngang lực tác động của nước lên công trình.

Đáp số : $R_x = 64\text{ kN}$.

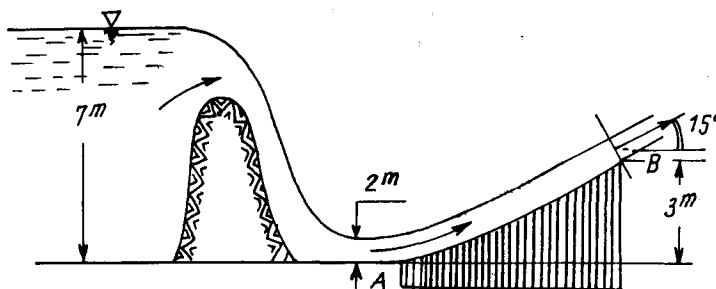
- ✓ 4.98 - Xác định thành phần nằm ngang lực tác động của nước lên 1m bề rộng của đoạn (260) công trình AB.

Độ sâu của thượng, hạ lưu và độ cao dốc nước biểu diễn như hình vẽ.

Đáp số : $R_x = 131\text{ kN}$.



H. bài 4-98



H. bài 4-99

- ✓ 4.99 - Nước chảy qua đập tràn rồi chảy ra công trình máng phun AB. Các kích thước biểu (261) diễn như hình vẽ.

Xác định lực của nước tác động lên máng phun AB đối với 1m chiều rộng.

Đáp số : $R_x = -123\text{ kW}$;

$R_z = 230\text{ kN}$.

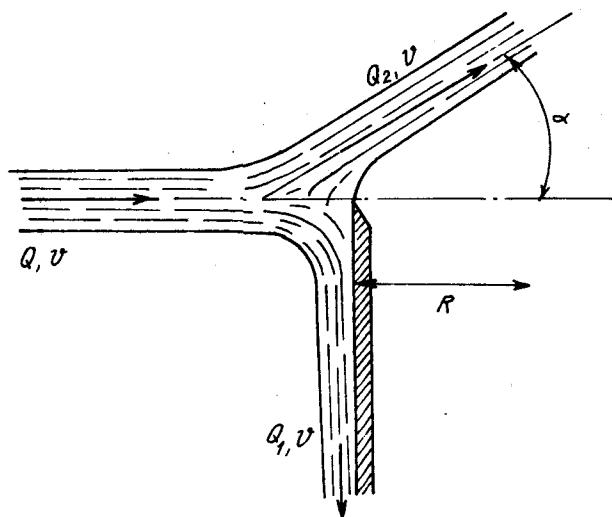
- ✓ 4.100 - Tia nước có vận tốc $v = 30\text{m/s}$ và lưu lượng $Q = 36\text{ l/s}$ phun ra theo phương ngang. (262) Khi gặp bản phẳng đặt vuông góc với phương của nó tia nước bị phân làm hai phần :

phần chảy dọc theo bản phẳng có lưu lượng $Q_1 = 12 \text{ l/s}$, còn phần kia lệch một góc với phương ban đầu.

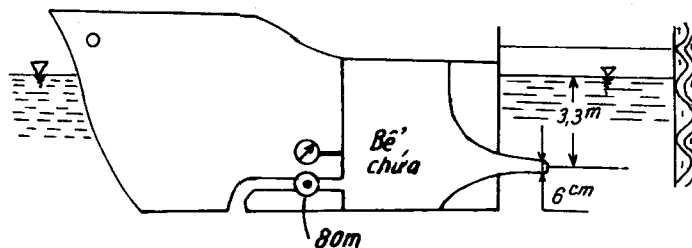
Xác định phản lực của dòng lên bản phẳng và góc lệch α . Bỏ qua trọng lượng chất lỏng và lực ma sát giữa tia dòng và bản phẳng đó.

Đáp số : $R = \rho Q v \left[1 - \frac{1 - \frac{Q_1}{Q_2}}{1 + \frac{Q_1}{Q_2}} \right] = 456 \text{ N}$

$\alpha = \arcsin \frac{Q_1}{Q_2} = 30^\circ$



H. bài 4-100



H. bài 4-101

4.101 - Nước được bơm vào bể chứa của tàu thủy có chỉ số áp suất đọc trong áp kế là 0,8 at (263)

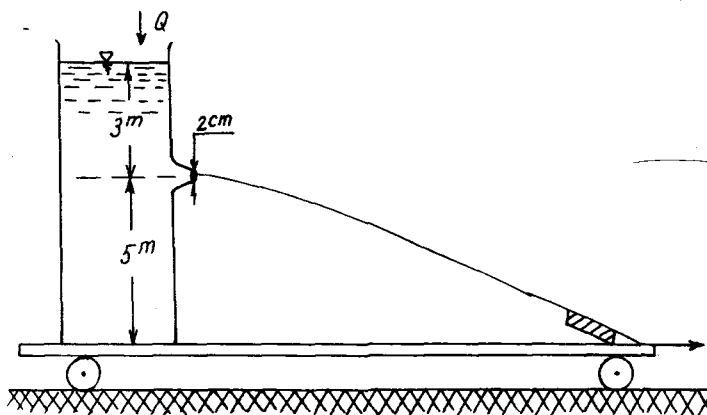
Xác định lực căng của dây cáp nếu vòi phun có đường kính 6cm đặt ở độ sâu 2,5m.

Đáp số : $T = 305 \text{ N}$.

4.102 - Cột áp của vòi cao 3m được giữ không thay đổi nhờ nguồn nước Q.

(264) Xác định áp lực tác động lên thân xe : R_1 : lên tấm bản A ; R_2 và lên bình chứa : R_3 .

Đáp số : $R_1 = 24,3\text{N}$;
 $R_2 = 12\text{N}$;
 $R_3 = 18,9\text{N}$.



H. bài 4-102

4.103 - Dòng nước thoát ra ở cống đáy đập có chiều cao 1,50m, rộng 1m và tiếp tục chảy

(265) qua đoạn sâu hạ lưu uốn cong như một cung tròn có góc đỉnh 20° , bán kính $R = 10\text{m}$.

Lưu lượng qua cống là $50\text{m}^3/\text{s}$.

a) Tìm lực tác động lên đoạn sân hạ lưu BD.

b) Tính lực đó khi kể đến gradien áp suất.

Giải :

Hướng dẫn câu b :

Ta có biểu thức xác định gradien áp suất :

$$\frac{\Delta p^*}{\Delta R} = \rho \frac{v^2}{R}$$

$$\Delta p = \int_{R_1}^{R_2} \rho \frac{v^2}{R} dR = \rho v^2 \lg \frac{R_2}{R_1}$$

$\Delta p^* = \Delta p + \Delta(\rho gh)$, từ đó suy ra :

$$F = \Delta p \cdot BD = \Delta p \cdot 2R_2 \sin 15^\circ$$

Đáp số :

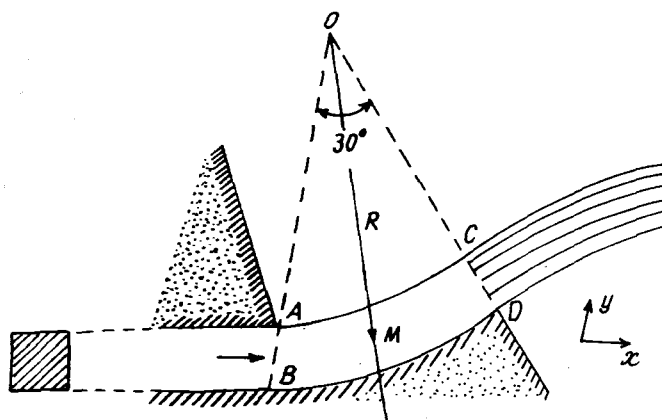
a) $F_x = 223,67 \cdot 10^3\text{N}$,

$F_y = 891,65 \cdot 10^3\text{N}$.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 919,2 \cdot 10^3\text{N}.$$

$$\alpha = \arctg \frac{x}{F_y} = 1486'$$

b) $F = 843,66 \cdot 10^3\text{N}$.



H. bài 4-103

✓ 4.104 - Vòi phun nằm ngang phun nước với vận tốc v vào cánh gáo đặt trên một toa xe (266) chuyển động với vận tốc u .

a) Xác định công suất của vòi và hiệu suất của nó.

b) Xác định tỉ số $\frac{u}{v}$ tương ứng với công suất và hiệu suất lớn nhất.

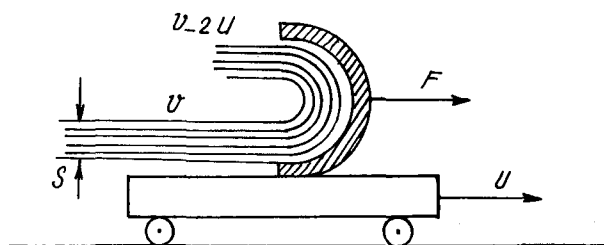
c) Tính tỉ số tương ứng đó với lực F và công suất trung bình.

Đáp số : a) $N_1 = Fv$; với $F = 2\rho S(v - u)$;

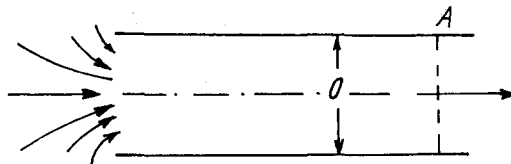
$$\eta = \frac{N_1}{N_0} = 4 \frac{u}{v} \left(1 - \frac{u}{v}\right)^2.$$

$$b) p_{1\max} = \frac{16}{27} \cdot \frac{1}{2} \rho v^3, \eta = \frac{16}{27} \cdot \frac{u}{v} = \frac{1}{3}$$

$$c) \frac{u}{v} = \frac{1}{2}.$$



H. bài 4-104



H. bài 4-105

✓ 4.105 - Vòi Boocđa (Borda) có đường kính D , có miệng tiếp xúc với khí trời, hút không khí (267) được nhờ một quạt hút gió ở bên trong. Đoạn đầu ống bị giới hạn bởi mặt cắt A và có chiều dài $l_d = 20D$.

1. Giả thiết vận tốc tại A không đổi và bằng $\frac{Q}{S}$;

hãy tính :

a) Áp suất tĩnh p tại A ;

b) Hệ số lưu lượng từ công thức :

$$Q = \varphi S \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$$

2. Tính vận tốc trung bình $\bar{u}$ ở A với giả thiết phân bố vận tốc dòng rối có dạng :

$$\frac{v}{v_{\max}} = \left(\frac{2y}{D}\right)^{\frac{1}{7}}$$

Đáp số : a) $p = -\rho u^2$;

$$b) \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 ;$$

$$2) \bar{u} = \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{49}{60} v_{\max} = 0,817 v_{\max}.$$

$$\text{Hướng dẫn : } Q = \int_0^R 2\pi r v dS = 2\pi \int_0^R (R - y) v_{\max} \left(\frac{y}{R}\right)^{\frac{1}{7}} dy.$$

✓ **4.106** - Tàu biển chạy với vận tốc v nhờ một bơm phun nước ngược chiều với vận tốc w .
(268)

a) Tính công suất có ích N theo lưu lượng bơm Q .

b) Xác định hiệu suất η và công suất của bơm N_B .

c) Tính bằng số nếu :

$$v = 24 \text{ km/h} ; Q = 0,28 \text{ m}^3/\text{s} ;$$

$$\text{đường kính ống } d = 15 \text{ cm} ; \gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 9810 \text{ N/m}^3$$

Đáp số : a) $N = Fv = \gamma Qv(w - v) ;$

$$\text{b) } \eta = \frac{N}{N_B} = \frac{2}{1 + \frac{Pw}{v}}$$

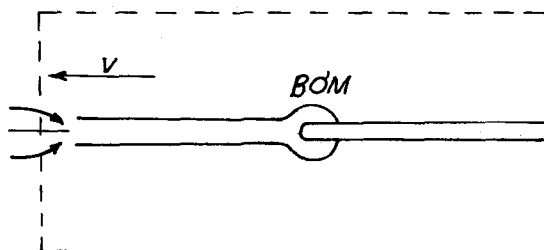
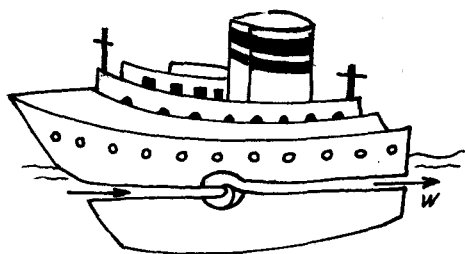
$$N_B = N + \frac{1}{2} \gamma Q (w - v)^2 ;$$

c) $v = 6,67 \text{ m/s}, w = 15,85 \text{ m/s}.$

$$F = \gamma Q(w - v) = 2521 \text{ N}$$

$$N_B = 1.722 \text{ kG.m/s} = 23 \text{ ml} = 16.890 \text{ Nm/s}$$

$$\eta = 0,59.$$

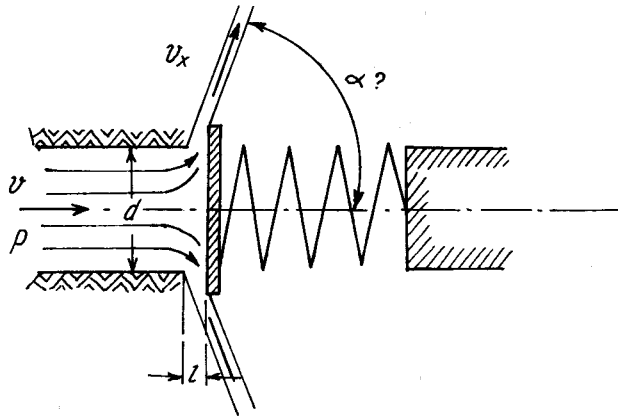


H. bài 4-106

✓ **4.107** - Nắp an toàn có đường kính nút $d = 25 \text{ mm}$ tháo dầu từ ống có lưu lượng $Q = 10$
(269) l/s và áp suất dư trong đó là $p = 320 \text{ N/cm}^2$; lúc này độ mở của nắp là $l = 5 \text{ mm}$.

Bỏ qua tổn thất áp lực ở khe nắp, xác định phương của tia dòng (tức là góc α) phun ra ở nắp, nếu biết rằng áp suất cầu lúc đầu để mở nắp được là $p_0 = 250 \text{ N/cm}^2$ và độ cứng của lò xo là $c = 20 \text{ N/mm}$. Khối lượng đơn vị của dầu $\rho = 920 \text{ kg/m}^3$.

Đáp số : $\alpha = 57^\circ$



H. bài 4-107

4.108 - Tìm biểu thức tính lực nâng, lực cản, công suất của bản phẳng (có bề rộng 1m) (270) nghiêng một góc α với phương ngang và chuyển dịch với vận tốc v .

Giả thiết chất lỏng lí tưởng có $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$, khối lượng bản phẳng không đáng kể.
 Tính kết quả, nếu cho $v = 36 \text{ km/h}$, $\alpha = 45^\circ$ và $\Delta h = 10 \text{ cm}$.

Đáp số :

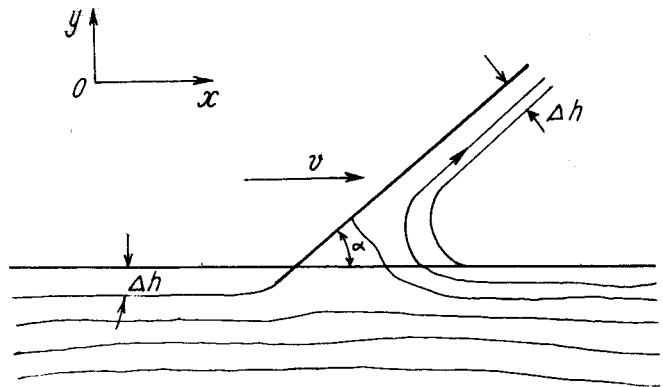
$$R = \rho v^2 \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} \Delta h ;$$

$$R = 24.100 \text{ N.}$$

$$\text{Lực cản : } R_x = R \sin \alpha = 16.990 \text{ N ;}$$

$$\text{Lực nâng : } R_y = R \cos \alpha = 16.990 \text{ N ;}$$

$$\text{Công suất : } N = R v \sin \alpha = 170 \text{ kW.}$$



H. bài 4-108

4.109 - Vòi tưới Bake (Barker) biểu diễn như hình 4-109 gồm bình hình trụ tròn có gắn hai (271) vòi uốn cong nằm trong mặt phẳng nằm ngang quay quanh trục hình trụ. Dưới tác động của cột áp $H = \text{const}$ vòi phun nước làm trụ tròn quay.

a) Xác định vận tốc nước phun ra khỏi vòi theo cột áp H , bán kính R và vận tốc góc ω . Tính mômen quay của vòi nước.

b) Xác định vận tốc góc lớn nhất.

c) Lập biểu thức tổng quát của hiệu suất vòi tưới. Tính trong các trường hợp : $\theta = 0$ và $\theta = \frac{\pi}{2}$.

d) Áp dụng bằng số : $R = 1 \text{ m}$, $\theta = 0^\circ$, khi $\omega = 0$, lưu lượng vòi tưới là 3 l/s và mômen quay là $19,62 \text{ N.m}$.

Xác định lưu lượng, mômen quay, công suất và hiệu suất khi vòi phun quay 120 vg/ph ; khi $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Đáp số : a) $v = v_A = \sqrt{2gH + \omega^2 R^2}$; $M = \rho Q (v \cos \theta - \omega R) R$.

b) Khi $M = 0$; $\omega = \omega_{\max} = \frac{\sqrt{2gH}}{R \sin \theta}$;

$$c) \eta = \frac{M_\omega}{N_o} = \frac{\rho Q(v \cos \theta - \omega R) \omega R}{\gamma Q H}$$

$$\eta = 2 \frac{v \cos \theta - \omega R}{v^2 - \omega^2 R^2} \omega R$$

* Khi $\theta = \frac{\pi}{2}$, $\cos \theta = 0$ vòi tưới quay dưới tác động của mômen quay ban đầu (lúc $M_o = 0$, vòi tưới không quay).

* Khi $\theta = 0$, $\cos \theta = 1$.

$$\eta = \frac{v - \omega R}{v^2 - \omega^2 R^2} \omega R = \frac{2\omega R}{v + \omega R} = 2 \frac{\frac{\omega R}{v}}{1 + \frac{\omega R}{v^2}}$$

$$d) v_o = \frac{M_o}{RQ} = 6,667 \text{ m/s}, \quad H = \frac{v_o^2}{2g} = 2,22 \text{ m}$$

$$v_1 = \omega R = 12,56 \text{ m/s};$$

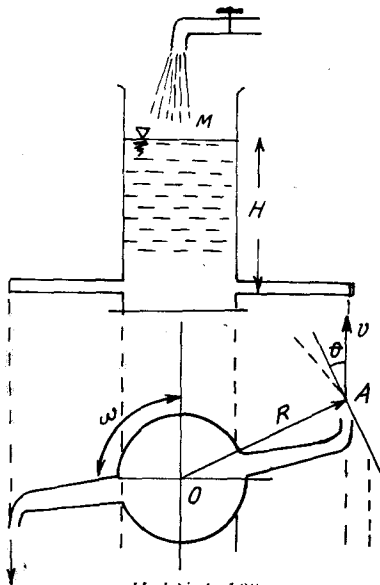
$$v_A = \sqrt{2gH + \omega^2 R^2} = 14,23 \text{ m/s}.$$

$$Q_1 = Q_o \frac{v_A}{v_o} = 6,4 \text{ l/s};$$

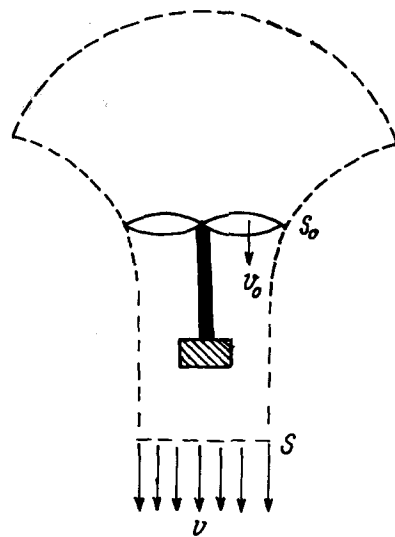
$$M = 1,068 \text{ kGm} = 10,48 \text{ N.M};$$

$$N = M\omega = 13,42 \text{ kGm/s} = 0,179 \text{ m.l} = 131,65 \text{ Nm/s}$$

$$l = \frac{2\omega R}{v + \omega R} = 0,94$$



H. bài 4-109



H. bài 4-110

4.110- Chong chóng có đường kính D_0 , có trục thẳng đứng với trục đẩy dọc trục $F = (272) 150 \text{ kG} = 1,471,5 \text{ N}$.

a) Tính công suất của mô-tơ làm quay quạt.

b) Tính công suất đó trong trường hợp $D_0 = 4 \text{ m}$, $S_0 = 2 \text{ S}$.

Đáp số : a) $F = \rho S v^2$

$$N = \frac{1}{2} \rho S v^3;$$

$$\text{Suy ra : } N^2 = \frac{F^3}{4 \rho S} = \frac{F^3}{2 \rho S_0} = \frac{2 F^3}{\pi \rho D_0^2}.$$

$$\begin{aligned} \text{b) } N &= 1,032 \cdot 10^3 \text{ kGm/s} = 13,8 \text{ m.l} \\ &= 10,124 \cdot 10^3 \text{ Nm/s.} \end{aligned}$$

4.111 - Vận tốc tuyệt đối của nước chảy vào cánh dẫn của tuabin thủy lực là v_1 theo một góc α_1 và chảy ra là v_2 theo góc α_2

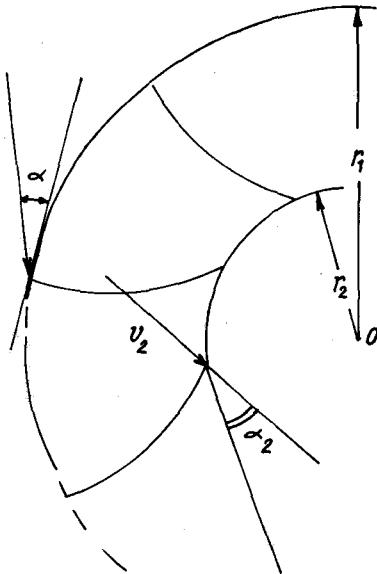
Lập công thức tính mômen quay của tuabin, nếu lưu lượng nước chảy qua tuabin là Q , trọng lượng riêng của nước là γ

Giả thiết v_1 và v_2 không đổi theo các tiết diện. Tính bằng số, nếu biết :

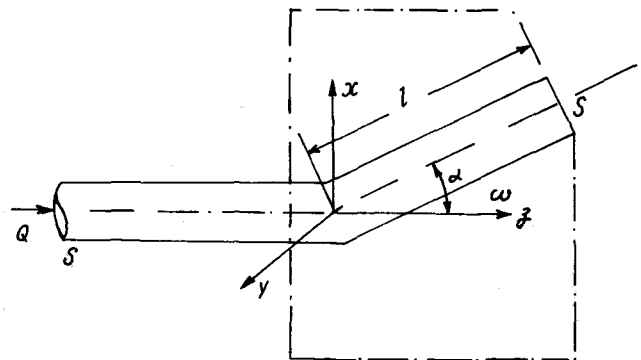
$$\begin{aligned} Q &= 0,050 \text{ m}^3/\text{s}; & \alpha_1 &= 30^\circ; & \alpha_2 &= 45^\circ; & v_1 &= 10 \text{ m/s.} \\ v_2 &= 8 \text{ m/s}; & r_2 &= 0,6 \text{ m}; & r_1 &= 1 \text{ m}; & \gamma &= 9810 \text{ N m}^3. \end{aligned}$$

$$\text{Đáp số : } M = \frac{\gamma Q}{g} (v_1 r_1 \cos \alpha_1 - v_2 r_2 \cos \alpha_2);$$

$$M = 267,59 \text{ kG.M} = 2.625,06 \text{ Nm}$$



H. bài 4-111



H. bài 4-112

- 4.112 - Chất lỏng có khối lượng riêng chảy trong ống gấp khúc với lưu lượng $Q = \text{const}$.
 (274) Ống có tiết diện $S = \text{const}$; tại đoạn gấp khúc hợp với trục Oz một góc θ và tự quay trục Oz với vận tốc góc $\omega_0 = \text{const}$.

Tìm mômen động lực M ứng với các trục theo hình vẽ bài 4.112.

Đáp số : $M = \rho Q L^2 \omega_0 \sin \theta x [-\vec{i} \cos \theta + \vec{k} \sin \theta]$;

$$M_x = -\rho Q L^2 \omega_0 \sin \theta \cos \theta ;$$

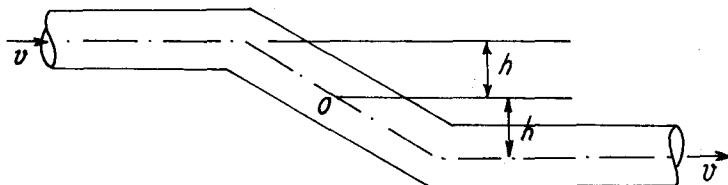
$$M_y = 0 ;$$

$$M_z = \rho Q L^2 \omega_0 \sin^2 \theta.$$

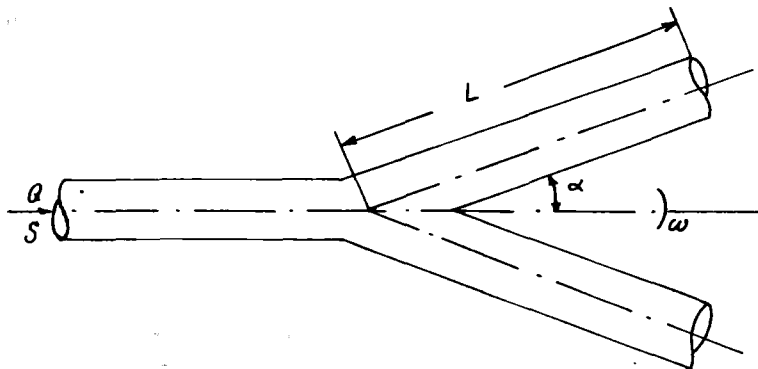
($\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ vectơ đơn vị định hướng theo các trục x, y, z).

- 4.113 - Dòng chất lỏng có vận tốc $v = \text{const}$ chảy trong ống gấp khúc có tiết diện $S = \text{const}$.
 (275) Tìm mômen động lượng của dòng ứng với điểm 0.

Đáp số : $M = 2\rho S h v^2$.



H. bài 4-113



H. bài 4-114

- 4.114 - Đường ống chia làm hai nhánh bằng nhau và cùng bằng ống chính ($d = \text{const}$); mỗi nhánh đều có chiều dài $L = \text{const}$ ($L \gg d$). Chất lỏng lý tưởng có $\gamma = \text{const}$ chảy trong ống với $Q = \text{const}$. Ống tự quay quanh trục $O - O$ với vận tốc góc $\omega_0 = \text{const}$.

Tìm mômen động lượng của nó ứng với trục $O - O$.

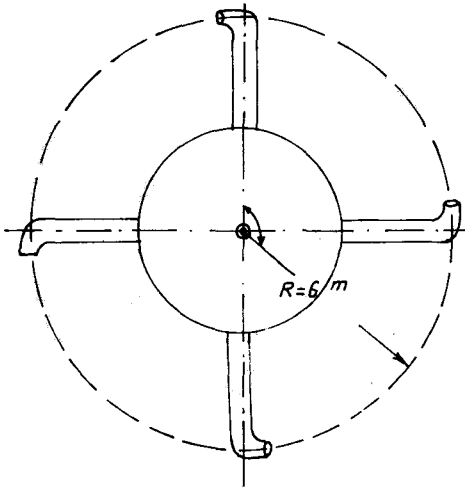
Đáp số : $M_0 = \frac{\gamma}{g} Q L^2 \omega_0 \sin^2 \theta.$

4.115 - Các vòi phun nước có đường kính $d = 1\text{cm}$, lưu lượng mỗi vòi $Q = 0,50\text{l/s}$.

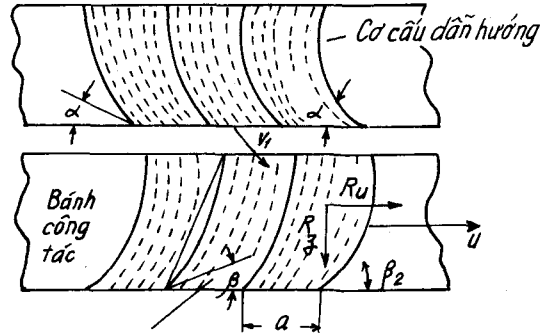
(277)

Xác định công suất của tuabin, nếu số vòng quay của bánh công tác, $= 100\text{vòng/ph}$.

Đáp số : $N = 133\text{Nm/s} = 130\text{W}$.



H. bài 4-115



H. bài 4-116

4.116 - Dòng từ các cơ cấu dẫn hướng cố định chảy vào bánh công của tuabin phản lực với

(278) vận tốc tuyệt đối $v_1 = 30\text{m/s}$ tạo nên góc $\alpha_1 = 20^\circ$ hợp với phương chuyển động của các cánh dẫn. Xác định (theo một rãnh của bánh công tác) ứng lực vòng R_u và ứng lực trục R_r vuông góc với nó do dòng nước trong bánh công tác tạo nên, nếu bánh chuyển động với vận tốc quay trung bình $u = 25\text{m/s}$. Tại cửa ra, mỗi một cánh dẫn có bề rộng $a = 60\text{mm}$, chiều cao không đổi theo chiều cao của bánh $b = 40\text{mm}$. Góc tại cửa ra của cánh dẫn $\beta_2 = 25^\circ$, hệ số cản của bánh công tác biểu thị tổn thất trong rãnh theo vận tốc tương đối tại cửa ra $\zeta = 0,2$.

Đáp số : $R_u = 618\text{N}$.

$R_r = 706\text{N}$

4.117 - Dòng nước từ cơ cấu dẫn hướng cố định theo góc $\alpha_1 = 35^\circ$ hợp với phương vận tốc

(279) vòng $u = \omega R$ chảy vào các cánh của tuabin hướng trục phản lực bán kính quay trung bình $R = 500\text{mm}$ và bề rộng $B = 100\text{mm}$. Nước chảy ra từ bánh công tác vào không khí dưới một cột áp tĩnh theo giả thiết $H_1 = 12\text{m}$ với vận tốc tương đối có phương hợp cánh dẫn $\beta_2 = 25^\circ$;

a) Bỏ qua sức cản thủy lực của cơ cấu dẫn hướng và bánh công tác, xác định công suất có ích để tạo dòng chảy trong bánh công tác theo chế độ nước "thoát ra bình thường" khi vận tốc tuyệt đối ở cửa ra v_2 trực giao vận tốc theo u . Tìm số vòng quay mà bánh công tác phải đạt được theo điều kiện trên.

b) Kết quả trên sẽ thay đổi thế nào nếu ta mắc vào tuabin một ống thoát có dạng khuếch tán và nhúng xuống dưới mặt nước cách bánh công tác một khoảng $H_2 = 4\text{m}$?

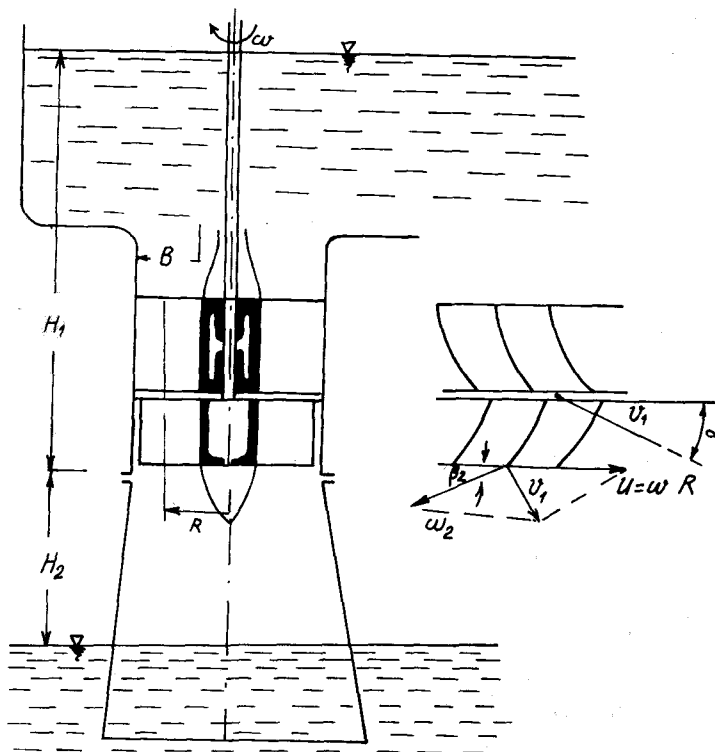
Tổn thất cột áp trong ống thoát và động năng tại cửa ra của ống có thể bỏ qua.

Đáp số : a) $N = 184 \text{ kW}$,

$n = 235 \text{ vg/ph}$.

b) $N = 353 \text{ kW}$.

$n = 293 \text{ vg/ph}$.



H. bài 4-117

✓ 4.118 ?
(280) Bánh công tác cửa bơm li tâm có bán kính trong $R_1 = 0,1 \text{ m}$ và bán kính ngoài $R_2 = 0,2 \text{ m}$, chiều rộng ở cửa vào $b_1 = 100 \text{ mm}$ và ở cửa ra $b_2 = 50 \text{ mm}$, góc của cánh dẫn ở cửa ra $\beta_2 = 20^\circ$.

a) Cho rằng số cánh dẫn là vô hạn, hãy xác định mômen động lượng của dòng M tác động lên bánh công tác và cột áp H (tức là năng lượng cho một đơn vị trọng lượng dòng nước trong bánh công tác) khi số vòng quay $n = 2135 \text{ vg/ph}$ và lưu lượng nước $Q = 240 \text{ l/s}$.

b) Nếu giảm lưu lượng đi một nửa thì M và H sẽ thay đổi thế nào ?

c) M và H có phụ thuộc vào khối lượng riêng của chất lỏng không ?

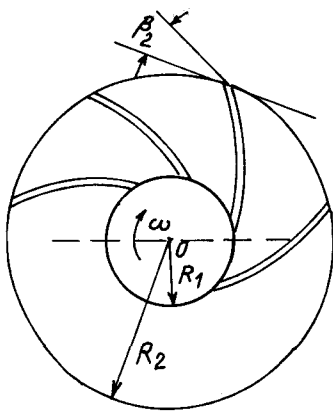
Giả thiết tại cửa vào bánh công tác dòng chất lỏng không bị quay theo.

Đáp số : a) $M = -1640 \text{ N.m}$ và $H = 155 \text{ m}$;

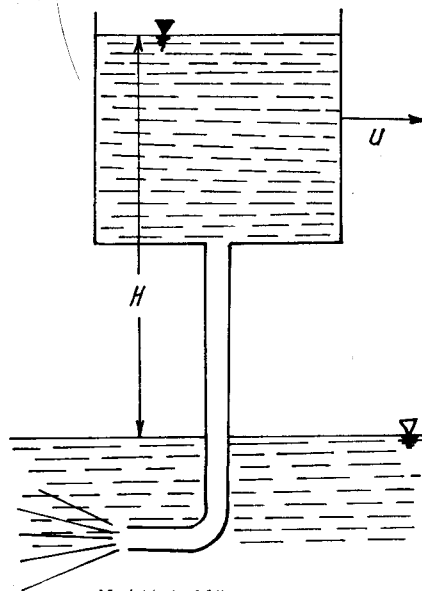
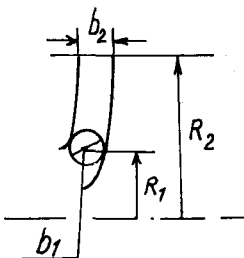
b) $M = -945 \text{ N.M}$ và $H = 180 \text{ m}$;

c) có.

$$N = \gamma Q H$$



H. bài 4-118



H. bài 4-119

- ✓ 4.119 - Xác định phản lực và công suất có ích do dòng nước trong bình được chuyển động tạo (281) nên. Bình chuyển động tịnh tiến với vận tốc $u = 15\text{m/s}$. Nước trong bình chảy ra qua ống cong gấp có diện tích tiết diện $S = 25\text{cm}^2$ dưới cột áp $H = 2\text{m}$. Bỏ qua tổn thất năng lượng.

Đáp số : $R = 100\text{N}$.
 $N = 1,5\text{kW}$.

- ✓ 4.120 - Nước từ bình quay chảy ra ngoài qua hai vòi phun đặt nằm ngang phía dưới như hình (282) vẽ. Bình A cố định, bình B quay với vận tốc góc ω phụ thuộc vào cột áp H , bán kính r và hệ số của thủy lực trong vòi $\zeta = 0,1$.

Biết $H = 2\text{m}$; $d = 0,02\text{m}$ và $r = 0,40\text{m}$.

Tìm :

- Mômen hãm M_0 khi quay.
- Vận tốc góc ω_0 khi mômen bằng 0.
- Vận tốc góc tối ưu ω_1 khi hiệu suất thủy lực của bánh quay η đạt cực đại.

d) Giá trị $\eta_{\max}$

Đáp số :

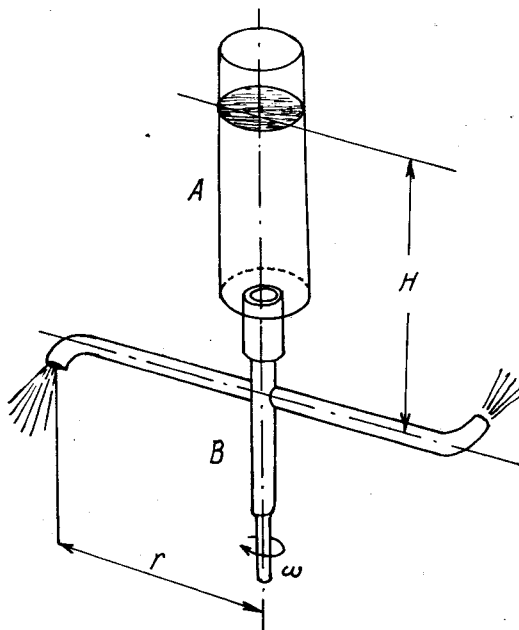
a) $M_0 = 9\text{Nm}$.

b) $\omega_0 = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{1}{\zeta}} \sqrt{2gH} = 49,71/\text{s}$.

c) $\omega_1 = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{1}{2}} \left(\sqrt{\frac{1+\zeta}{\zeta}} - 1 \right) \times \sqrt{2gH}$

$= 16,9/\text{s}$.

d) $\eta_{\max} = 1 - \sqrt{\frac{\zeta}{\zeta+1}} = 0,7$.



H. bài 4-120

Chương 5.

ĐỘNG LỰC HỌC CHẤT LỎNG THỰC

5.1 - Chọn độ cao đặt bơm h_B , cho biết lưu lượng bơm li tâm $Q = 30 \text{ l/s}$. Đường kính ống (283) hút $d = 150\text{mm}$, chân không kế của ống hút chỉ $0,68\text{at}$, tổn thất trong ống hút, lưới và van là $h_w = 1\text{m}$ (h. bài 5.1).

Giải :

Phương trình Bécnu-li viết cho hai mặt cắt 1.1 và 2.2. có dạng :

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + h_w$$

Để xác định hệ số hiệu chỉnh động năng α ta xác định vận tốc trung bình của dòng trong ống :

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi d^2} = 1,7\text{m/s}$$

Thông thường khi $v > 1,2\text{m/s}$ thì dòng ở trạng thái chảy rối. Để đơn giản ta chọn $\alpha_2 = 1$. Nếu lấy mặt 1.1 làm mặt chuẩn thì phương trình Bécnu-li có dạng đơn giản :

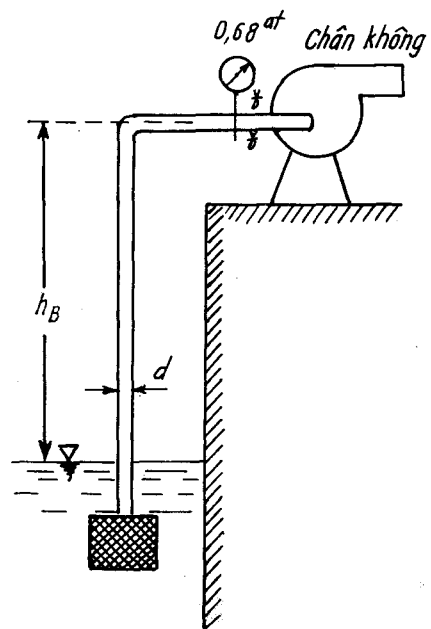
$$0 = h_B - \frac{p_{ck}}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_w$$

Từ đó suy ra :

$$h_B = \frac{p_{ck}}{\gamma} - \frac{v_2^2}{2g} - h_w$$

Đưa số liệu vào ta có :

$$h_B = 5,56\text{m}.$$



H. bài 5-1

5.2 - Tại lớp biên chảy tầng của chất lỏng thực sát bản phẳng có vận tốc phân bố theo (284) phương trình.

$$v = (20y - 0,5y^2)\text{cm/s}.$$

trong đó v - vận tốc chất lỏng tại khoảng y (cm) cách bản.

Độ nhớt động lực của chất lỏng $\mu = 0,5 \text{ poazơ} = 0,05\text{Ns/m}^2$. Tính ứng suất tiếp tuyến trên mặt phẳng đó.

Giải :

Theo giả thiết Niuton ta có :

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

Theo điều kiện bài toán $\frac{dv}{dy} = 20 - y$

do đó : $\tau = \mu (20 - y)$

Trên mặt bản phẳng :

$$\tau_0 = \tau_{y=0} = 20\mu = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ dyn/cm}^2 = 1 \text{ N/m}^2.$$

5.3 - Xác định độ dốc thủy lực J của ống dẫn nước có đường kính $d = \text{const}$ và dài $l =$
(285) 10km, nếu áp suất p_1 đầu ống lớn hơn áp suất p_2 cuối ống $\Delta p = 30 \text{at}$ và cuối ống đặt
cao hơn đầu ống $\Delta z = 20 \text{m}$.

Giải :

Theo định nghĩa độ dốc thủy lực $J = \frac{h_w}{l}$, nên trước hết ta phải tìm tổn thất năng lượng
đơn vị của dòng chảy h_w . Muốn vậy ta viết tích phân Bécnuili cho đầu ống và cuối ống :

$$z + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + hh_w (\alpha = 1,0)$$

Vì $d = \text{const}$ nên $d_1 = d_2$ và do đó :

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} + z_1 - z_2 = h_w \text{ hay}$$

$$h_w = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \Delta z = \frac{\Delta p}{\gamma} - \Delta z$$

Thay số vào ta có :

$$h_w = \frac{30}{0,001} - 2000 = 28.000 \text{ cm} = 280 \text{ m}.$$

Vậy ta có :

$$J = \frac{h_w}{l} = \frac{280}{10.000} = 0,028.$$

5.4 - Một đĩa tròn mỏng và phẳng không có trọng lượng, có bán kính $R = 4 \text{m}$ được nối với một
(286) vật có trọng lượng G bằng những mạng dây, không có trọng lượng đáng kể - H. bài 5.4.

Đĩa phẳng đó từ từ rơi xuống với vận tốc không đổi $v = 1 \text{m/s}$ và luôn luôn được giữ ở
vị trí nằm ngang trong không khí ở trạng thái tĩnh.

Biết không khí có nhiệt độ $t = 0^\circ \text{C}$ và áp suất 760mm cột thủy ngân ; hệ số cản $C = 1,11$.
Tính xem trọng lượng G của vật là bao nhiêu ?

Giải :

Áp lực của không khí tác động lên đĩa tròn phẳng đó khi đĩa hạ dần với vận tốc v là :

$$P = CS\gamma \frac{v^2}{2g} = C\pi R^2 \rho \frac{v^2}{2}$$

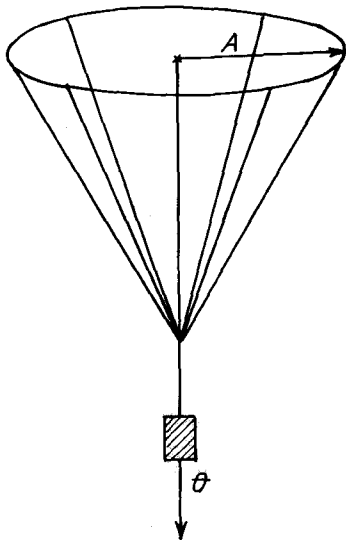
Trong đó : C - hệ số cản trực diện của đĩa,

Vì đĩa được nối với trọng vật G mới từ từ hạ xuống với vận tốc $v = 1 \text{m/s}$ nên ta có
phương trình :

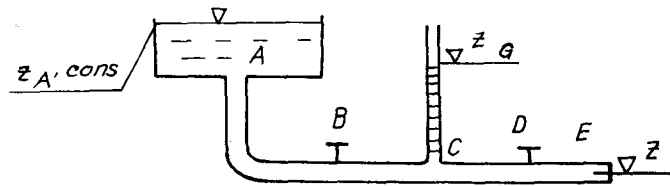
$$P - G = 0$$

$$G = CR^2 \pi \rho \frac{v^2}{2}$$

Thay số vào ta được : $G = 3,668 \text{ kG}$.



H. bài 5-4



H. bài 5-5

5.5 - Từ một bể chứa có mực nước không đổi, nước được dẫn theo một đường ống có đường kính không đổi chảy ra không khí. Trên đường ống có hai khóa B và D để điều chỉnh lưu lượng. Tại C trên đoạn BD có 1 ống đo áp. Cho rằng dòng chảy trong ống luôn ở chế độ rối thuộc khu vực cân bằng phẳng. Lúc đầu hai khóa B và D mở hết, lưu lượng tương ứng là Q_0 và cao trình đường đo áp ở C là Z_c .

a) Để giảm lưu lượng tới $Q < Q_0$ ta có thể đóng bớt khóa B hoặc D (không cần xét trường hợp đóng bớt cả B và D). Hãy lí giải sự giảm lưu lượng đó qua các công thức thủy lực cần thiết.

b) Khi đóng bớt khóa B hoặc D thì cao trình đường đo áp ở C thay đổi như thế nào ? Hãy lí giải sự thay đổi đó qua công thức thủy lực.

Giải :

Kí hiệu S_B, S_D, S_{B0}, S_{D0} là hệ số tổn thất cục bộ tại các khóa ở B và D lúc đóng một phần và mở hoàn toàn. Ta có :

$$S_B > S_{B0} ; S_D > S_{D0} \dots \quad (1)$$

Kí hiệu S_1, S_2 - hệ số tổn thất chung của đoạn từ bể tới C và từ C tới cuối ống, S_1 và S_2 không đổi. Lúc đầu ta có :

$$Q_0 = \frac{\pi d^2}{4} v_0 \quad (2)$$

$$v_o = \left[\frac{2g(Z_A - Z_B)}{S_1 + S_{Bo} + 1} \right]^{1/2} = \left[\frac{2g(Z_C - Z_B)}{S_2 + S_{Bo}} \right]^{1/2}, \quad (3)$$

$$v_o = \left[\frac{2g(Z_A - Z_B)}{S_1 + S_2 + S_{Bo} + S_{Do} + 1} \right]^{1/2}. \quad (4)$$

Khi đóng bớt khóa B, vận tốc tương ứng là v , ta có

$$v = \left[\frac{2g(Z_A - Z_B)}{S_1 + S_2 + S_B + S_{Do} + 1} \right]^{1/2}. \quad (5)$$

So sánh (4) và (5) với $S_B > S_{Bo}$ nên $v < v_o$. Vậy $Q < Q_o$. Đóng bớt khóa D cũng lập luận tương tự.

a) Gọi cao trình đường đo áp tại C khi đóng bớt khóa B là Z_1 , ta có vận tốc là $v < v_o$

$$v = \left[\frac{2g(Z_1 - Z_B)}{S_2 + S_{Do}} \right]^{1/2}. \quad (6)$$

So sánh (3) và (6) ta đi đến $Z_1 - Z_B < Z_C - Z_B$ nên $Z_1 < Z_C$. Vậy cao trình đường đo áp Z_1 ở C lúc này hạ thấp hơn so với Z_C .

b) Gọi cao trình đường đo áp tại C khi đóng bớt khóa D là Z_2 còn vận tốc trong ống là $v < v_o$, ta có :

$$v = \left[\frac{2g(Z_A - Z_2)}{S_1 + S_{Bo} + 1} \right]^{1/2} \quad (7)$$

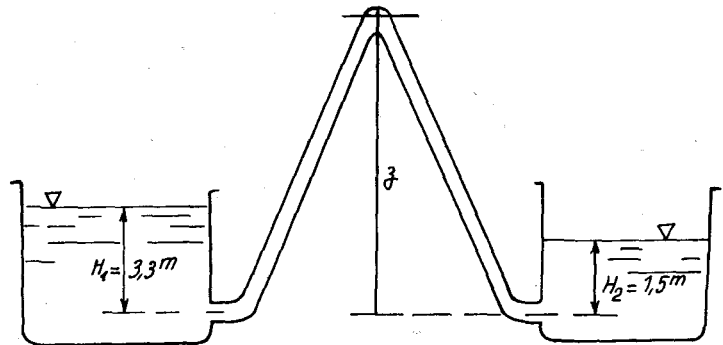
So sánh (2) và (7) ta đi đến $Z_A - Z_2 < Z_A - Z_C$, nên $Z_2 > Z_C$. Vậy cao trình đường đo áp tại C nâng cao hơn so với Z_C .

5.6 - Xác định áp suất chân không

(288) ở điểm cao nhất của ống xiphông và lưu lượng nước qua ống. Biết : Đường kính ống xiphông : $d = 150\text{mm}$; $H_1 = 3,3\text{m}$; $H_2 = 1,5\text{m}$; $z = 6,8\text{m}$; tổn thất trong ống $h_w = 0,6mH_2$.

Đáp số : $p_{ck} = 0,53\text{at}$.

$Q = 86\text{l/s}$.



H. bài 5-6

5.7 - Tìm lực ma sát F tác động lên bản phẳng có diện tích $S = 100\text{cm}^2$ khi bản này trượt (289) trên mặt phẳng cố định với vận tốc $v = 0,5\text{m/s}$. Giữa bản và mặt phẳng có lớp dầu bôi trơn với hệ số nhớt động lực $\mu = 0,5\text{poazơ}$ và bề dày $\delta = 2\text{mm}$

Đáp số : $F = 0,125\text{N}$.

5.8 - Bản phẳng có trọng lượng $G = 0,5\text{kG} = 4,9\text{N}$ và diện tích $S = 100\text{cm}^2$ trượt trên
(290) mặt phẳng nghiêng có dầu bôi trơn với vận tốc $v = 40\text{cm/s}$. Góc nghiêng $\alpha = 17^\circ 27' 30''$
 và bề dày lớp dầu $\delta = 0,5\text{mm}$.

Tìm độ nhớt μ của dầu.

Đáp số : $\mu = 0,46 \text{ poazơ} = 0,046 \text{ Ns/m}^2$.

5.9 - Tìm ứng suất tiếp tuyến trong dòng chảy của chất lỏng thực có hệ số nhớt $\mu = 0,008$
(291) $\text{kGs/m}^2 = 0,0784 \text{ Ns/m}^2$, nếu cho các thành phần hình chiếu vận tốc bằng các biểu thức :

$$v_x = 2y + 3z$$

$$v_y = 3z + x$$

$$v_z = 2x + 4y$$

Đáp số : $p_{yz} = -0,056 \text{ kG/m}^2 = -0,5488 \text{ N/m}^2$

$$p_{zx} = -0,04 \text{ kG/m}^2 = -0,392 \text{ N/m}^2$$

$$p_{xy} = -0,024 \text{ kG/m}^2 = -0,2352 \text{ N/m}^2$$

5.10 - Một xoáy phẳng xảy ra trong chất lỏng thực. Tìm sự phân bố vận tốc trong xoáy đó
(292) với giả thiết các đường dòng là những đường tròn đồng tâm và chuyển động là dừng.

Đáp số : $v = Cr + \frac{C_1}{r}$;

+ Vòng tâm xoáy : $v = Cr$.

+ Vòng ở xa tâm : $v = \frac{C_1}{r}$.

5.11 - Dùng kết quả bài 5.10 để giải bài toán về chuyển động chất lỏng thực giữa hai ống
(293) trụ tròn đồng trục và quay quanh trục của chúng tức là tìm vận tốc ; ứng suất tiếp
 và mômen lực ma sát ứng với trục.

Đáp số : + Biểu thức vận tốc :

$$v = \frac{\omega_2 r_2^2 - \omega_1 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{(\omega_1 - \omega_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \cdot \frac{1}{r}$$

+ Ứng suất tiếp đối với hình trụ bán kính

$$r_1 : \tau = \mu \frac{2(\omega_2 - \omega_1) r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

+ Mômen lực ma sát ứng với trục hình trụ :

$$M_1 = \frac{4\pi\mu(\omega_2 - \omega_1) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}$$

- 5.12 - Cho chất lỏng thực chuyển động phẳng song song với mặt phẳng xy. Giả sử trong (294) mỗi mặt phẳng song song với mặt phẳng xy tất cả các phần tử chất lỏng nằm phía trong đường tròn có bán kính r_0 đều chuyển động quay. Quy luật phân bố vận tốc góc của các phần tử theo bán kính của đường tròn này là tuyến tính.

$$\omega_r = \Omega \left(1 - \frac{r}{r_0} \right)$$

trong đó : Ω - vận tốc góc của phần tử chất lỏng tại điểm tâm đường tròn.

Tìm quan hệ giữa Ω và thời gian t nếu cho rằng sự phân bố vận tốc ω_r theo bán kính luôn luôn là tuyến tính trong suốt quá trình chuyển động.

Đáp số : $\Omega = \Omega_0 e^{-\frac{6\nu}{r_0^2} t}$

(Ω_0 là vận tốc góc ở thời điểm đầu $t=0$).

- 5.13 - Từ tích phân Bécnuili cho dòng nguyên tố chất lỏng thực, chảy dừng (295)

$$-U + \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} - \nu R = C,$$

trong đó :

R - hàm lực ma sát gây nên do tác động của lực nhớt hãy lập phương trình cho chuyển động của chất lỏng thực dọc theo ống có đường kính d và chiều dài l , nếu quy luật biến đổi vận tốc trong lớp biên $v_x = v_0 \left(2 \frac{y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2} \right)$ với v_0 - vận tốc dọc theo trục ống

$\delta = \frac{d}{2}$ - bề dày lớp biên trong ống.

Đáp số : $z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + 8\nu \frac{1v_0}{\rho d^2} = C.$

- 5.14 - Cửa ra của ống thoát của tuabin đặt thấp hơn mực nước ở thượng lưu một khoảng h . (296)

Tổn thất năng lượng trong ống bằng $a \frac{v^2}{2g}$ (v - vận tốc nước tại cửa ra, a - hằng số).

Đường ống thoát $d = \text{const.}$

a) Cột áp H của tuabin bằng bao nhiêu ?

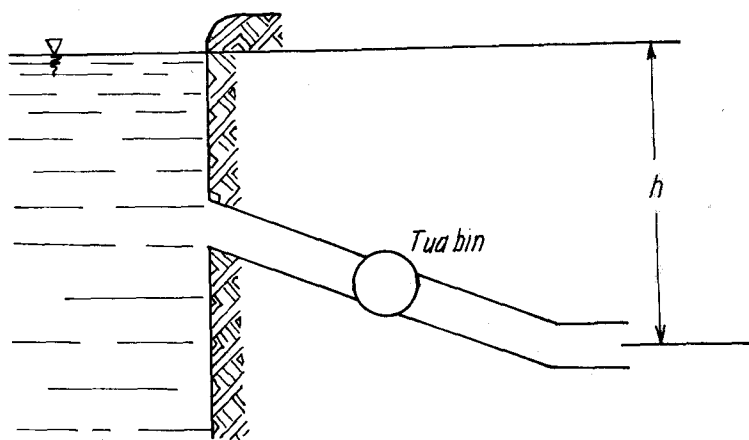
b) Công suất N của tuabin sẽ bằng bao nhiêu nếu hiệu suất tuabin $\eta = 0,9$.

c) Tìm điều kiện để công suất đạt cực đại, nếu h , a và η không thay đổi.

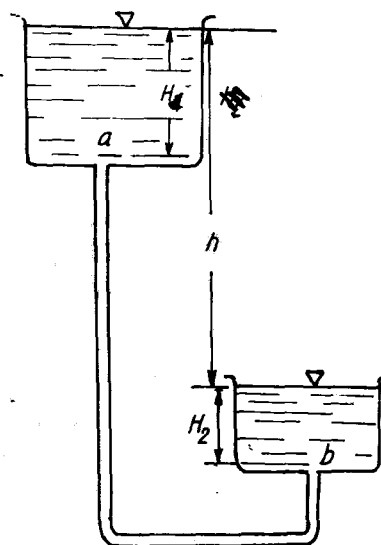
Đáp số : a) $H = h - (1 + a) \frac{v^2}{2g}$

b) $N = \frac{\pi \gamma d^2}{270} \left[v h - (1 + a) \frac{v^2}{2g} \right]$

c) $v = \sqrt{\frac{2gh}{3(1+a)}}$ thì $N = N_{\max}$.



H. bài 5-14



H. bài 5-15

5.15 - Hai bể chứa nối liền nhau bằng một ống dẫn nước từ bể trên theo ống đó chảy xuống (297) bể dưới.

Xác định tổn thất năng lượng đơn vị khi 1kG (9,81N) nước chảy từ điểm a điểm này và hiệu mức nước h ở hai bể.

Đáp số : $\Delta E = \frac{v_a^2 - v_b^2}{2g} + h.$

5.16 - Dầu có trọng lượng riêng $\gamma = 8829\text{N/m}^3$ chảy theo ống dẫn với lưu lượng $Q = 40\text{l/s}$.

(298) Tại một tiết diện ống có đường kính trong $d_1 = 305\text{mm}$ và áp suất $p_1 = 10\text{at}$, ở một tiết diện khác đặt cao hơn tiết diện trên một khoảng $\Delta z = 10\text{m}$, ống có đường kính trong $d_2 = 254\text{mm}$ và áp suất $p_2 = 8\text{at}$.

Xác định tổn thất dọc đường h_d giữa hai tiết diện này.

Đáp số : $h_d = 12,48\text{m}.$

5.17 - Chất lỏng có trọng lượng riêng $\gamma = 900\text{kG/m}^3$ (8.829N/m³) từ bể chứa chảy ra ngoài (299) không khí với vận tốc trung bình $v_{tb} = 4,22\text{m/s}$ theo ống có tiết diện không đổi và dài $l = 10\text{km}$.

Xác định độ dốc thủy lực J, nếu cao trình cuối ống $z_2 = 200\text{m}$, còn cao trình chất lỏng trong bể chứa $z_1 = 251\text{m}$.

Đáp số : $J = 0,005.$

5.18 - Ống phun chứa chất có đường kính $d = 75\text{mm}$ có lắp một vòi phun hình nón cụt.

(300) Tổn thất cột áp khi nước phun qua vòi là $h_w = 0,51$, lưu lượng $Q = 7\text{l/s}$.

Nước trước khi vào vòi cần có áp suất bằng bao nhiêu để dòng nước phun ra đạt độ cao $H = 15\text{m}$? Xác định đường kính của vòi d_1 . Khi giải bài toán, bỏ qua sức cản không khí.

Đáp số : $p = 1,54 \text{ at}.$

$d_1 = 22,8\text{mm}.$

5.19 - Muốn dập tắt được ngọn lửa thì tia nước phun thẳng đứng từ vòi hình nón cut lên (301) cần phải đạt độ cao $h = 10\text{m}$ (vòi dài $l = 1\text{m}$). Tại đáy vòi áp suất $p = 1\text{at}$, đường kính $d = 75\text{mm}$.

Xác định lưu lượng Q và đường kính d_1 của miệng vòi, nếu hệ số điều chỉnh động năng $\alpha = 1,1$ và hệ số cản của vòi và cửa vòi ứng với vận tốc tại đáy $\zeta = 0,2$.

Sức cản không khí không đáng kể.

Đáp số : $Q = 20,6\text{l/s}$.

$d_1 = 43,4\text{mm}$

5.20 - Nước chảy theo ống dẫn với lưu lượng $Q = 125\text{l/s}$. Tại tiết diện A có đường kính ống (302) $d_1 = 40\text{cm}$, có áp suất $p_1 = 4,8\text{at}$; ở tiết diện B đặt thấp hơn tiết diện A một khoảng $\Delta z = 4\text{m}$ với đường kính $d_2 = 30\text{cm}$ có áp suất $p_2 = 4,4\text{at}$.

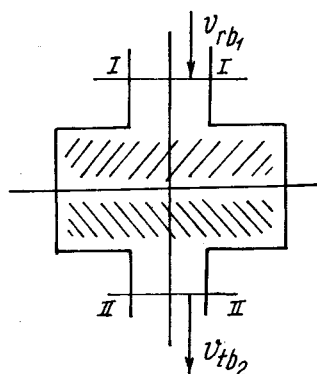
Tính tổn thất năng lượng của 1kg ($9,81\text{N}$) nước di chuyển từ A đến B.

Đáp số : $h_w = 7,89\text{m}$.

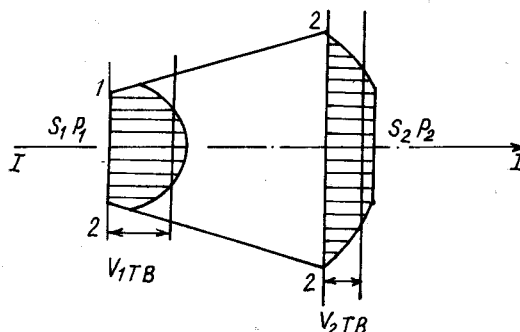
5.21 - Dòng nước ở cửa vào của tuabin (tiết diện 1-1) có vận tốc trung bình $v_{tb} = v_1 =$ (303) $1,8\text{m/s}$ và áp suất $p_1 = 2\text{at}$, còn ở cửa ra (tiết diện 2-2) có $v_2 = 12\text{m/s}$ và $p_2 = -0,3\text{at}$. Khoảng cách giữa hai tiết diện đó là $\Delta z = 3\text{m}$ (theo chiều cao). Lưu lượng nước chảy qua tuabin $Q = 2\text{m}^3/\text{s}$.

Xác định công suất đạt được của tuabin ; nếu hiệu suất $\eta = 0,60$.

Đáp số : $N = 4310\text{m.l}$



H. bài 5-21



H. bài 5-22

5.22 - Lập biểu thức tổng quát tính áp lực thủy động R_x tác động lên đoạn kênh có tiết (304) diện thay đổi và đối xứng qua trục $x - x$. Profil vận tốc tại các mặt cắt 1 - 1 và 2 - 2 được đặc trưng bằng các hệ số điều chỉnh động năng $\alpha_1 = 1,10$ và $\alpha_2 = 1,25$; các hệ số điều chỉnh động lượng $\beta_1 = 1,03$ và $\beta_2 = 1,10$. Lưu lượng dòng : $Q = 0,5\text{m}^3/\text{s}$, áp suất dư : $p_1 = p_2 = 1\text{at} = \text{const}$ cho toàn tiết diện ; hệ số tổn thất của đoạn kênh ứng với vận tốc trung bình tại tiết diện 1-1 là $\zeta = 0,2$.

$$\begin{aligned} \text{Đáp số : } R_x = & p_1 S_1 \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right) - \rho \frac{Q^2}{2} \cdot \frac{S_2}{S_1} \times \\ & \times \left[\alpha_1 - \alpha_2 \frac{S_1^2}{S_2^2} - \zeta - \frac{2S_1}{S_2} \left(\beta_1 - \beta_2 \frac{S_1}{S_2} \right) \right] \end{aligned}$$

$$R_x = 10.082,68\text{N}.$$

5.23 - Giải bài 4-47 (chương 4), nếu cho biết hệ số cản dọc đường. $\lambda = 0,3$; hệ số tổn thất (305) cục bộ ở hai đoạn uốn : $\zeta = 2,0$

Đáp số : $Q = 93,5\text{l/s}$.

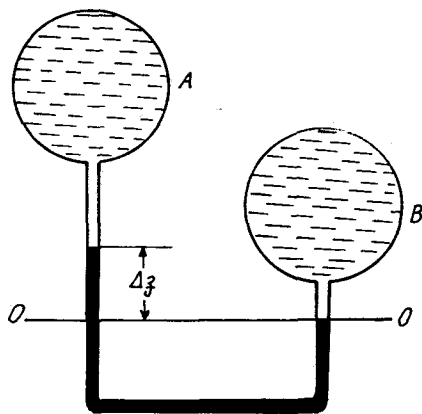
5.24 - Nước chảy theo các ống dẫn A và B có cùng đường kính ($d_1 = d_2 = 100\text{mm}$). Người (306) ta nối vào hai ống trên một ống đo áp để đo hiệu áp suất giữa hai ống.

Xác định vận tốc chuyển động của nước trong các ống dẫn trên và lưu lượng Q_A của ống A, nếu năng lượng đơn vị của hai ống đều bằng nhau.

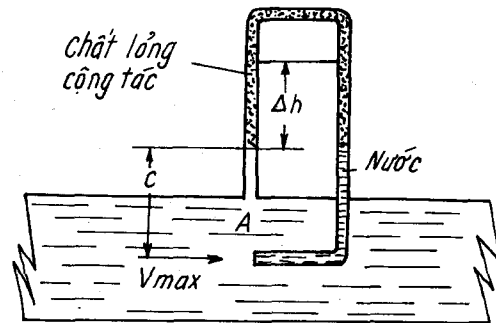
Biết lưu lượng nước trong ống B là $Q_B = 11,8\text{l/s}$; hệ số $\alpha \approx 1,00$; độ chênh mức thủy ngân trong ống đo áp $\Delta z = 1\text{cm}$.

Đáp số : $v_A = 2,18\text{m/s}$; $v_B = 1,5\text{m/s}$.

$Q_A = 17,1\text{l/s}$



H. bài 5-24



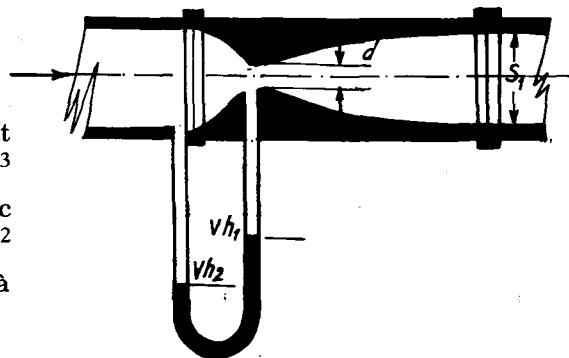
H. bài 5-25

5.25 - Sử dụng thiết bị như H. bài 5-25, xác định vận tốc chuyển động của nước tại điểm (307) A, nếu mức chênh chất lỏng giữa ống động và ống tĩnh bằng $h = 2,5\text{m}$. Chất lỏng làm việc là dầu hỏa có : $\rho = 800\text{kg/m}^3 = 800\text{Ns}^2/\text{m}^4$.

Nếu thay đổi dầu hỏa bằng không khí (có thể bỏ qua trọng lượng riêng của nó) thì vận tốc của nước tại điểm đó phải bằng bao nhiêu để mức chênh của nước trong thiết bị trên không thay đổi $\Delta h = 2,5\text{cm}$. Bỏ qua tổn thất cột áp trong ống.

Đáp số : $v_{\max} = 0,63\text{m/s}$.

$v_{\max} = 0,70\text{m/s}$.



H. bài 2-26

5.26 - Xác định lưu lượng lí thuyết Q của chất (308) lỏng có trọng lượng riêng $\gamma = 8,829\text{N/m}^3$ trong ống dẫn, nếu vạch chỉ số trong các ống đo áp đặt tại các tiết diện $S_1 = 20,50\text{cm}^2$ và $S_2 = 81\text{cm}^2$ là $h_1 = 1,000\text{mmHg}$ và $h_2 = 800\text{mmHg}$, cho $\alpha = 1,00$.

Đáp số : $Q = 15,7\text{l/s}$.

5.27 - Theo điều kiện và yêu cầu bài toán 4.5 (chương 4), chỉ thay đổi là ứng dụng chất (309)

chất lỏng thực : Tổn thất dọc đường toàn đoạn ống $h_d = 0,20 \frac{v_1}{2g}$ và hệ số tổn thất cục bộ tại hai chỗ uốn là $\zeta_u = 0,4$.

Đáp số : $\omega_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{r} = 11,07 \text{ 1/s.}$

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{3gh} = 1,701 \text{ l/s.}$$

5.28 - Giải theo điều kiện và yêu cầu bài 4.54 - (chương 4). Ở đây thêm : chất lỏng thực, (310)

tổn thất do ma sát dọc ống bằng $0,5 \frac{v_2^2}{2g}$ và hệ số tổn thất cục bộ tại đoạn uốn.

$\zeta_u = 0,5.$

Đáp số : $Q = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{gH + \frac{(R\omega)^2}{2}} = 3,39 \text{ l/s}$

5.29 - Giải theo điều kiện và yêu cầu của bài 4.55 (chương 4). Ở đây thêm : chất lỏng làm (311) việc là chất lỏng thực : hệ số tổn thất cục bộ tại đoạn uốn $\zeta_u = 0,30$; hệ số cản dọc đường của ống dài l là $\lambda = 0,02$.

Đáp số : $n \leq 51,6 \text{ vg/ph.}$

$Q = 6,08 \text{ l/s.}$

5.30 - Vận tốc dòng chất lỏng thực trong ống trụ tròn phân bố theo mặt cắt ngang được (312) xác định theo công thức :

$$v = v_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$$

với v_0 - vận tốc ở trục, R - bán kính ống, và $0 \leq r < R$.

Xác định động năng E_d của dòng đi qua mặt cắt trong một đơn vị thời gian và tìm hệ số điều chỉnh động năng α .

Đáp số : $E_d = \frac{\pi}{8} \rho R^2 v_0^3 ;$

$\alpha = 2.$

5.31 - Vận tốc trung bình theo thời gian của dòng chảy rối trong ống được biểu diễn bằng (313) phương trình :

$$v = (m + 1) v_{th} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)^m ;$$

với r - khoảng cách từ trục ống,

R - bán kính của ống,

m - hằng số.

Tìm hệ số điều chỉnh động năng α của dòng chảy.

Đáp số : $\alpha = \frac{(m + 1)^3}{3m + 1}$

5.32 - Vận tốc trung bình theo thời gian của dòng chảy rối trong ống có bán kính R tuân (314) theo quy luật :

$$\frac{v_0 - v}{v_*} = 5,57 \lg \frac{R}{R - r}$$

với v_0 - vận tốc trung bình cực đại của dòng (tại $r = 0$) ;
 r - khoảng cách từ trục ống,
 v_* - const.

Xác định động năng dòng chảy.

Đáp số : $E_d = \pi \rho R^3 v_0^3 \left[0,5 - 5,62 \left(\frac{v_*}{v_0} \right) + 32,7 \left(\frac{v_*}{v_0} \right)^2 - 87,6 \left(\frac{v_*}{v_0} \right)^3 \right]$.

5.33 - Biểu diễn động lượng dòng chảy trong ống có bán kính R qua lưu lượng Q và vận (315) tốc trung bình v_{th} , nếu vận tốc tuân theo quy luật phân bố $v_{th} = C \left(\frac{y}{R} \right)^{1/7}$

Xác định hệ số điều chỉnh động lượng β của dòng chảy tính theo vận tốc trung bình.

Đáp số : $K = 1,02 \frac{Q}{g} v_{th}$

$$\beta = \frac{(n+1)^2(n+2)^2}{2(2n+1)(2n+2)}$$

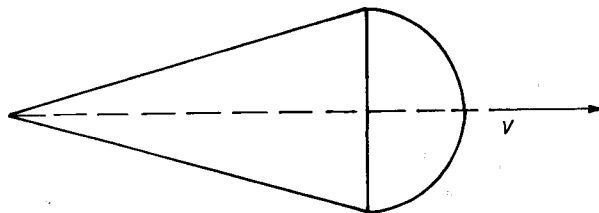
5.34 - Chứng minh rằng thể tích quả cầu nhỏ V được nâng lên trong dòng chất lỏng lí (316) tưởng tỉ lệ với lũy thừa bậc sáu vận tốc tương đối của dòng. Cho trước γ_c - trọng lượng riêng quả cầu, γ_l - trọng lượng riêng chất lỏng, v - vận tốc dòng, u - vận tốc quả cầu.

Đáp số : $V = 0,22 C^3 \left(\frac{\gamma_l}{\gamma_c - \gamma_l} \right)^3 \frac{(v_\infty - u)^6}{g^3}$

với C - Hệ số cản.

5.35 - Vật thể gồm hình chóp gắn liền với (317) nửa hình cầu chuyển động trong nước đứng yên với vận tốc $v = 15 \text{ m/s}$; đầu tròn hình chóp đi trước. Tìm lực cản R và công suất N cần cho vật thể đó chuyển động, nếu diện tích cắt ngang của vật khi chuyển động $S = 0,25 \text{ m}^2$. Với $R_c > 3,5 \cdot 10^5$ hệ số lực cản có thể lấy $C_x = 0,04$ (giống như đối với thân máy bay).

Đáp số : $R = 114,6 \text{ kG} = 1,124 \text{ kN}$.
 $N = 23 \text{ ml}$.



H. bài 5-35

5.36 - Quả đạn đại bác có dạng hình nón (góc ở đỉnh $\alpha = 30^\circ$, đường kính đáy $d = 150 \text{ mm}$) (318) được bắn lên thẳng đứng với vận tốc ban đầu $v_0 = 100 \text{ m/s}$.

Xác định lực cản không khí P tại thời điểm ban đầu (ở nhiệt độ $t = 0^\circ \text{C}$ và áp suất khí quyển $p_a = 760 \text{ mmHg}$; nếu bỏ qua độ nén của không khí. Cho biết hệ số cản khi góc $\alpha = 30^\circ$ là $C = 0,34$.

Đáp số : $P = 3,96 \text{ kG} = 38,85 \text{ N}$.

5.37 - Theo điều kiện bài toán 5-4 tính vận tốc dòng không khí phóng lên v cân bằng bao nhiêu để đĩa phẳng có trọng lượng $G = 24\text{kG}$ ($235,44\text{N}$) bay lên theo phương thẳng đứng với vận tốc cố định $u = 1\text{m/s}$.

Đáp số : $v = 3,56\text{m/s}$.

5.38 - Dòng không khí có công suất N phóng từ dưới lên trên để giữ cho bản phẳng nằm ngang có diện tích S ở trạng thái cân bằng hay lơ lửng.

Xác định vận tốc v dòng khí đó.

Đáp số : $v = \sqrt[3]{\frac{2N}{C\rho S}}$

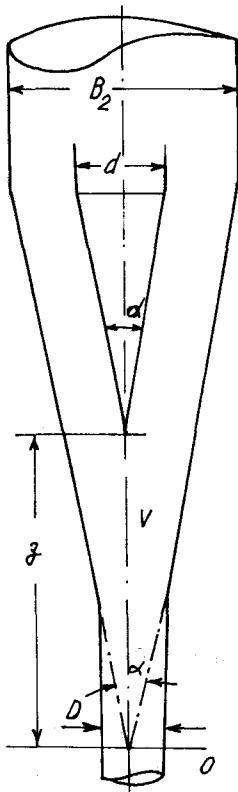
(C - Hệ số cản)

5.39 - Ống dẫn đặt thẳng đứng hình chóp cụt (góc nhọn $\alpha = 30^\circ$) có đường kính biến thiên từ $D_1 = 30\text{mm}$ đến $D_2 = 90\text{mm}$. Trong ống đặt vật thể hình chóp nón có đường kính đáy $d = 40\text{mm}$ và góc ở đỉnh $\alpha = 30^\circ$ hướng xuống dưới.

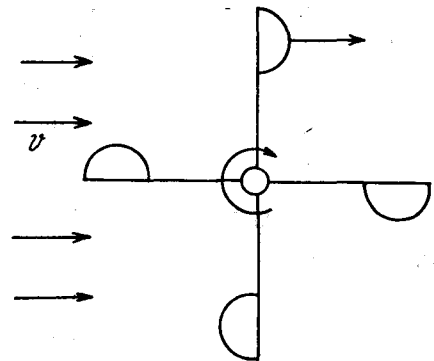
Xác định vị trí phao hình chóp nón đó (tức là tọa độ z đỉnh hình chóp so với đỉnh tường tượng của đoạn chóp cụt của ống) theo vận tốc v dòng nước, giả sử mặt thành ống không làm ảnh hưởng đến vận tốc đó.

Hệ số của $C = 0,35$.

Đáp số : $z = 2,49 \sqrt{v}$



H. bài 5-39



H. bài 5-40

5.40 - Do tác động của gió cho nên chong chóng quay với vận tốc góc cố định.

(322) Tìm quan hệ giữa vận tốc dòng v và vận tốc theo u của tâm các đĩa có dạng nửa hình cầu x , nếu hệ số cản khi dòng thổi vào phía lõm là $C_1 = 1,33$ và vào phía lồi $C_2 = 0,34$. Hệ số lực nâng khi dòng thổi vào các đĩa nằm song song với phương ngang (song song với dòng khí) cho bằng 0. Lực ma sát ở trục không đáng kể.

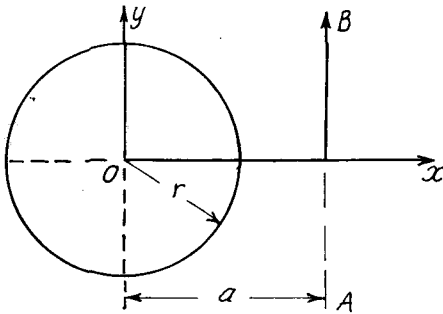
Đáp số : $u = 0,327v$.

5.41 - Đĩa tròn phẳng có bán kính r quay quanh trục AB cố định cách tâm đĩa O một khoảng

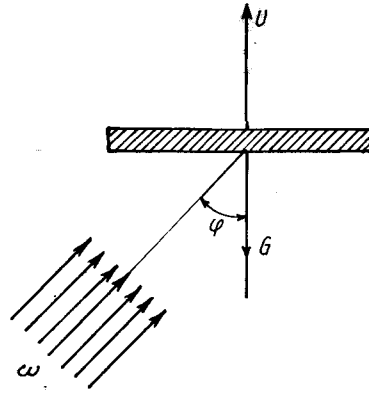
(323) a và nằm cùng trong một mặt phẳng với đĩa. Vận tốc góc ω của đĩa luôn luôn không đổi. Cho hệ số cản là C , xác định áp lực không khí P lên đĩa và khoảng cách x_0 từ tâm áp lực đến tâm đĩa.

Đáp số : $P = \frac{\pi C \rho r^2 \omega^2}{2} \left(a^2 + \frac{r^2}{4} \right) ;$

$$x_0 = \frac{2ar^2}{4a^2 + r^2}$$



H. bài 5-41



H. bài 5-42

5.42 - Dòng không khí thổi lên, hợp với phương thẳng đứng một góc φ giữ cho bản phẳng

(324) nằm ngang có diện tích S và trọng lượng G luôn luôn ở vị trí bay lơ lửng ($u = 0$).

Bỏ qua lực ma sát và giả sử hệ số cản toàn phần C_φ phụ thuộc vào góc φ , xác định vận tốc dòng không khí v_∞ và công suất cần thiết N .

Đáp số : $v_\infty = \sqrt{\frac{2gG}{C_\varphi S \gamma}}$

$$N = \frac{G}{C_\varphi} \cos \varphi \sqrt{\frac{2gG}{C_\varphi S \gamma}}$$

5.43 - Theo điều kiện bài toán 5.42 ở đây chỉ có khác dòng không khí giữ cho bản đó bay lên

(325) với vận tốc u .

Bỏ qua lực ma sát, xác định vận tốc dòng khí khi v_∞ , công suất cần thiết N_1 và công suất có ích N_2 .

Đáp số : $v_\infty = u \left[\cos \varphi + \sqrt{\frac{2gG}{C_\varphi S \gamma u^2} - \sin^2 \varphi} \right] ;$

$$N_1 = \frac{\gamma \omega v_\infty^2}{2g} \cos \varphi ;$$

$$N_2 = Gu.$$

- 5.44 - Chiếc dù có dạng nửa hình cầu đường kính $D = 10\text{m}$ và trọng lượng $G_1 = 10\text{kG}$ ($98,1\text{N}$).
 (326) Người nhảy dù cùng với trang bị có trọng lượng $G_2 = 100\text{kG}$ (981N). Xác định vận tốc rơi đều của nó v trong không khí tĩnh ở nhiệt độ $t = 18^\circ\text{C}$ và áp suất $p_a = 700\text{mmHg}$. Hệ số cản trực diện của dù $C = 1,33$.

Đáp số : $v = 4,3\text{m/s}$.

- 5.45 - Máy bay có trọng lượng G và tổng diện tích các mặt nâng S hay lên dưới tác động của lực kéo T .
 (327) Cho các lực cản trực diện khi bay theo phương ngang cũng như khi bay lên đều như nhau, xác định góc nâng lên φ , vận tốc bay lên u_q dọc theo quỹ đạo vận tốc bay lên theo phương thẳng đứng u_d và công suất cần thiết để bay lên N .

Đáp số : $\varphi = \arcsin \frac{T - T_{ng}}{G}$;

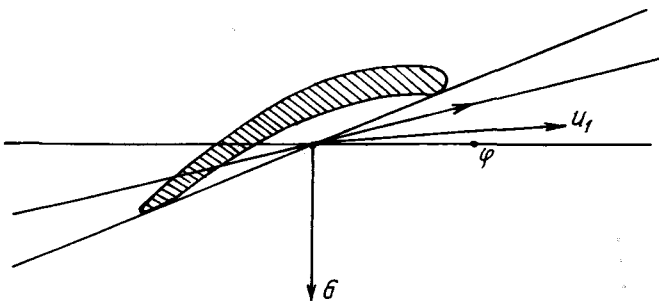
$$u_q = u_{ng} \sqrt{\cos \varphi} ;$$

$$u_d = u_q \sin \varphi ;$$

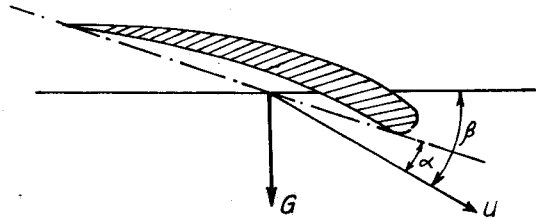
$$N = G u_d.$$

(trong đó : T_{ng} - thành phần lực kéo theo phương ngang)

u_{ng} - thành phần vận tốc theo phương ngang)



H. bài 3-45



H. bài 3-46

- 5.46 - Tàu lượn có trọng lượng G và diện tích các cánh S bay trong không khí tĩnh theo
 (328) một góc β hợp với phương ngang.

Góc bay α cần đạt giá trị bao nhiêu để góc β là nhỏ nhất ? (góc bay α tức là góc tạo nên giữa cát tuyến của cánh và phương vận tốc bay u).

Xác định vận tốc bay u , quãng đường bay được (khoảng cách bay) L theo độ cao H so với mặt đất nơi tàu lượn về tới đích.

Đáp số : $\alpha = \alpha_0$ - góc bay lợi nhất, khi $x \frac{C_x}{C_y}$ là nhỏ nhất, lúc ấy $\tan \beta_{\min} = \left(\frac{C_x}{C_y} \right)_{\min}$

Trong đó C_x - Hệ số lực cản.

C_y - Hệ số lực nâng.

$$u = \sqrt{\frac{2gG}{C_{\alpha} S_y}} ;$$

$$L = H \frac{C_y}{C_x}.$$

5.47 - Kim chỉ vận tốc gió của chong chóng là bản (329) phẳng hình khối chữ nhật có kích thước $b \times l \times \delta$ (l - chiều dài, b - chiều rộng, δ - độ dày) quay quanh trục O theo phương ngang. Trục này trùng với chiều rộng b của tấm bản; lực ma sát ở trục không đáng kể.

Biểu diễn vận tốc gió v_∞ phụ thuộc vào góc lệch của tấm bản với phương thẳng đứng, khi lấy khoảng cách x từ tấm bản đến mũi trước của bản theo công thức thực nghiệm:

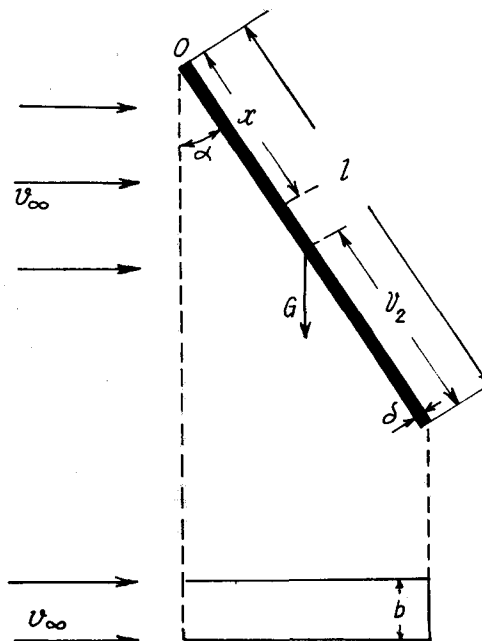
$$X = 1(0,2 + 0,3 \cos \alpha).$$

Đáp số: $v_\infty = \sqrt{\frac{\delta \gamma_l \sin}{C_x \rho_k (0,2 + 0,3 \cos \alpha)}}$,

Với C - Hệ số cản theo kinh nghiệm;

γ_l - trọng lượng riêng tấm bản;

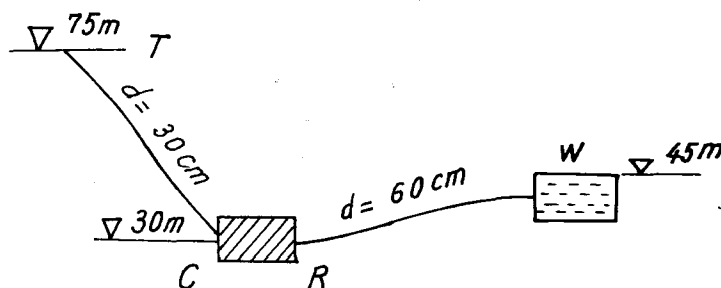
ρ_k - khối lượng riêng không khí.



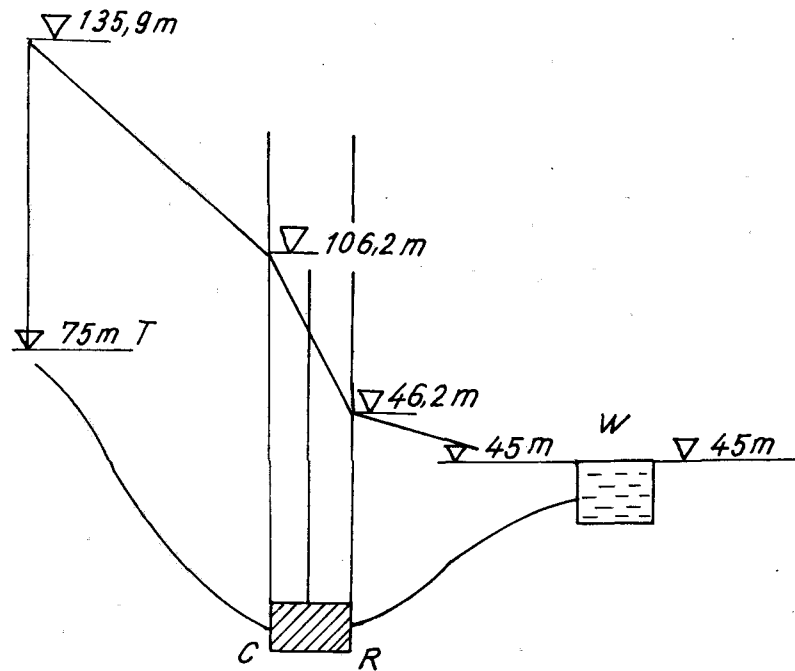
H. bài 5-47

5.48 - Năng lượng tiêu thụ bởi tước bin CR trên hình 3 là 60m và áp suất tại T là 51m cột (330) nước. Tổn thất cột nước giữa W và R là $2 \frac{v_{60}^2}{2g}$ và giữa C và T là $3 \frac{v_{30}^2}{2g}$, đường kính ống giữa W và R là 60cm, giữa T và C là 30cm (xem hình 3).

Tính: 1) Lưu lượng; 2) Áp suất tại R; 3) Vẽ đường năng



H. bài 5-48



Đáp số : 1) $Q = \frac{1}{4} \pi (0,3)^2 \cdot 13,9 = 0,98 \text{ m}^3/\text{s},$

2) $\frac{P_R}{\gamma} = 15,62 \text{ m}.$

3) $H_y = 51,0 + 9,9 + 75 = 135,9 \text{ m},$

$H_C = 135,9 - 3 \cdot 9,9 = 106,2 \text{ m},$

$H_R = 106,2 - 60,0 = 46,2 \text{ m},$

$H_w = 46,2 - 2 \cdot \frac{1}{16} \cdot 9,9 = 45 \text{ m}.$

Chương 6.

CHUYỂN ĐỘNG MỘT CHIỀU CỦA CHẤT LỎNG

6.1 - Nước chảy trong ống có tiết diện thay đổi dần từ đường kính d_1 đến đường kính (331) d_2 ($d_1 < d_2$). So sánh số Raynôn ở hai tiết diện trên.

Giải :

Ta có số Raynôn ở các tiết diện :

$$Re_1 = \frac{v_1 d_1}{\nu} ; \quad (a)$$

$$Re_2 = \frac{v_2 d_2}{\nu} ; \quad (b)$$

Mặt khác từ phương trình liên tục :

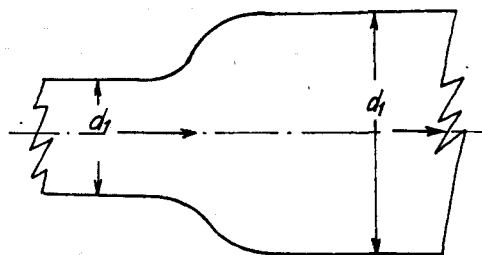
$$\frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2 \text{ suy ra}$$

$$v_1 = v_2 \left(\frac{d_2}{d_1} \right) \quad (c)$$

Thay (c) vào (a) ta được :

$$Re_1 = \frac{d_1}{\nu} v_2 \frac{d_2^2}{d_1} = \frac{v_2 d_2}{\nu} \cdot \frac{d_2}{d_1} \quad (d)$$

So sánh các biểu thức (d) và (b) ta thấy $Re_1 > Re_2$ nghĩa là cùng một dòng chảy trong ống, số Re ở đoạn mặt cắt hẹp lớn hơn số Re ở đoạn có mặt cắt rộng.



H. bài 6-1.

6.2 - Cho một bình chứa có tiết diện lớn nối tiếp với các ống có các đường kính $d_1 = 75\text{mm}$, (332) $d_2 = 100\text{mm}$, $d_3 = 50\text{mm}$. Độ cao cột nước trung bình chứa kể từ trục ống là $H = 1\text{m}$. Giả thiết chỉ kê tổn thất cục bộ dòng chảy dừng (H. bài 6-2). Tính lưu lượng chảy qua các ống. Vẽ đường năng, đường đo áp. Nếu bỏ qua đoạn ống thứ 3 thì đường năng và đường đo áp có gì thay đổi ?

Giải :

Chọn mặt I-I làm mặt chuẩn, viết phương trình Bernoulli cho hai mặt cắt 0-0 và 3-3, sau khi đơn giản và thay $z_0 = H$ ta có :

$$H = \frac{v_3^2}{2g} + h_w,$$

Trong đó :

$$h_w = h_{c_1} + h_{c_2} + h_{c_3},$$

$$h_{c_1} = 0,5 \frac{v_1^2}{2g} = \frac{4Q^2}{\pi^2 g d_1^4}$$

$$h_{c_2} = 2 \frac{v_1^2}{2g} = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2 \frac{8Q^2}{\pi^2 g d_1^4},$$

$$h_{c_3} = 3 \frac{v_3^2}{2g} = 0,5 \left(1 - \frac{d_3^2}{d_2^2}\right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g d_3^4}.$$

Từ đó suy ra :

$$H = \frac{v_3^2}{2g} + h_{c_1} + h_{c_2} + h_{c_3} =$$

$$= \frac{16Q^2}{2g} \left\{ \left[0,5 + \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2 \right] \frac{1}{\pi^2 d_1^4} + \left[1 + 0,5 \left(1 - \frac{d_3^2}{d_2^2}\right) \right] \frac{2}{\pi^2 d_3^4} \right\}$$

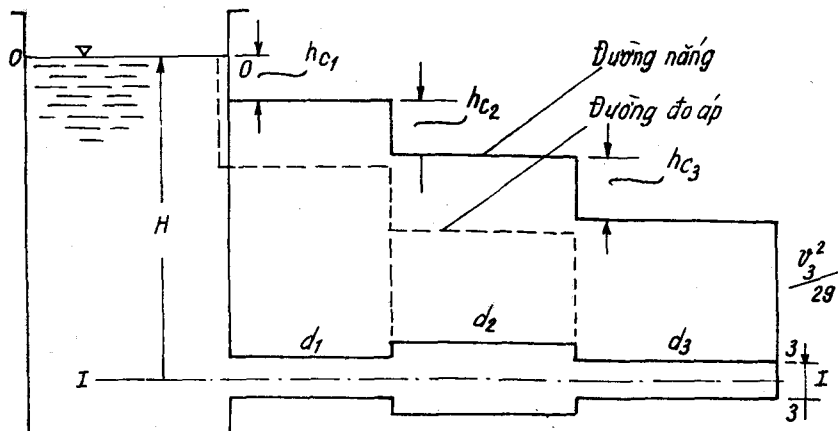
Thay số vào các biểu thức trên ta tính được :

$$Q = 7,1 \text{ l/s} ; h_{c_1} = 6,6 \text{ cm} ; h_{c_2} = 26,4 \text{ cm} ; h_{c_3} = 25 \text{ cm}.$$

$$\frac{v_1^2}{2g} = 13,4 \text{ cm} ; \frac{v_2^2}{2g} = 4,15 \text{ cm} ; \frac{v_3^2}{2g} = 42 \text{ cm}.$$

Đường năng và đường đo áp theo áp suất dư được biểu diễn trên hình bài 6-2. Từ hình vẽ cho ta thấy rằng trên mặt nước của bình chứa ta xem vận tốc v và áp suất dư bằng không ; do đó đường năng và đường đo áp biểu diễn đại lượng $z = H$, nghĩa là chúng trùng với mặt thoáng. Vẽ đường năng hình bậc thang thấp dần có độ chênh từng bậc lần lượt là h_{c_1} , h_{c_2} , h_{c_3} . Từ đó suy ra đường

đo áp bằng cách hạ các bậc thang của đường năng các trị số lần lượt là $\frac{v_1^2}{2g}$, $\frac{v_2^2}{2g}$ và $\frac{v_3^2}{2g}$; Như vậy nếu cắt bỏ đoạn ống 3 thì từ phương trình Becnuli ta suy ra rằng lưu lượng Q sẽ tăng vì h_w giảm. Trong trường hợp này dạng tổng quát của đường năng sẽ không đổi còn đường đo áp ở đoạn ống 2 sẽ trùng với trục ống. Ở đoạn cuối đường đo áp theo áp suất dư trùng với trục ống.



H. bài 6-2

- 6.3** - Tương tự như bài 5-1 (H. bài 5-1), hãy tính độ cao h_s nếu cho biết độ cao chân (333) không ở miệng vào bơm là $h_{ck} = 4,5 \text{ H}_2\text{O}$; đường kính ống hút $d = 150\text{mm}$, chiều dài ống hút $l = 10\text{m}$; lưu lượng $Q = 16 \text{ l/s}$. Giả thiết hệ số tổn thất van một chiều và lưới là $\zeta_v = 6$, hệ số tổn thất chỗ uốn cong $\zeta_c = 0,20$; $\lambda_{rối} = 0,03$.

Giải :

Viết phương trình Bernoulli cho 2 mặt cắt 1-1 và 2-2 với giả thiết chọn 1-1 làm mặt chuẩn ta có :

$$0 = h_s - h_{ck} + \frac{v_2^2}{2g} + h_w,$$

Từ đó suy ra :

$$h_s = h_{ck} - \frac{v_2^2}{2g} - h_w,$$

Trong đó :

$$h_w = \left(\zeta_v + \zeta_c + \frac{\lambda l}{d} \right) \frac{v_2^2}{2g}$$

Vì vậy :

$$h_s = h_{ck} - \left(1 + \zeta_v + \zeta_c + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 d^4} = 3,74\text{m}.$$

- 6.4** - Ống dẫn nước có đoạn thay đổi đột ngột từ $d_1 = 100\text{mm}$ đến $d_2 = 300\text{mm}$. Xác (334) định tổn thất cục bộ h_c và hệ số cản cục bộ ứng với vận tốc dòng tại đoạn ống rộng, nếu biết lưu lượng dòng $Q = 70,6 \text{ l/s}$

Kiểm tra lại nếu cho ζ ứng với vận tốc dòng tại đoạn ống hẹp.

Giải :

Ta có công thức tổng quát để tính tổn thất cục bộ :

$$h_c = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

trong đó đối với trường hợp dòng chảy mở rộng đột ngột thì hệ số $\zeta_1 = \left(1 - \frac{w_{s_1}}{s_2} \right)^2$ ứng với trường hợp tính theo vận tốc ở đoạn ống có diện tích $S_1(v_1)$ và $\zeta_2 = \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)$ ứng với khi tính theo vận tốc tại đoạn ống có tiết diện $S_2(v_2)$:

Theo yêu cầu bài toán ta có :

$$\zeta_2 = \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2 = \left(\frac{d_2^2}{d_1^2} - 1 \right)^2 = 64.$$

do đó tổn thất cục bộ ứng với trường hợp tính theo vận tốc dòng tại đoạn ống rộng là :

$$h_{c_2} = \zeta_2 \frac{v_2^2}{2g} = \zeta_2 \frac{8Q^2}{\pi^2 g d_2^4}$$

$$= 64 \cdot \frac{8.0.0706^2}{3.14^3 \cdot 9.81 \cdot 0.3^4} = 3.264 \text{ m.}$$

Nếu tính vận tốc dòng tại đoạn ống hẹp thì :

$$\zeta_1 = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2 = 0.923.$$

Do đó tổn thất cục bộ trong trường hợp này là :

$$h_{c_1} = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g} = \zeta_1 \frac{8Q^2}{\pi^2 g d_1^4} = 0.923 \frac{8.0.0706^2}{(3.14)^2 \cdot 9.81 \cdot (0.1)^4} = 3.24 \text{ m.}$$

- 6.5 - Để làm thí nghiệm đo độ dốc thủy lực J ta cho chất lỏng có độ nhớt $\mu = 0.4$ (335) poazơ và trọng lượng riêng $\gamma = 0.85 \text{ t/m}^3$ ($8.338,5 \text{ N/m}^3$) chuyển động trong ống tròn có đường kính $d = 75 \text{ mm}$. Vận tốc đo được ở trục ống là $v_0 = 1.5 \text{ m/s}$. Xác định độ dốc thủy lực J (theo trạng thái dòng chảy).

Giải :

Ta đã biết độ dốc thủy lực tính theo công thức :

$$J = \frac{dh_w}{dl}$$

Ở đây vì ống tròn có tiết diện không đổi nên tổn thất ở đây chỉ là tổn thất dọc đường do đó :

$$J = \frac{dh_d}{dl}$$

hoặc nếu lấy một đoạn chiều dài l nào đấy ta sẽ có :

$$J = \frac{h_d}{l}$$

Mặt khác, vì

$$h_d = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Nên

$$J = \lambda \frac{v^2}{2gd}$$

Trong trường hợp này vận tốc v là vận tốc trung bình theo tiết diện ống :

$$v = \frac{1}{2} v_{\max} = \frac{1}{2} v_0 = 0.75 \text{ m/s}$$

Mặt khác hệ số cản dọc đường λ phải được xác định theo trạng thái dòng chảy nên ta phải tìm số Râyôn :

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{vd\gamma}{\mu g} = \frac{v_0 d \gamma}{2\mu g} = 1.195 < Re_c.$$

Ta có dòng chảy tầng : do đó λ xác định theo công thức $\lambda = \frac{64}{Re}$

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64\nu}{vd} = \frac{64\mu g}{\gamma vd} = \frac{128\mu g}{\gamma v_0 d}$$

Từ đó ta tính độ dốc thủy lực :

$$J = \frac{128\mu g}{\gamma v_0 d} \cdot \frac{v_0^2}{8gd} \cdot \frac{16\mu v_0}{\gamma d^2}$$

Tang số và ta được :

$$J = \frac{16 \cdot 0,04 \cdot 15}{8338,5 \cdot 0,075} = 0,0204.$$

6.6 - Theo thực nghiệm về sự chuyển vận của dầu trong ống dẫn ta xác định hệ số cản (336) cho dòng chảy tầng λ và kiểm tra kết quả trên theo công thức lí thuyết poazơ.

Biết đường kính ống $d = 100\text{mm}$ dài $l = 120\text{m}$, độ nhớt của chất lỏng $\lambda = 0,8 \text{ St}$, trọng lượng riêng của nó $\gamma = 905 \text{ kG/m}^3$ (8.878N/m^3). Khi làm thí nghiệm cho lưu lượng dòng $G = 540 \text{ kG/ph}$ thì trên bảng chỉ số chỉ tổn thất cột áp là $h_w = 340\text{cm}$.

Giải :

Trước hết ta tìm λ theo thực nghiệm

$$h_w = h_d = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ từ đó suy ra :}$$

$$\lambda = \frac{2gdh_d}{lv} = \frac{\pi^2 g^2 \gamma d^5 h_d}{8lG^2} =$$

$$\lambda = \frac{3,14^2 \cdot 9,81 \cdot 905 \cdot 340 \cdot 0,1^5 \cdot 60^2}{8 \cdot 120 \cdot 540^2} = 0,038$$

Nếu ta xác định λ theo công thức lí thuyết Poazơ cho dòng chảy tầng thì sẽ được

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64\nu}{vd} = \frac{16\pi d \gamma \nu}{G} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot 905 \cdot 0,8 \cdot 10^{-4}}{\frac{540}{60}} = 0,0401.$$

Như vậy sau khi kiểm tra lại theo công thức lí thuyết ta thấy trị số λ có sự chênh lệch nhau.

6.7 - Nước ở nhiệt độ $t = 50^\circ\text{C}$ với lưu lượng $Q = 600 \text{ l/s}$ chảy trong ống tròn bằng (337) gang cũ có đường kính $d = 500\text{mm}$, dài $l = 5000\text{m}$, có độ nhám $\Delta = 0,15\text{mm}$.

Tìm tổn thất cột áp theo chiều dài của ống.

Giải :

Trước hết ta phải xác định trạng thái dòng chảy để từ đó tìm hệ số λ . Nước ở nhiệt độ $t = 50^\circ\text{C}$ theo bảng có $\nu = 0,0055 \text{ St}$, do đó số Râyôn sẽ là :

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{4Q}{\pi v d} = \frac{4 \cdot 600000}{3,14 \cdot 0,00566 \cdot 50} = 2,75 \cdot 10^6$$

Ta tìm số Raynôn tới hạn dưới và tới hạn trên theo công thức Angtơsun :

$$Re_d = \frac{10}{n} \left(n - \text{độ nhám tương đương } n = \frac{\Delta}{d} \right)$$

$$Re_t = \frac{500}{n}$$

Ở đây :

$$n = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,15}{500} = 0,0003.$$

do đó :

$$Re_d = \frac{10}{0,0003} = 3,33.10^4$$

$$Re_t = \frac{500}{0,0003} = 1,67.10^6$$

Vì $Re > Re_t$ nên dòng chảy ở đây thuộc vùng chảy rối hoàn toàn khu vực bình phương sức cản.

Như vậy ta tìm λ theo công thức Angtơsun :

$$\lambda = 0,1 \left(1,46n + \frac{100}{Re} \right)^{0,25} = 0,1 \left(1,46 \cdot 0,0003 + \frac{100}{2750000} \right)^{0,25} = 0,015.$$

Từ đây ta tìm tổn thất cột áp h_d :

$$h_d = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{8\lambda Q^2}{\pi^2 g d^5} = 7,1505m \text{ (cột nước ở } 50^\circ C).$$

6.8 - Dòng chất lỏng thực chảy tầng giữa hai hình trụ tròn lồng nhau đồng tâm có bán (338) kính r_1 và r_2 ($r_1 > r_2$).

Xác định khoảng cách từ trục ống đến điểm có vận tốc cực đại của dòng và tìm giá trị biểu thức vận tốc đó.

Giải :

Ta ứng dụng công thức tính vận tốc của dòng giữa hai hình trụ đồng tâm :

$$(a) \quad v_z = \frac{\gamma h_d}{4\mu l \ln \frac{r_1}{r_2}} \left[\left(r_2^2 - r^2 \right) \ln \frac{r_1}{r_2} + \left(r_1^2 - r^2 \right) \ln \frac{r}{r_2} \right]$$

Để tìm giá trị cực đại của v_z ta lấy đạo hàm biểu thức trên theo r và cho triệt tiêu :

$$\frac{dv_z}{dr} = \frac{\gamma h_d}{4\mu l \ln \frac{r_1}{r_2}} \left[-2r \ln \frac{r_1}{r_2} + \frac{r_1^2 - r_2^2}{r} \right] = 0$$

Giải biểu thức này theo r ta có :

$$\gamma = \sqrt{\frac{r_1^2 - r_2^2}{2 \ln \frac{r_1}{r_2}}} \quad (b)$$

Như vậy tại điểm của dòng cách tâm một khoảng $r = \sqrt{\frac{r_1^2 - r_2^2}{2 \ln \frac{r_1}{r_2}}}$

ta có vận tốc dòng đạt giá trị cực đại, và giá trị đó là :

$$v_{\max} = \frac{\gamma h_d}{4\mu l} (1 - a + a \ln a)$$

với

$$a = \frac{\frac{r_1^2}{r_2^2} - 1}{2 \ln \frac{r_1}{r_2}}$$

(thay biểu thức (b) vào (a) để tìm $v_{\max}$).

6.9 - Dầu có hệ số nhớt $\nu = 0,2$ St và trọng lượng riêng $\gamma = 830 \text{ kG/m}^3$ ($8.142,3$ (339) N/m^3) chảy từ bể lớn ra ngoài theo đường ống dài $l = 10.000 \text{ m}$ theo phương ngang. Đường ống này gồm có ống trụ tròn đường kính $d = 160 \text{ mm}$ lồng trong ống hình vuông cạnh $a = 200 \text{ mm}$.

Tính xem cần phải có độ cao kể từ mặt thoáng dầu đến tâm ống là bao nhiêu để dầu chảy đạt được vận tốc trung bình $v = 1 \text{ m/s}$. Giả sử đường ống là ống trơn và có $\alpha = 1,0$.

Giải :

Trước hết phải xác định trạng thái dòng chảy trong ống khi đã cho chất lỏng, kích thích ống và vận tốc cần đạt được. Muốn xác định số Raynôn ta phải tìm bán kính thủy lực R , và $Re = 4vR$

$$R = \frac{a^2 - \frac{\pi d^2}{4}}{4a + \pi d} = \frac{20^2 - \frac{3,14 \cdot 16^2}{4}}{80 + 3,14 \cdot 16} = 1,52 \text{ mm}$$

Vậy :

$$Re = \frac{4vR}{\nu} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 1,52}{0,2} = 3040.$$

Vì $Re > Re_c$ nên ta có dòng chảy rối thành trơn (vì đã cho ống trơn).

Như vậy tính λ theo công thức Blasiút

$$\frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{3040}} = 0,041$$

Lập phương trình Bécnu-li cho hai vị trí : mặt thoáng của bể chứa và miệng ống dẫn

$$h_1 + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = 0 + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_c + h_d$$

Vì bể chứa rất lớn nên $v_1 \approx 0$ do đó :

$$h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + h_c + h_d$$

Tổn thất cục bộ ở đây là dòng chảy thu hẹp đột ngột (từ bể chứa lớn qua ống dẫn nhỏ)

$$h_c = 0,5 \frac{v_2^2}{2g} = 0,5 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,029$$

Tổn thất dọc đường xác định theo công thức :

$$h_d = \lambda \frac{l}{4R} \cdot \frac{v_2^2}{2g} = 0,041 \frac{100000}{4 \cdot 0,0152} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 35,2m$$

do đó :

$$h = \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} + 0,029 + 35,2 = 0,051m + 0,029m + 35,23m = 35,310m$$

Như vậy cần phải có độ cao tối thiểu của mặt mức đầu đến tâm đường ống không nhỏ hơn 35,31m.

- 6.10 - Lập phương trình vi phân chuyển động và tìm quy luật phân bố vận tốc u , vận tốc trung bình v của dòng chất lỏng thực chảy tầng tại mặt cắt của ống phẳng nằm ngang có tiết diện hình chữ nhật mà chiều cao h của nó rất bé so với bề rộng B . Hệ số nhớt động lực của chất lỏng là μ , độ lệch áp suất trên đoạn dài là Δp .

Giải :

Vì bề rộng lớn hơn chiều cao rất nhiều ($B \gg h$) nên có thể coi đây là dòng chảy song phẳng (H.bài 6-10) $v_x = u$, $v_y = v_z = 0$.

Phương trình Naviê-Stokéc có dạng :

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (a)$$

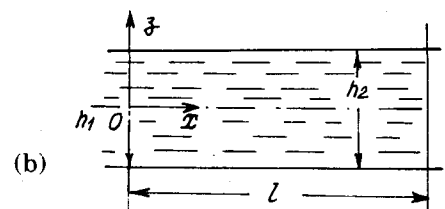
$$0 = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z}$$

Mặt khác phương trình liên tục trong trường hợp này có dạng :

$$\frac{\partial u}{\partial x} = G$$

Do đó phương trình (a) có thể viết :

$$\nu \frac{\partial u}{\partial z^2} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dp}{dx}$$



H.bài 6-10

thay $\frac{dp}{dx} = -\frac{\Delta p}{l}$, trong đó Δp là độ chênh áp suất giữa hai mặt cắt cách nhau một đoạn l ;
từ đó (b) có thể viết dưới dạng :

$$\frac{d^2u}{dz^2} = -\frac{\Delta p}{\mu l} \quad (c)$$

Lấy tích phân phương trình (c) hai lần tới các điều kiện tại trục ống : $z = 0, \frac{du}{dz} = 0$
và tại thành ống : $z = \frac{h}{2}, u = 0$ ta nhận được luật phân bố vận tốc :

$$u = u_0 \left(1 - \frac{4z^2}{h^2} \right) \quad (d)$$

ở đây $u_0 = \frac{\Delta p h^2}{8\mu l}$ - vận tốc tại trục ống.

Lưu lượng $dQ = u dz$, nên.

$$Q = 2 \int_0^{h/2} u dz = \frac{\Delta p h^3 B}{12\mu l}$$

Từ đó ta có biểu thức vận tốc trung bình :

$$v = \frac{Q}{Bh} = \frac{\Delta p h^2}{24\mu l} = \frac{2}{3} u_0 \quad (e)$$

Vậy (d) và (e) là những đáp số của bài toán.

- 6.11** - Xác định vận tốc của dòng chất lỏng thực có trọng lượng riêng γ , vận tốc tại trục $v_{\max}$,
(341) nếu mức chênh giữa ống đo áp động a và ống đo áp tĩnh b xác định theo ống đo áp vi sai thủy ngân $h = h_1 = 1,5\text{cm}$ cột thủy ngân (trọng lượng riêng γ_{Hg}). Tỷ số vận tốc tại các điểm A và B sẽ bằng bao nhiêu nếu ở điểm B mức chênh $h = h_2 = 1,3\text{cm}$ cột thủy ngân.
Bỏ qua tổn thất cột áp trong ống.

Giải :

Theo hình vẽ ta thấy sự cân bằng xảy ra khi thỏa mãn điều kiện :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_{\max}^2}{2g} = \frac{p_A}{\gamma} + \frac{\gamma_{Hg} h}{\gamma} - \frac{\gamma h}{\gamma}$$

Sau khi đơn giản ta được :

$$\frac{v_{\max}^2}{2g} = h \left(\frac{\gamma_{Hg}}{\gamma} - 1 \right)$$

Nếu bỏ qua tổn thất cột áp trong đoạn ống này (vì đoạn này rất ngắn, không đáng kể), thì :

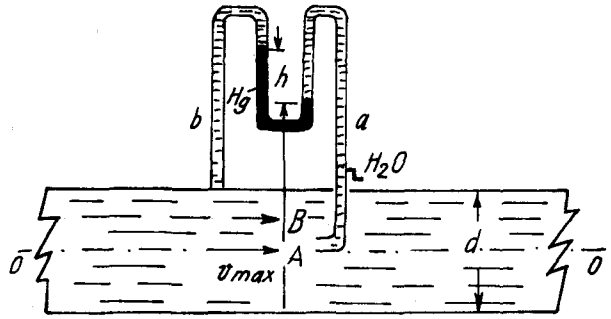
$$v_{\max} = \sqrt{2gh \left(\frac{\gamma_{Hg}}{\gamma} - 1 \right)} = 4,43 \sqrt{0,015 \cdot 12,6} = 1,93 \text{ m/s}$$

Tỉ số vận tốc tại các điểm A và B :

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{v_{\max}}{v_B} = \frac{\sqrt{2g \left(\frac{\gamma Hg}{\gamma} - 1 \right)}}{\sqrt{2g \left(\frac{\gamma Hg}{\gamma} - 1 \right)}} \frac{\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = d \sqrt{\frac{0,015}{0,013}} = 1,08$$

Nghĩa là tỉ số vận tốc tại các điểm khác nhau bằng căn bậc hai tỷ số của các độ cao tương ứng trong ống đo áp vì sai.



H. bài 6-11

6.12 - Dòng chất lỏng thực chảy tầng trong kênh hở có mặt cắt chữ nhật bề rộng $b(m)$, (342) độ sâu $h(m)$ và vận tốc phân bố theo luật

$$u = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right],$$

trong đó y biến thiên từ giá trị h ở đáy kênh đến 0 ở mặt thoáng.

Xác định hệ số hiệu chỉnh động năng α và biểu thức vận tốc trung bình v qua vận tốc $u_{\max}$. Tìm vận tốc tại điểm A ở độ sâu $\frac{2}{3}h$.

Giải :

Muốn tính vận tốc trung bình v ta phải tính lưu lượng Q .

$$dQ = u b dy = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right] b dy ;$$

do đó :

$$Q = \int_S dQ = \int_0^h u_{\max} \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right] b dy = \frac{2}{3} b h u_{\max}$$

Từ đó suy ra :

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{2}{3} u_{\max}$$

Hệ số hiệu chỉnh động năng xác định theo công thức :

$$\alpha = \frac{\int_S u^3 dS}{v^3 S} = \frac{u_{\max}^3 \int_0^h \left[1 - \left(\frac{y}{h} \right)^2 \right]^3 b dy}{\left(\frac{2}{3} \right)^3 u_{\max}^3 b h}$$

Sau khi lấy tích phân ta có : $\alpha = 1,54$.

theo điều kiện bài ra ta dễ dàng tìm giá trị vận tốc tại điểm ở độ sâu $\frac{2}{3} h$ là :

$$u = u_{\max} \left[-1 - \left(\frac{\frac{2}{3}h}{h} \right)^2 \right] = \left(1 - \frac{4}{9} \right) u_{\max} = \frac{5}{9} u_{\max}$$

**6.13 - Chất lỏng chảy trong ống trụ tròn có bán kính R.
(343)**

Biểu diễn động năng E_d qua vận tốc trung bình v và lưu lượng Q , nếu luật phân bố vận tốc trung bình cho trước theo công thức :

$$v = C \left(\frac{y}{R} \right)^{1/7}$$

với v - vận tốc lấy trung bình theo thời gian tại khoảng y cách thành ống.

Giải :

Trước hết ta xác định C trong công thức trên. Muốn vậy ta tìm Q :

$$Q = 2\pi \int_0^R v(R - y) dy.$$

Theo điều kiện bài toán trên :

$$Q = 2\pi C \int_0^R \left(-\frac{y}{R} \right)^{1/7} (R - y) dy = \frac{49\pi C R^2}{60}$$

do đó ta có :

$$C = \frac{60}{49} \cdot \frac{Q}{\pi R^2} = \frac{60}{49} v \quad (a)$$

Động năng dòng chảy tính theo công thức :

$$E_d = \frac{1}{2} \int_0^R v^2 dM$$

trong đó :

$$dM = 2\pi \rho v (R - y) dy.$$

do đó :

$$E_d = \pi \rho \int_0^R v^3 (R - y) dy = \pi \rho C^3 \int_0^R \left(\frac{y}{R} \right)^{3/7} (R - y) dy = \frac{49}{170} \pi \rho C^3 R^2 \quad (b)$$

Đưa giá trị C từ (a) vào (b) ta được :

$$E_d = \frac{49}{170} \pi \rho \frac{60^3}{49^3} v^3 R^2 = 1,06 \gamma Q \frac{v^2}{2g}$$

6.14 - Từ luật phân bố vận tốc đối với ống trơn thủy lực
(344)

$$\frac{u}{u_*} = \frac{2.3}{\chi} \lg \frac{y}{\Delta} + B_n$$

lập công thức tính hệ số cản thủy lực λ .

Giải :

Trước tiên tìm lưu lượng dòng chảy trong ống :

$$\begin{aligned} Q &= 2\pi \int_0^R u(R-y)dy = 2\pi \int_0^R u_* \frac{2.3}{\chi} \lg \frac{y}{\Delta} + B_n (R-y)dy = \\ &= 2\pi u_* \left[\frac{R^2}{2} \ln \frac{R}{\Delta} - \frac{3}{4} \cdot \frac{R^2}{\chi} + \frac{1}{2} R^2 B_n \right] \\ &= \pi u_* R^2 \left[\frac{1}{\chi} \ln \frac{R}{\Delta} - \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\chi} + B_n \right] \end{aligned} \quad (a)$$

Mặt khác lưu lượng Q có thể tính theo vận tốc trung bình v :

$$Q = \pi R^2 v \quad (b)$$

So sánh biểu thức (a) và (b) ta có

$$\frac{v}{u_*} = \frac{2.3}{\chi} \lg \frac{R}{\Delta} - \frac{3}{2} + B_n \quad (c)$$

Hệ số cản λ được tính từ công thức

$$u^2 = \frac{\lambda}{8} v^2$$

hay là

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{1}{2(\sqrt{2})} \cdot \frac{v}{u_*} \quad (d)$$

Từ các công thức (c) và (d) ta suy ra :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{1}{2(\sqrt{2})} \left(\frac{2.3}{\chi} \lg \frac{R}{\Delta} - \frac{3}{2\chi} + B_n \right)$$

6.15 - Dụng cụ đo độ nhớt của chất lỏng gồm bình hình trụ có đường kính $d = 5\text{cm}$ và
(345) một ống nằm ngang có đường kính 1mm dài 40cm (H. bài 6.15). Sau thời gian 75 phút mực chất lỏng trong bình từ 5 xuống đến $2,5\text{ cm}$.
Tính độ nhớt động của chất lỏng.

Giải :

Từ định luật Poazơ.

$$Q = \frac{\pi}{128} \cdot \frac{\Delta p}{l\mu} d^4$$

tới chú ý

$$\Delta p = \rho gh ;$$

ta có :

$$Q = \frac{\pi}{128} \cdot \frac{gh}{l\nu} d^4$$

Mặt khác lưu lượng chất lỏng có thể tính từ điều kiện bài toán :

$$Q = -S \frac{dh}{dt} - \frac{\pi}{4} 5^2 \frac{dh}{dt}$$

Từ đó suy ra :

$$\frac{dh}{dt} + \frac{d^4}{800} \cdot \frac{gh}{\nu} = 0$$

Tích phân phương trình vi phân trên ta được :

$$h = h_0 e^{-\frac{t-t_0}{T}}$$

trong đó :

$$T = \frac{800\nu}{gd^4}, h = 5, h_0 = 2,5$$

Theo điều kiện bài toán ta có

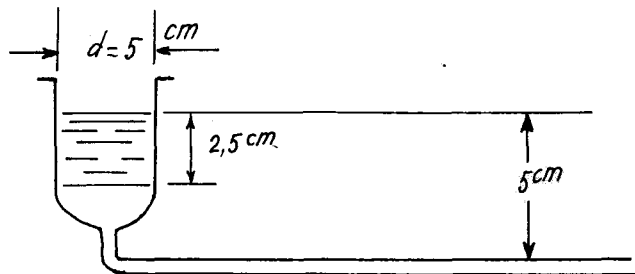
$$t - t_0 = 60.75 = 4500s.$$

Từ công thức trên suy ra :

$$T = \frac{4500}{\ln 2} = \frac{4500}{0,693} = 6500s$$

cuối cùng ta có trị số hệ số nhớt động

$$\nu = \frac{gd^4 T}{800l} = 2cSt = 10^{-2} \text{ cm}^2/s$$



H. bài 6-15

6.16 - Dầu từ ống dẫn chính chảy vào ống nhánh có $l_0 = 0,8m$, $d_0 = 6mm$ qua đoạn (346) khe hở vòng nằm giữa trục và ổ trục chiều rộng $b = 10mm$, chiều dài ổ trục là $l = 120mm$, đường kính trục $d = 60mm$. Khi trục và ổ trục đồng tâm thì khe hở $S = 0,1mm$.

Áp suất dầu trong ống chính là $p = 0,16at$, độ nhớt động lực $\mu = 0,014kG. s/m^2 = 0,137 Ns/m^2 = 1,37 poazơ$. Dầu trong ống nhánh và khe hở ở trạng thái tĩnh. Tính lưu lượng dầu từ ổ trục chảy ra hai đầu trong các trường hợp đồng tâm và lệch tâm tương đối.

$$\varepsilon = \frac{2e}{D-d} = 0,5$$

Trong đó D - đường kính ổ trục.

d - đường kính trục.

e - độ lệch tâm.

Giải :

Trong trường hợp đồng tâm để tính lưu lượng dầu trong khe hở ta cần xác định áp suất p_1 tại vị trí dầu chảy vào khe hở. Muốn vậy phải tính tổn thất trong ống nhánh.

$$\frac{p_1 - p}{\gamma} = h_w = \frac{\gamma l_0}{d_0} \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{l_0}{d_0} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{128\mu l_0 Q_0}{\pi \gamma d_0^4}$$

do đó :

$$p_1 = p - \frac{128\mu l_0 Q_0}{\pi d_0^4} \quad (a)$$

trong đó l_0 , d_0 , v_0 , Q_0 là các đặc trưng về chiều dài, đường kính, vận tốc trung bình lưu lượng của ống nhánh.

gọi Q_1 là lưu lượng của dầu chảy về một phía ta sẽ có

$$Q_0 = 2Q_1$$

Từ công thức

$$Q_1 = -\frac{\pi D}{12\mu} \frac{\partial p}{\partial x} S^3 ;$$

với điều kiện bài toán ta có thể thấy :

$$D \rightarrow d : \frac{\partial p}{\partial x} \rightarrow \frac{p_1}{\frac{l-b}{2}}$$

và do đó ta có :

$$Q_1 = \frac{\pi p_1 d S^3}{12\mu \frac{l-b}{2}} = \frac{\pi p_1 d S^3}{6\mu(l-b)}$$

hay là :

$$p_1 = \frac{3\mu(l-b)Q_0}{\pi d S^3} \quad (b)$$

so sánh 2 phương trình (a) và (b) ta có thể viết :

$$p - \frac{128\mu l_0 Q_0}{\pi d_0^4} = \frac{3\mu(l-b)Q_0}{\pi d S^3}$$

Từ đó suy ra :

$$Q_0 = \frac{\pi p}{\mu \left[\frac{128l_0}{d_0^4} + \frac{3(l-b)}{d S^3} \right]}$$

Thay số vào ta có

$$Q_0 = 2Q_1 = 0,65 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Trong trường hợp lệch tâm ta có thể viết :

$$Q_{11} = Q_1 \left(1 + \frac{3}{2} e^2 \right) = \frac{\pi d p_1 S^3}{6\mu(l-b)} \left(1 + \frac{3}{2} e^2 \right)$$

Nhưng $Q_o = 2Q_{it}$ cho nên :

$$\frac{Q_o}{2} = \frac{\pi p_l d S^3}{6\mu(1-b)} \left(1 + \frac{3}{2}e^2\right)$$

hay là

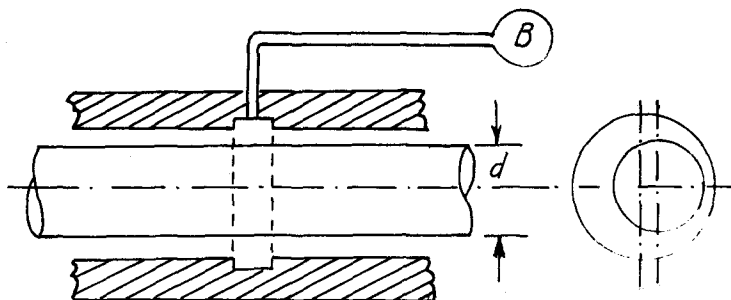
$$p_l = \frac{3\mu(1-b)Q_o}{\pi d S^3 \left(1 + \frac{3}{2}e^2\right)}$$

So sánh (c) với (a) ta có :

$$Q_o = \frac{\pi p}{\mu \left[\frac{128l_o}{d_o^4} + \frac{3(1-b)}{d S^3 \left(1 + \frac{3}{2}e^2\right)} \right]}$$

Thay số vào ta có kết quả :

$$Q_o = 2Q_{it} = 0,88 \text{ cm}^3/\text{s}$$



H. bài 6-16

6.17 - Sơ đồ ổ trục có bậc được biểu thị trên hình vẽ. Bản dưới của ổ trục chuyển động (347) với vận tốc v_o và chuyển dầu vào khe hẹp. Ổ trục trái rộng vô hạn theo mặt cắt vuông góc với trang sách và tất cả các đại lượng tính toán đều ứng với một đơn vị bề rộng đó :

Áp suất biến thiên tuyến tính theo khe hẹp (tăng lên từ cửa vào đến bậc và giảm xuống từ bậc đến cửa ra). Cho chất lỏng là không nén được và chảy tầng.

a) Lập biểu thức tính lưu lượng q ở phần thứ nhất (từ cửa vào đến bậc) theo các đại lượng p_m , v_o , l_1 , h_1 và trong đó p_m là áp suất tại bậc dòng chảy ở đây tương đương với dòng chảy giữa hai bản phẳng khi có gradien áp suất).

b) Tìm lưu lượng q tại phần thứ hai của ổ trục (từ bậc đến cửa ra), chú ý rằng áp suất ở phần này giảm theo dòng chảy : tính q theo p_m , v_o , l , h_2 và μ .

c) Từ hai công thức tính q ta tìm p_m theo v_o , h_1 , h_2 , l và μ .

d) Tính tải trọng P mà ổ trục có thể giữ được ứng với một đơn vị chiều rộng.

e) Tải trọng P này bằng bao nhiêu nếu $h_2 = \frac{h_1}{2}$

Giải :

Đây là loại bài toán dòng chảy giữa hai bản phẳng song song.

Để tìm lưu lượng q_1 của dòng chất lỏng qua khe hẹp, trước hết ta tìm sự phân bố vận tốc dòng chảy. Theo điều kiện bài toán ta sử dụng phương trình :

$$\frac{d^2 v_x}{dy^2} = \frac{1}{\mu} \frac{dp}{dx}$$

Vì áp suất biến thiên tuyến tính nên $\frac{dp}{dx} = \text{const}$ do đó lấy tích phân hai lần ta được :

$$v_x = \frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx} y^2 + Ay + B \quad (a)$$

A và B của (a) được xác định theo điều kiện biên.

Với khe hẹp chiều cao h_1 ta có điều kiện biên sâu :

Khi $y = 0$ thì $v_x = v_0$, $y = h_1$ thì $v_x = 0$, đưa các giá trị trên vào (a) ta tìm được luật phân bố vận tốc của dòng qua khe thứ nhất

$$v_{x_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{dp}{dx} (y^2 - h_1 y) - \frac{v_0}{h_1} y + v_0 \quad (b)$$

Như vậy lưu lượng dầu qua khe này sẽ là :

$$\begin{aligned} q_1 &= \int_0^{h_1} v_{x_1} dy = \int_0^{h_1} \left[\frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx} (y^2 - h_1 y) - \frac{v_0}{h_1} y + v_0 \right] dy = \\ &= -\frac{1}{12\mu} \cdot \frac{dp}{dx} h_1^3 + \frac{v_0 h_1}{2} \end{aligned}$$

Mặt khác theo điều kiện bài toán trên ta có thể thay :

$$\frac{dp}{dx} = \frac{P_m}{l}$$

cho nên :

$$q_1 = -\frac{1}{12\mu} \cdot \frac{P_m}{l} h_1^3 + \frac{v_0 h_1}{2} \quad (c)$$

Cùng tương tự như trên ta có thể tính lưu lượng chảy qua khe hẹp có bề rộng h_2 (chỉ cần lưu ý rằng $\frac{dp}{dx} = \frac{P_m}{l}$) :

$$q_2 = \frac{1}{12\mu} \cdot \frac{P_m}{l} h_2^3 + \frac{v_0 h_2}{2} \quad (d)$$

Theo phương trình lưu lượng (khi $\gamma = \text{const}$) ta có $q_1 = q_2$. Từ đó ta có thể rút ra công thức tính áp suất p_m tại bậc :

$$P_m = \frac{6\mu l(h_1 - h_2)v_0}{h_1^3 + h_2^3} \quad (e)$$

Tương tự ta có thể tính được lực nâng P hay tải trọng P mà ở ổ trục có thể giữ được.

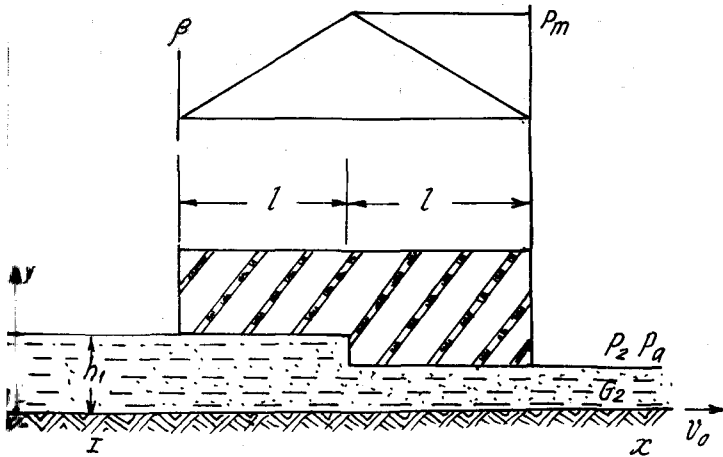
$$P = \int_0^l p_m dx = p_m l$$

hoặc

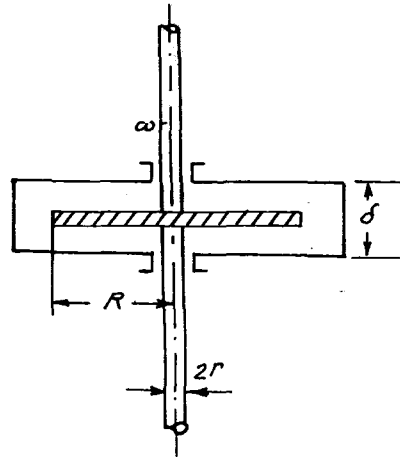
$$P = \frac{6\mu l^2(h_1 - h_2)v_0}{h_2^3 + h_2^3} \quad (f)$$

Nếu $h_2 = \frac{1}{2} h_1$ thì :

$$P = \frac{2\mu l^2 v_0}{3h_2^3} \quad (g)$$



H. bài 6-17



H. bài 6-18

6.18 - Đĩa tròn mỏng nằm trong hộp hình trụ chứa dầu bôi trơn có độ nhớt $\nu = 0,03 \text{ cm}^2/\text{s}$ (348) và trọng lượng riêng $\gamma = 7,848 \text{ kN/m}^3$ (800 kg/m^3). Đĩa có bán kính $R = 10 \text{ cm}$, được gắn trục có bán kính $r_0 = 1 \text{ cm}$; khoảng cách giữa hai mặt hộp và đĩa là $\frac{\delta}{2} = 1 \text{ mm}$ tính từ mỗi phía.

Bỏ qua bề dày của đĩa và ma sát ở trục, xác định mômen lực ma sát khi số vòng quay của đĩa là $n = 270 \text{ vg/ph}$.

Giải :

Ta xét một vòng vô cùng hẹp có bán kính r và rộng dr trên mặt đĩa. Vận tốc điểm trên vòng là $u = r\omega$.

Ứng suất ma sát trên diện tích của vòng đó là :

$$\tau = \mu \frac{u}{\delta} = \frac{\mu r \omega}{\delta}$$

Lực phân tố ma sát tác động lên diện tích vòng $2 \pi r dr$ là :

$$dT = 2\pi r \tau dr = 2\pi \mu \frac{\omega}{\delta} r^2 dr.$$

Mô men của lực đó (không tính đến lực ma sát ở trục) :

$$dM = r dT = \frac{2\pi \mu \omega}{\delta} r^3 dr.$$

Như vậy mômen lực ma sát tác động lên hai phía của đĩa :

$$M = 2 \cdot 2\pi \frac{\mu\omega}{\delta} \int_{r_0}^R r^3 dr = \frac{\pi\mu\omega}{\delta} (R^4 - r_0^4)$$

Vì $\mu = \nu\rho = \frac{\nu\gamma}{g}$, $\omega = \frac{\pi n}{30}$ nên :

$$M = \frac{\pi^2 \nu \gamma n}{30g\delta} (R^4 - r_0^4)$$

Thay số ta được :

$$M = 2,13 \text{Ncm} = 217 \text{Gcm}.$$

6.19 - Nêm dầu dài $L = 40\text{cm}$, rộng $b = 20\text{cm}$ có thể nâng đối trọng 20t khi nó chuyển động
(349) với vận tốc $v = 15\text{m/s}$. Góc giữa mặt đối trọng và mặt phẳng nằm ngang là $\alpha = 10^{-4}\text{rad}$.

a) Tính luật phân bố vận tốc, áp suất p tác dụng lên đối trọng theo vận tốc v và kích thước của nêm dầu.

Tính các bề rộng ở biên nêm dầu h_1, h_2 .

b) Xác định vị trí áp suất cực đại. Vẽ đồ thị phân bố áp suất.

c) Xác định điểm đặt của lực nâng F .

d) Tính lực cản nằm ngang T gây nên bởi lực nhớt.

Tính hệ số $f = \frac{T}{F} + \alpha$ cũng như công suất của nêm dầu. Cho dầu có độ nhớt động lực $\mu = 10^{-1}$ poazơ.

Giải :

a) Chọn hệ trục xy như hình vẽ (a), u là thành phần vận tốc theo trục x giả thiết áp suất p không đổi trên mặt cắt ngang của nêm dầu. Do đó phương trình Navier-Stokes trong bài toán trên có dạng đơn giản :

$$\frac{dp}{dx} = \mu \frac{d^2u}{dy^2} \quad (\text{a})$$

Tích phân hai lần phương trình (a) theo y ta có :

$$u = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{y^2}{2} + C_1 y + C_2$$

Các hằng số C_1 và C_2 được xác định bởi các điều kiện biên :

Khi $y = 0$, $u = v$

Khi $y = h$, $u = 0$

Từ đó suy ra

$$C_2 = v ; C_1 = - \left[\frac{v}{h} + \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{h}{2} \right]$$

hay là :

$$u = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{y^2}{2} - \left[\frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{h}{2} + \frac{v}{h} \right] y + v \quad (b)$$

Trong biểu thức trên $\frac{dp}{dx}$ là hàm số của h .

Lưu lượng qua một đơn vị bề rộng của nêm dầu có thể tính theo công thức :

$$Q = \int_0^h u dy = \int_0^h \frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{y^2}{2} dy - \int_0^h \left(\frac{1}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{h}{2} + \frac{v}{h} \right) y dy + \int_0^h v dy$$

hay là :

$$Q = \frac{vh}{2} - \frac{h^3}{12\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \quad (c)$$

Từ phương trình (c) suy ra :

$$\frac{dp}{dx} = \frac{12\mu Q}{h^3} - \frac{6\mu}{h^2} v$$

Vì $h = h_2 - \alpha x$ và $dh = -\alpha dx$ cho nên biểu thức trên có thể viết :

$$\alpha \frac{dp}{dh} = \frac{12\mu Q}{h^3} - \frac{6\mu}{h^2} v$$

Tích phân lên ta được :

$$\alpha p = -\frac{6\mu Q}{h^2} + \frac{6\mu}{h^2} v + C_3 = \frac{6\mu}{h} \left(v - \frac{Q}{h} \right) + C_3$$

Q và C_3 là những hằng số có thể xác định từ các điều kiện

$$p = p_0 = 0 \text{ khi } h = h_1 \text{ và } h = h_2$$

Từ đó suy ra :

$$Q = v \frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2}; \quad C_3 = -\frac{6\mu v}{h_1 + h_2}$$

Cuối cùng ta có dạng phân bố áp suất :

$$p = \frac{6\mu v}{\alpha} - \left(\frac{1}{h} - \frac{h_1 h_2}{h_1 + h_2} \cdot \frac{1}{h^2} - \frac{1}{h_1 + h_2} \right) \quad (d)$$

ở vị trí áp suất lớn nhất ta có $\frac{dp}{dx} = 0$, do đó từ phương trình (b) suy ra :

$$u = v \left(1 - \frac{v}{h} \right)$$

Tại các vị trí khác $\frac{dp}{dx} \neq 0$, profile vận tốc có dạng parabol (hình b).

Đặt
$$\varepsilon = \frac{h_1}{h_2}, \quad \theta = \frac{h}{h_2}$$

phương trình (d) có thể viết :

$$p = \frac{6\mu v}{\alpha h_2} \left[\frac{1}{\theta} - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} - \frac{1}{1+\varepsilon} \right] \quad (e)$$

Từ biểu thức trên ta suy ra công thức tính lực nâng F :

$$\begin{aligned} F &= \int_0^L p b dx = - \int_{h_1}^{h_2} \frac{pb}{\alpha} dh = - \int_1^{\varepsilon} \frac{pb}{\alpha} h_2 d\theta = \frac{bh_2}{\alpha} \int_{\varepsilon}^1 p d\theta = \\ &= \frac{6\mu vb}{\alpha^2} \int_{\varepsilon}^1 \left(\frac{1}{\theta} - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} - \frac{1}{1+\varepsilon} \right) d\theta = \frac{6\mu vb}{\alpha^2} \left(\lg \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) \end{aligned} \quad (f)$$

trong đó

$$\alpha = \frac{h_2 - h_1}{L} = \frac{1n\varepsilon}{L/h_2}; \quad (\alpha - \text{góc nhỏ}).$$

Từ các phương trình (e) và (f) ta tính ε và h_2 hoặc h_1 và h_2

$$\lg \frac{1}{\varepsilon} - 2 \frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon} = \frac{\alpha^2 F}{6\mu vb} = \frac{10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{10}}{6 \cdot 10^{-1} \cdot 1500 \cdot 20} = \frac{1}{90} \quad (g)$$

Từ đó suy ra $\varepsilon \approx 0,6$

$$\begin{aligned} h_2 &= h_1 + 4 \cdot 10^{-3} \text{ cm} \\ h_1 &= 6 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 60 \mu\text{m} \\ h_2 &= 10 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 100 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

b) Thay các kết quả vào biểu thức (e) ta có :

$$p = \frac{6 \cdot 10^{-1} \cdot 1500}{10^{-4} \cdot 10^{-2}} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{0,6}{1,6} \cdot \frac{1}{\theta^2} - \frac{1}{1,6} \right) = 9 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{\theta} - 0,375 \frac{1}{\theta^2} - 0,625 \right)$$

do đó áp suất bằng không khi $\theta = 1$ và $\theta = 0,6$. Tại vị trí áp suất lớn nhất ta có $\frac{dp}{dx} = 0$; nghĩa là :

$$0 = \frac{dp}{dh} \cdot \frac{dh}{dx} \frac{dp}{dh} - (\alpha) = - \frac{\alpha}{h_2} \cdot \frac{dp}{d\theta}$$

Trong đó $\frac{dp}{d\theta}$ có thể tính từ biểu thức trên :

$$\frac{dp}{d\theta} = \frac{6\mu v}{\alpha h_2} \left(-\frac{1}{\theta^2} + \frac{2\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^3} \right)$$

$$\frac{dp}{d\theta} = 0 \text{ khi } \theta = \frac{2\varepsilon}{1+\varepsilon} \text{ hay } \theta = 0,75$$

Từ đó suy ra các trị số tương ứng với $p_{\max}$ là :

$$h_m = h_2 \theta = 0,75 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

$$x_m = \frac{h_2 - h_m}{\alpha} = 25 \text{ cm.}$$

Kết quả ta có :

$$p_{\max} = 9 \cdot 10^8 \left(\frac{4}{3} - 0,375 \cdot \frac{16}{9} - 0,625 \right) = 37,5 \text{ at}$$

Áp suất được xác định theo bảng :

θ	0,6	0,7	0,75	0,8	0,9	1
x , (cm)	40	30	25	20	10	0
p , (at)	0	34,4	37,5	35,5	20, 85	0

Kết quả của bảng trên được biểu diễn trên hình c.

c) Điểm đặt của lực F được xác định bằng hoành độ x_c và tính theo công thức :

$$x_o F = \int_0^L p b x dx = \int_1^\varepsilon \frac{6\pi v b}{\alpha h_2} \left(\frac{1}{\theta^2} - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} - \frac{1}{1+\varepsilon} \right) (1 - \theta) = \frac{h_2^2}{2} d\theta,$$

trong đó thay thế

$$h = h_2 - \alpha x, \theta = 1 - \frac{\alpha x}{h_2}$$

$$x = \frac{h_2}{\alpha} (1 - \theta)$$

Tiếp tục tính :

$$\begin{aligned} x_c F &= \frac{6\pi v b h_2}{\alpha^3} \int_\varepsilon^1 \left(\frac{1}{\theta} - \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} - \frac{1}{1+\varepsilon} \right) (1 - \theta) d\theta = \\ &= \frac{6\pi v l}{\alpha^3} \cdot \frac{h_2}{1+\varepsilon} \int_0^1 \left[\frac{1+2\varepsilon}{\theta} + \theta - \frac{\varepsilon}{\theta^2} - (2+\varepsilon) \right] d\theta = \\ &= \frac{6\pi v l}{\alpha^3} \cdot \frac{h_2}{1+\varepsilon} \left[(1+2\varepsilon) \lg \frac{1}{\varepsilon} - (1-\varepsilon) \frac{5+\varepsilon}{2} \right] \end{aligned}$$

khi $\varepsilon = 0,6$ kết hợp với phương trình (g) ta có :

$$x_c = \frac{6\pi v b}{F \alpha^3} \cdot \frac{h_2}{1+\varepsilon} = \frac{90}{\alpha} \cdot \frac{h_2}{1+\varepsilon} = 21,5 \text{ cm}$$

d) Lực T nằm ngang có thể tính theo công thức :

$$T = - \int_0^L b \tau dx$$

trong đó :

$$\tau = \mu \left(\frac{du}{dx} \right)_{y=h} = \frac{dp}{dx} \cdot \frac{h}{2} - \frac{\mu v}{h}$$

Và

$$\frac{dp}{dx} = \frac{dp}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dx} = \frac{dp}{d\theta} \left(-\frac{\alpha}{h_2} \right) = -\frac{6\mu v}{h_2^2} \left(-\frac{1}{\theta^2} + \frac{2\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} \right)$$

Thay trị số $h = h_2\theta$ ta có kết quả :

$$\tau = \frac{2\mu v}{h} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{3\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} \right)$$

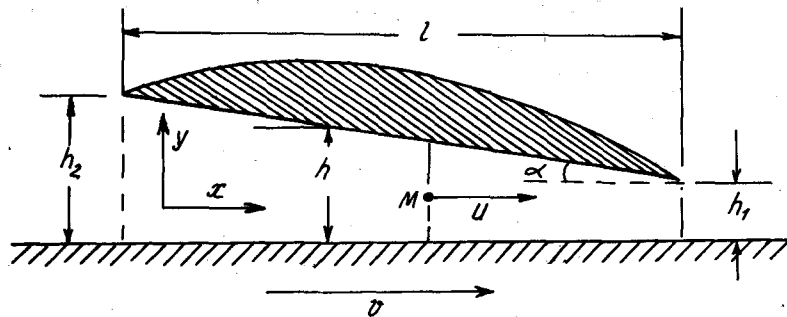
$$T = d - \frac{2\mu vb}{\alpha} \int_{\varepsilon}^1 \left(\frac{1}{\theta} - \frac{3\varepsilon}{1+\varepsilon} \cdot \frac{1}{\theta^2} \right) d\theta = -\frac{2\mu vb}{\alpha} \left(\lg \frac{1}{\varepsilon} - 3 \cdot \frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) = 0,239 \frac{2\mu vb}{\alpha}$$

Từ các biểu thức của T và F ta tính hệ số f

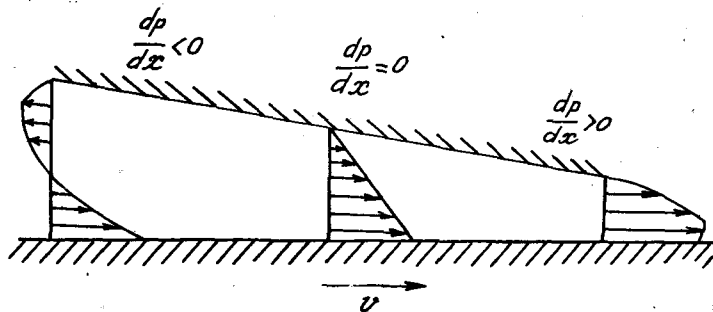
$$f = \frac{T}{F} + \alpha = 0,239.30\alpha + \alpha = 8,17\alpha = 8,17.10^{-4}$$

Do đó ta tính được công suất N :

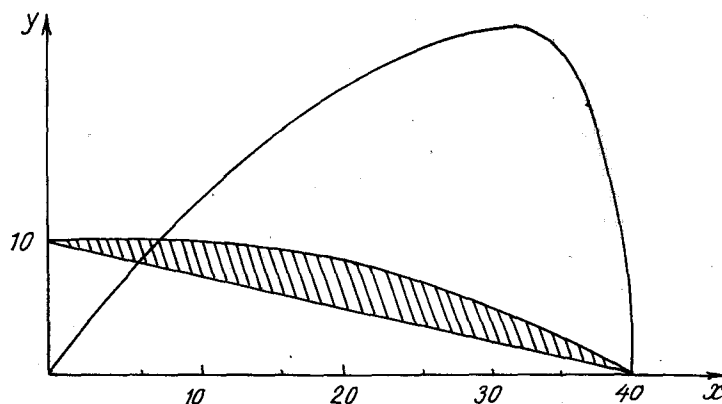
$$N = Ffv = 250 \text{ kGm/s} = 3,3 \text{ ml} = 2,475 \text{ kW.}$$



H. bài 6-19a



H. bài 6-19b



H. bài 6-19c

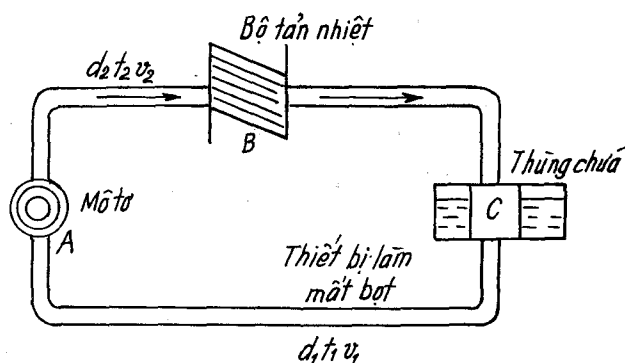
6.20 - Xác định vận tốc các dòng chảy của dầu ma rút (có độ nhớt $\nu = 0,6\text{cm}^2/\text{s}$) và của (350) nước (có độ nhớt $\nu = 0,011\text{ cm}^2/\text{s}$) trong các ống có cùng kích thước để đảm bảo trạng thái dòng chảy tầng, đứng.

Đáp số : $v_M = 0,138\text{m/s}$, $v_N = 0,00255\text{m/s}$.

6.21 - Xác định trạng thái dòng chảy và giới hạn thay đổi số Raynôn đối với hệ thống (351) ống dẫn nước làm lạnh của động cơ máy bay, nếu đường kính các ống $d = 30 + 60\text{mm}$, vận tốc dòng chảy $v = 4 + 5\text{m/s}$ nhiệt độ nước $t = 70 + 100^\circ\text{C}$.

Đáp số : $Re_{\max} = 9.100$;
 $Re_{\min} = 276000$;

Dòng chảy rối.



H. bài 6-22

6.22 - Trên hình vẽ biểu thị sơ đồ (352) nguyên tắc hệ thống tuần hoàn của dầu trong máy bay. Dầu ở nhiệt độ $t_1 = 60^\circ\text{C}$ từ thùng chứa C theo ống dẫn có đường kính $d_1 = 40\text{mm}$ chảy vào mô tơ A. Ở mô tơ dầu bị nóng lên đến nhiệt độ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ và theo ống dẫn có đường kính $d_2 = 30\text{mm}$ chảy qua bộ tản nhiệt B ; sau khi được làm lạnh dầu lại chảy về thùng chứa C.

Xác định số Raynôn và trạng thái dòng chảy của dầu tại các ống dẫn, nếu lưu lượng dầu trong hệ thống tuần hoàn $Q = 1,25\text{ l/s}$.

Đáp số :

Ống dẫn vào :

$Re_1 = 400$ - chảy tầng.

Ống dẫn ra :

$Re_2 = 2.580$ - chảy rối.

6.23 - Tìm trị số cực tiểu độ dốc thủy lực $J_{\min}$ để dòng chảy của chất lỏng có hệ số nhớt (353) ν trong ống trụ tròn đường kính d có khả năng chảy rối.

$$\text{Đáp số : } J_{\min} = \frac{122,700 \cdot \nu^2}{gd^3}$$

6.24 - Nước ở nhiệt độ $t = 90^\circ\text{C}$ (độ nhớt $\nu = 0,326 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) chảy theo ống có (354) tiết diện hình chữ nhật diện tích $2 \times 10 \text{ mm}^2$ của bộ tản nhiệt để làm lạnh cho động cơ đốt trong.

Xác định vận tốc trung bình nhỏ nhất của nước trong ống $v_{\min}$ để dòng luôn luôn chảy rối.

$$\text{Đáp số : } v_{\text{tbmin}} = 22,7 \text{ cm/s}$$

6.25 - Với điều kiện nhiệt độ không khí $t = 0^\circ\text{C}$ và áp suất bằng $p_a = 760 \text{ mm}$ cột thủy (355) ngân, vận tốc máy bay $v = 720 \text{ km/h}$ đo được nhờ ống Pitô nối liền với áp kế vi sai.

Xác định hiệu các mức trong áp kế khi cho hệ số $\alpha = 1,01$.

$$\text{Đáp số : } \Delta h = 0,19 \text{ m.}$$

6.26 - Xác định đường kính của ống tròn mà sức cản thủy lực của nó tương đương với sức (356) cản của ống có dạng hình chữ nhật có các bề là a và b . Vật liệu cấu tạo các ống giống nhau, ống có chiều dài như nhau và sức cản thủy lực không phụ thuộc vào số Rây-nôn (ma sát do độ nhám). Lưu lượng dòng chảy lỏng trong các ống đều giống nhau.

$$\text{Đáp số : } d = 2 \sqrt[5]{\frac{a^3 b^3}{\pi^2 (a + b)}}$$

6.27 - Tính tổn thất công suất khi dầu mazut với lưu lượng $G = 242 \text{ t/h}$ chuyển vận trong (357) ống có đường kính $d = 300 \text{ mm}$, dài $l = 5000 \text{ m}$. Trọng lượng riêng của dầu $\gamma = 950 \text{ kg/m}^3$ ($9.319,3 \text{ N/m}^2$) luôn luôn không đổi.

Tính với hai trường hợp :

- Dầu có nhiệt độ 10°C ($\nu = 25 \text{ St}$)
- Dầu có nhiệt độ 40°C ($\nu = 1,5 \text{ St}$)

$$\text{Đáp số : } N_1 = 292 \text{ kW ;}$$

$$N_2 = 17,5 \text{ kW}$$

6.28 - Ống dẫn xoắn được chế tạo từ một ống tròn có đường kính $d = 38 \text{ mm}$, dài $l = 10 \text{ m}$. (358) Trục ống uốn cong theo dạng đường xoắn trên mặt hình trụ tròn, có bán kính cong $\rho = 25 \text{ cm}$. Dầu nhờn có hệ số nhớt $\nu = 0,317 \text{ St}$ chuyển vận trong ống đó có vận tốc trung bình là $v = 1,5 \text{ m/s}$.

Xác định tổn thất cột áp do ma sát gây nên.

$$\text{Đáp số : } h_d = 3,7 \text{ m cột dầu.}$$

6.29 - Phía trước khóa đặt ở cuối ống dẫn dầu đường kính $d = 100\text{mm}$ có áp suất dư $p = 30\text{at}$.

(359) Dầu có trọng lượng riêng $\gamma = 880\text{kg/m}^3$ ($8.632,7\text{N/m}^3$) chảy trong ống với vận tốc $v = 2\text{m/s}$.
Xác định hệ số tổn thất cục bộ ζ tại khóa và độ dài tương đương với nó của ống l_{td} nếu độ dốc thủy lực $J = 0,04$.

Đáp số : $\zeta = 167$;
 $l_{td} = 852,2\text{m}$.

6.30 - Tính tổn thất cột áp h_w của ống hút máy bơm ly tâm có đường kính $d = 20\text{cm}$ và

(360) dài $l = 20\text{m}$, lưu lượng nước là $Q = 60\text{l/s}$, ống có 3 đoạn uốn cong ($\zeta_c = 0,3$), một van một chiều ($\zeta_v = 5$) và màng lưới cản rác ($\zeta_L = 7$), hệ số cản dọc đường $\lambda = 0,03$.

Đáp số : $h_w = 2,96\text{m}$.

6.31 - Tính tổn thất cục bộ của đường ống do van tiết lưu bằng thép gây nên. Biết : Vận tốc

(361) nước $v = 1\text{m/s}$, trọng lượng van $c = 3,91\text{kG}$ ($38,36\text{N}$) ; đường kính đĩa van $D = 18\text{cm}$, khoảng cách từ trọng tâm ống dẫn trục quay $\delta + r = 12,9\text{cm}$, góc giữa mặt đĩa và đường nối tâm quay của nó với trọng tâm $\alpha = 14^\circ$, đường kính ống $d = 2r = 10,2\text{cm}$.

Đáp số : $h_c = \zeta_k \frac{v^2}{2g} = 0,084\text{m}$.

6.32 - Tổn thất cột áp của một ống trơn đường kính $d = 203\text{mm}$ và dài $l = 2.000$ theo tính toán

(362) trước là $h_w = 13\text{mH}_2\text{O}$. Khi kiểm tra lại quả thấy có sai lầm, vì đã bỏ qua tổn thất cục bộ : 5 khóa ($\zeta_k = 0,3$), 6 chỗ rẽ nhánh ($\zeta_r = 1,9$) và 10 đoạn uốn góc 45° ($\zeta_u = 0,32$).

Hãy xác định : nếu tính cả các tổn thất cục bộ trên thì tổng các tổn thất cột áp sẽ tăng lên bao nhiêu ? Cho biết dòng chảy rối với số Raynôn $Re = 72.000$ (chú ý chọn công thức tính λ).

Đáp số : $\Delta h_w = \sum h_c = 1,09\text{m}$.

6.33 - Xác định đường kính ống dẫn dầu mazut và áp lực cần thiết của máy hơi để bảo

(363) đảm năng suất $Q = 25\text{l/s}$ khi vận tốc $v = 1,3\text{m/s}$ và có độ nhớt Angle $E = 10^\circ$.

Cho biết tổng các hệ số tổn thất cục bộ $\zeta = 3$ còn áp suất dư ở cuối ống là $p = 1\text{at}$.

Đáp số : $d = 156\text{mm}$,
 $H = 10,85\text{m}$ cột đầu.

6.34 - Xuất phát từ luật phân bố vận tốc bằng thực nghiệm theo tiết diện của ống tròn.

(364)

$$\frac{u}{u_*} = N \left(\frac{u_* v}{\nu} \right)^{\frac{1}{m}}$$

Xác định khoảng cách y_0 từ thành ống nơi vận tốc cục bộ bằng vận tốc trung bình v của dòng.

Tính y_c với trường hợp $m = 7$.

Đáp số : $\frac{y_c}{R} = \left[\frac{2m^2}{(m+1)(2m+1)} \right]^n$

$\frac{y_c}{R} = 0,242$, khi $m = 7$.

6.35 - Xác định cột áp cần để chuyển nước ở 15°C lên theo đường ống có đường kính (365) $d = 100\text{mm}$, dài $l = 70\text{m}$, với lưu lượng $Q = 50\text{m}^3/\text{h}$.

Ống có một van một chiều ($\zeta_v = 2,3$), một khóa ($\zeta_k = 5,5$) một đoạn uốn ($\zeta_u = 2$) và phân nhánh ($\zeta_n = 2,05$). Độ cao cửa ra của ống so với điểm đầu là $z = 14\text{m}$. Cho biết chất lỏng trong ống chảy rối thành trơn.

Đáp số : $H = 20,9\text{m}$.

6.36 - Chất lỏng có trọng lượng riêng $\gamma = 830\text{kG/m}^3$ ($8.632,8\text{N/m}^3$) và độ nhớt $\nu = 0,6\text{St}$ chảy (366) trong ống nằm ngang có đường kính $d = 203\text{mm}$. Độ dốc thủy lực của dòng $J = 0,006$.

Xác định lưu lượng Q và độ chênh áp Δp trên đoạn ống 200m .

Đáp số : $Q = 23,5\text{l/s}$

$\Delta p = 10.360\text{N/m}^2$ ($0,1056\text{at}$).

6.37 - Dầu mazút có độ nhớt $\nu = 1,4\text{St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 850\text{kG/m}^3$ ($8.338,5\text{N/m}^3$) (367) chảy trong ống nằm ngang có đường kính $d = 200\text{mm}$ và dài $l = 25000\text{m}$. Biết áp suất do bơm tạo nên tại hai đầu ống là $p_1 = 10,5\text{at}$ và $p_2 = 1\text{at}$.

Xác định lưu lượng dầu.

Đáp số : $Q = 7,9\text{l/s}$.

6.38 - Ống dẫn dầu dài $l = 10.000\text{m}$, đường kính $d = 200\text{mm}$, có sự chênh lệch độ cao ở (368) điểm đầu và điểm cuối : $\Delta z = z_1 - z_2 = +60\text{m}$.

Xác định lưu lượng Q của dầu có thể đạt được khi cho dầu tự chảy trong ống, nếu độ nhớt dầu là $\nu = 1,5\text{St}$.

Đáp số : $Q = 15,4\text{l/s}$.

6.39 - Dầu có độ nhớt $\nu = 1,5\text{St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 880\text{kG/m}^3$ ($8.632,8\text{N/m}^3$) di chuyển (369) trong ống có đường kính $d = 150\text{mm}$ và dài 20.000m .

Xác định áp suất p_1 tại điểm đầu ống để đảm bảo được lưu lượng $Q = 50\text{t/h}$, nếu áp suất tại cuối ống $p_2 = 2\text{at}$.

Đáp số : $p_1 = 36,2\text{at}$.

6.40 - Để xác định độ nhớt ν của chất lỏng ta làm thí nghiệm sau : cho chất lỏng chuyển (370) dịch trong ống nghiệm nằm ngang có đường kính $d = 10\text{mm}$. Lưu lượng chất lỏng được bằng phương pháp tính thể tích : sau nửa phút đo được 1 lít chất lỏng chảy qua : và lúc này độ giảm cột áp là $\Delta h = 20\text{cm}$ cột chất lỏng trên quãng đường $l = 2\text{m}$.

Xác định độ nhớt động của nó :

Đáp số : $\nu = \frac{\pi g d^4 t \Delta h}{128 l v} = 0,0722\text{cm}^2$

(V là thể tích chất lỏng đi sau t giây)

- 6.41** - Theo bài toán 6.40, hãy tính độ nhớt động ν khi cho chiều dài ống thí nghiệm là
(371) $l = 3\text{m}$. Khi tính toán phải kể đến chiều dài và tổn thất cột áp ở đoạn bắt đầu của dòng chảy tầng; cho biết: Tại đây剖面 vận tốc dòng chảy theo dạng parabol và kể cả tổn thất tại điểm cuối của ống nghiệm. Cửa vào miệng ống là tròn đều (áp dụng công thức Targơ):

$$L_d = 0,04d\text{Re} \text{ và } h_d = \frac{A}{\text{Re}} \cdot \frac{l_d}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, A = 69,59.$$

Đáp số: $\nu = 0,065\text{cm}^2/\text{s}$

(Dùng phương pháp tính gần đúng và tính chính xác dần).

- 6.42** - Để đo độ nhớt của dầu ta làm như sau: cho dầu chảy theo ống nghiệm nằm ngang
(372) có đường kính cố định $d = 0,3\text{cm}$. Đo được lưu lượng dầu là $Q = 170\text{cm}^3/\text{s}$. Khối lượng riêng dầu $\rho = 0,888\text{g/cm}^3$ và tổn thất cột áp trên một đoạn ống là $l = 1,50\text{m}$ và $h_w = 65\text{cm}$ cột dầu.

Đáp số: $\mu = 0,099\text{KG.S/cm}^2 = 0,971\text{Ns/cm}^2$.

- 6.43** - Vận tốc theo tiết diện của dòng chảy rối trong ống tuân theo luật
(373)

$$u = C_v \left(1 - \frac{r}{R}\right)^n$$

trong đó $C = \text{const}$, $n = \frac{1}{7}$, R - bán kính ống, v - vận tốc trung bình.

Xác định khoảng cách y kể từ thành ống tròn có bán kính R trên để vận tốc cục bộ bằng vận tốc trung bình v .

Đáp số: $y = 0,241R$.

- 6.44** - Dầu lửa có độ nhớt $\nu = 0,025\text{St}$, trọng lượng riêng $\gamma = 819\text{kG/m}^3$ ($8.034,4\text{N/m}^3$) chảy
(374) trong ống tròn có đường kính $d = 305\text{mm}$ dài $l = 200\text{km}$. Biết vị trí đầu ống (nơi đặt bơm) $z_1 = +290\text{m}$ và điểm cuối ống (bể chứa dầu) $z_2 = 27\text{m}$. Áp suất tại máy bơm luôn luôn đạt 50at , lưu lượng dầu $G = 69,44\text{kG/s}$.

Xác định hệ số cản thủy lực λ (chú ý: tính theo công thức kinh nghiệm đã cho).

Đáp số: $\lambda_{kn} = 0,0196$ (theo Ixaép)

$\lambda_{tn} = 0,0195$ (thực nghiệm).

- 6.45** - Nước ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ ($\nu = 0,01\text{St}$) với lưu lượng $Q = 25\text{l/s}$ chảy trong ống nằm
(375) ngang có đường kính $d = 203\text{mm}$, dài $l = 40,000\text{m}$ và độ nhám tương đương $K_{td} = 0,15\text{m}$.

Chọn công thức tính λ để tính độ giảm áp Δp trên quãng đường đó.

Đáp số: $\Delta p = 12,14\text{at}$ (theo Ixaép)

6.46 - Nước ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ ($\nu = 0,01\text{St}$) chảy trong ống có đường kính (376) $d = 600\text{mm}$ và dài $l = 10\text{km}$. Xác định lưu lượng Q của nó nếu tổn thất áp suất do ma sát $h_d = 12\text{m}$ cột nước.

Chú ý : tính theo công thức Manning ($n = 0,12$) và Sêvêlep.

Đáp số : $Q = 230\text{l/s}$ (theo Manning)

$Q = 231\text{l/s}$ (theo Sêvêlep)

6.47 - Dòng nước chảy rối trong ống gang cũ có đường kính $d = 100\text{cm}$. Sau một đoạn (377) $l = 1.000\text{m}$ thì tổn thất cột áp là $h_d = 2,3\text{m}$.

Tìm lưu lượng Q theo công thức Manning ($n = 0,012$) Pavlôpxki, Sêvêlep và Ixaép ($K_{td} = 1,2\text{mm}$).

Đáp số : $Q = 1,253\text{m}^3/\text{s}$ - theo Manning ;

$Q = 1,2901\text{m}^3/\text{s}$ - theo Pavlôpxki ;

$Q = 1,15\text{m}^3/\text{s}$ - theo Sêvêlep

$Q = 1,16\text{m}^3/\text{s}$ - theo Ixaép.

6.48 - Chất lỏng có độ nhớt $\nu = 0,254\text{St}$, trọng lượng riêng $\gamma = 871\text{kG/m}^3$ ($8544,5\text{N/m}^3$) (378) chảy trong ống dài $l = 50\text{km}$ và đạt được lưu lượng $G = 55\text{t/h}$. Biết độ giảm áp trên đường ống đó không quá 45at ($\Delta p \leq 45\text{at}$) và độ nhám tương đương $K_{td} = 0,14\text{mm}$.

Xác định đường kính d của ống theo các công thức Sêvêlep, Ixaép và Blaziút.

Đáp số : $d = 156\text{mm}$ (theo Blaziút).

$d = 200\text{mm}$ (theo Sêvêlep)

$d = 156\text{mm}$ (theo Ixaép).

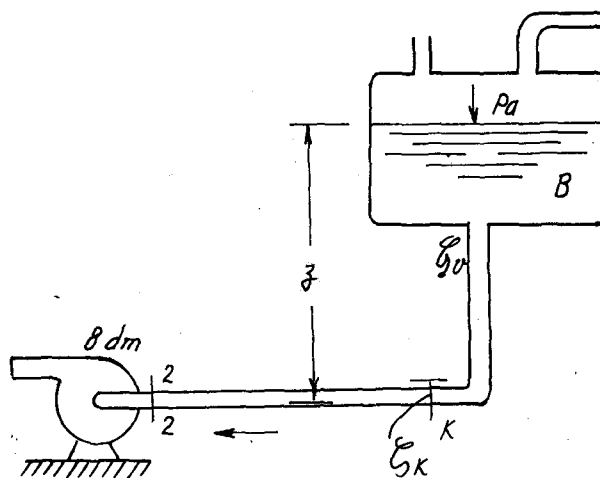
6.49 - Trong một động cơ người ta dùng bơm hút dầu từ bình B qua một đường ống bằng (379) kim loại ở nhiệt độ 60°C . Dầu có độ nhớt động học $\nu = 1\text{cm}^2/\text{s}$ và tỷ trọng $\delta = 0,86$.

Dọc theo đường ống có các tổn thất ở miệng vào và khóa K với các hệ số tổn thất cục bộ $\zeta_1 = 0,5$ và $\zeta_k = 4$.

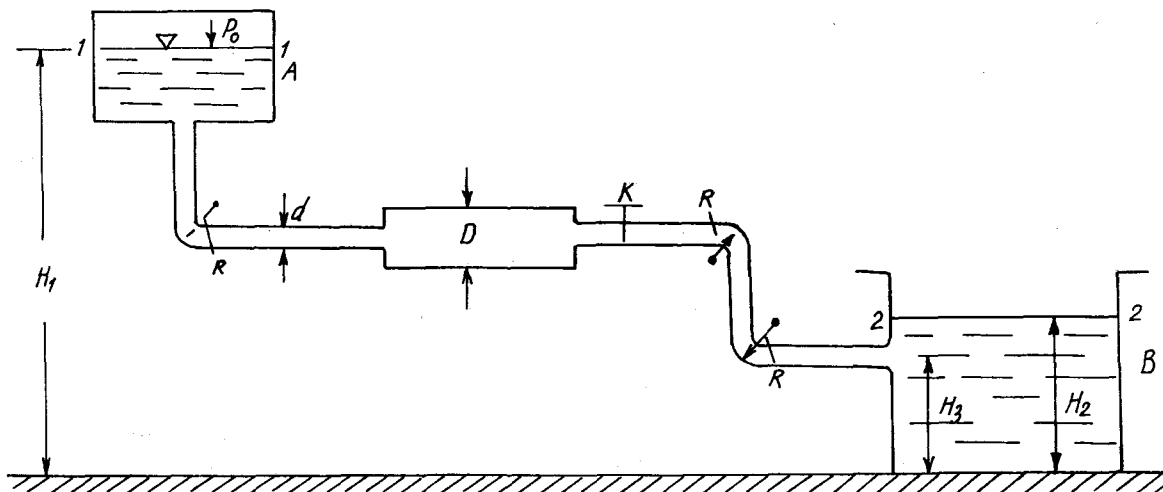
Cho biết áp suất trên mặt thoáng của bình dầu bằng áp suất khí trời p_a , áp suất dư tại mặt cắt vào bơm là $p_1 = 0,45\text{at}$, chiều cao từ trục bơm đến mặt thoáng là $z = 1\text{m}$, chiều dài ống $l = 4\text{m}$, lưu lượng qua bơm là $Q = 1,25\text{l/s}$ (H. bài 6.49).

Tính đường kính d của ống.

Đáp số : $d = 2,4\text{cm}$.



H. bài 6-49



II. bài 6-50

- 6.50** - Tính lưu lượng nước từ bình A sang B nếu cho biết áp suất trên mặt thoáng của
(380) bình A : $p_0 = 1,2 \text{at}$, $H_1 = 1\text{m}$, $H_2 = 2\text{m}$, $H_3 = 1\text{m}$, đường kính ống $d = 100\text{mm}$, đường kính ống lắng $D = 200\text{mm}$, hệ số tổn thất của khóa $\zeta_k = 4$, bán kính đoạn uốn cong $R = 100\text{mm}$. Bỏ qua tổn thất dọc đường.

Đáp số : $Q = 145,5\text{m}^3/\text{h}$.

- 6.51** - Xác định tổn thất dọc đường h_d của dòng chảy trong ống kính côn nằm ngang, nếu
(381) giả thiết rằng tại một tiết diện hệ số cản thủy lực λ được xác định phụ thuộc vào vận tốc và đường kính tại các tiết diện tương ứng đó. Biết chiều dài ống là l , đường kính ống tại tiết diện đầu là d_1 và cuối là d_2 ($d_1 > d_2$) lưu lượng dòng là Q .

Giải bài toán trên theo công thức Lâybenzôn cho cả ba trạng thái dòng chảy.

Đáp số : * $h_d = \frac{1,39\sqrt{Q}l}{d_1 - d_2} \left[\frac{1}{d_2^3} - \frac{1}{d_1^3} \right]$

- dòng chảy tầng ($m = 1$) ;

* $h_d = \frac{0,00656\nu^{0,25} Q^{1,75}}{d_1 - d_2} \left(\frac{1}{d_1^{3,75}} - \frac{1}{d_2^{3,75}} \right)$

- Chảy rối thành trơn ($m = 0,25$)

* $h_d = \frac{2\lambda}{\pi^2 g} \cdot \frac{Q^2 l}{d_1 - d_2} \left[\frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4} \right]$

- chảy rối thành nhám ($m = 0$).

- 6.52** - Dầu có độ nhớt $\nu = 0,52\text{St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 850\text{kG/m}^3$ ($8338,5\text{N/m}^3$) chảy
(382) trong ống có dạng hai hình trụ đồng tâm và đặt theo phương nằm ngang. Đường kính trong của ống ngoài $d_1 = 300\text{mm}$ và đường kính ngoài của ống trong $d_2 = 60\text{mm}$; ống dài $l = 20.000\text{m}$. Xác định lưu lượng Q nếu áp suất giữa 2 điểm đầu và cuối

chênh nhau $\Delta p = 1,5 \text{at}$. Tính theo công thức gần đúng của Sôncatrép, sau đó kiểm tra lại kết quả theo các công thức khác.

Đáp số : $Q = 27,3 \text{l/s}$ (Theo Sôncatrép).

6.53 - Chất lỏng chảy trong ống dẫn giữa hai hình trụ tròn đồng tâm ; đường kính ngoài (383) của ống trong là $d = 155 \text{mm}$ và bề rộng khe hở giữa hai hình trụ đó là $\delta = 2 \text{mm}$, dài $l = 500 \text{mm}$. Biết lưu lượng chất lỏng $G = 10 \text{kG/s}$ và trọng lượng riêng của nó $\gamma = 1,510 \text{kG/m}^3$. Tính độ giảm áp Δp để khắc phục lực ma sát trong đoạn ống đó, nếu chất lỏng đó ở nhiệt độ $t = 80^\circ \text{C}$ ($\nu = 0,25 \text{St}$).

Đáp số : $\Delta p = 0,8 \text{at}$.

6.54 - Xác định profin vận tốc của dòng chảy tầng trong khe hở giữa hai ống hình trụ tròn (384) đồng tâm có các bán kính a và b ($b > a$). Độ giảm áp trên một đơn vị chiều dài của ống là Δp , độ nhớt động lực của chất lỏng là μ .

$$\text{Đáp số : } v = \frac{\Delta p}{4\mu} \left(b^2 - r^2 + \frac{b^2 - a^2}{\ln \frac{b}{a}} \ln \frac{r}{b} \right)$$

$$(a \leq x \leq b)$$

6.55 - Chất lỏng có độ nhớt rất lớn chảy trong ống đường kính nhỏ $2r_0$ trị số Râyôn (385) $Re = \frac{vd}{\nu} = 100^\circ$. Ống hợp với phương ngang một góc $\alpha = 30^\circ$.

Giả thiết dòng chảy tầng :

a) Viết phương trình vi phân của dòng chảy nếu $\Delta p = 0$.

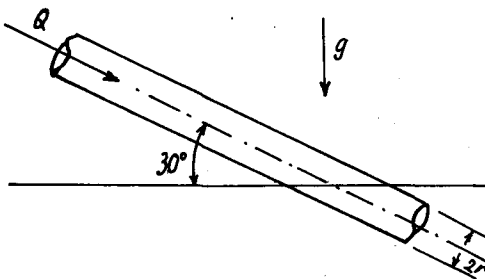
b) Tìm vận tốc dòng chảy theo bán kính và độ nhớt của chất lỏng.

c) Tìm độ nhớt μ theo lưu lượng Q (đây cũng là một thiết bị đo độ nhớt của chất lỏng)

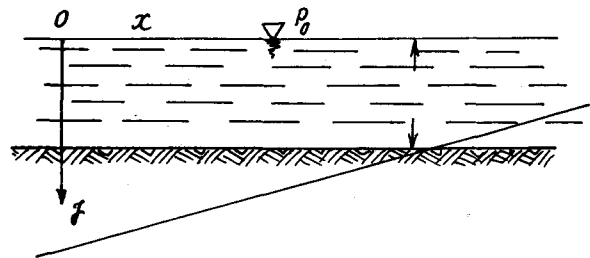
$$\text{Đáp số : a) } \frac{dv}{dr} = -\frac{g\rho r}{4\mu}$$

$$\text{b) } v = \frac{g\rho}{8\mu} (r_0^2 - r^2)$$

$$\text{c) } \mu = \frac{\pi g \rho r^4}{16Q}$$



H. bài 6-55



H. bài 6-56

- 5.56** - Lập phương trình vi phân chuyển động dừng, chảy tầng của chất lỏng thực trong
1386) kênh hở hình chữ nhật có bề rộng b lớn hơn chiều sâu h rất nhiều ($b \gg h$).

Góc nghiêng của đáy kênh với mặt nằm ngang bằng α . Khi giải lấy mặt chuẩn trùng với mặt tự do của chất lỏng trong kênh.

Đáp số : $\frac{d^2 v}{dz^2} = -\frac{g}{\nu} \sin \alpha$.

- 5.57** - Sử dụng phương trình vi phân chuyển động của bài toán trước (bài 6-56), hãy lập
1387) phân bố vận tốc theo chiều sâu của dòng chảy tầng, dừng của chất lỏng nhớt trong kênh hở hình chữ nhật có bề rộng rất lớn.

Đáp số : $v = \frac{g \sin \alpha}{2\nu} (h^2 - z^2)$.

- 5.58** - Dùng kết quả bài toán trước (6-57) tìm công thức tính lưu lượng Q chảy qua một
1388) đơn vị bề rộng của kênh và biểu thức tính tỉ số giữa vận tốc trung bình $\bar{v}$ và vận tốc cực đại $u_{\max}$. Biểu diễn độ dốc đáy kênh qua vận tốc trung bình.

Đáp số : $Q = \frac{gh^3 \sin \alpha}{3\nu} \cdot \frac{\bar{v}}{u_{\max}} = \frac{2}{3}$

$$J = \sin \alpha = \frac{1}{Re_H} \cdot \frac{1}{h} \cdot \frac{\bar{v}^2}{2g}$$

$$Re_H = \frac{v h}{\nu}$$

- 5.59** - Luật phân bố vận tốc của dòng chảy chất
1389) lỏng thực, chảy tầng dừng giữa hai mặt phẳng cố định song song nằm ngang là :

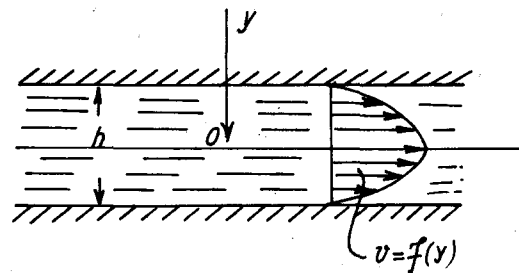
$$u = -\frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \left[\left(\frac{a}{2} \right)^2 - y^2 \right]$$

Tìm ứng suất tiếp tuyến τ_0 trên mặt phẳng và độ giảm áp trên đoạn 1m dọc theo trục x . Biết $a = 10\text{mm}$, lưu lượng $Q = 1\text{l/s}$, chất lỏng là dầu ép có $\mu = 0,102\text{kGs}^2/\text{m}^2$ ($1\text{Ns}^2/\text{m}^2$) ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$.

Đáp số : $\tau_0 = \frac{6\mu}{a^2} Q = 6,12\text{ kG/m}^2 = 60,04\text{N/m}^2$;

$$\Delta p = -\frac{12\mu Q}{a^3} \Delta l = -1224\text{kG/m}^2$$

$$= -12,007\text{N/m}^2.$$



H. bài 6-59

- 6.60** - Theo hình vẽ bài 6-59 tìm luật phân bố vận tốc, nếu mặt phẳng trên chuyển động
(390) với vận tốc $v_0 = \text{const}$ so với mặt dưới. Tìm vận tốc trung bình, lưu lượng và độ giảm áp suất.

Đáp số : $u = -\frac{1}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx} (ay - y^2) + v_0 \frac{y}{a}$;

$$Q = -\frac{1}{12\mu} \cdot \frac{dp}{dx} a^3 + v_0 \frac{a}{2};$$

$$v = \frac{Q}{1a} = \frac{1}{12\mu} \cdot \frac{dp}{dx} a^2 + \frac{v_0}{2};$$

$$\frac{dp}{dx} = \frac{12\mu}{a^2} \left(v - \frac{v_0}{2} \right).$$

6.61 - Theo điều kiện bài toán 6-60 tìm biểu thức ứng suất tiếp tuyến ở mặt trên và (391) dưới khi dòng phụ thuộc lưu lượng Q .

Đáp số : $\tau_0 \Big|_{y=-\frac{a}{2}} = \frac{2\mu Q}{a} \left(\frac{3}{a} + \frac{v_0}{3Q} \right).$

$$\tau_0 \Big|_{y=\frac{a}{2}} = \frac{2\mu Q}{a} \left(\frac{2v_0}{3Q} - \frac{3}{a} \right).$$

6.62 - Dòng chất lỏng chảy trên mặt phẳng nghiêng một góc α có độ dày lớp chất lỏng là a (392)

Tìm vận tốc trung bình mặt cắt và lưu lượng đối với đơn vị bề rộng. Tính hằng số :

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & \begin{cases} \alpha = \frac{\pi}{2}; \\ \nu = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}; \\ a = 0,1 \text{ mm} \end{cases} & \text{b)} \quad \begin{cases} \alpha = \frac{1}{100}; \\ \nu = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}; \\ a = 2 \text{ mm} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \end{cases} \end{aligned}$$

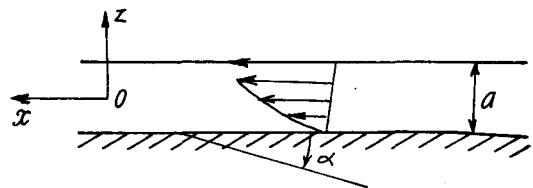
Đáp số : $u = \frac{g \sin \alpha}{\nu} \left(az - \frac{z^2}{2} \right);$

$$v = \frac{a^2 g}{3\nu} \sin \alpha;$$

$$Q = \frac{a^3 g}{3\nu} \sin \alpha;$$

a) $\begin{cases} Q = 2,1 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ (đối với 1m bề rộng)}; \\ v = 2,08 \text{ cm/s} \end{cases}$

b) $\begin{cases} Q = 167 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ (đối với 1m bề rộng)}; \\ v = 8,35 \text{ cm/s} \end{cases}$



H. bài 6-62

6.63 - Tính độ chênh áp suất và công suất cần thiết của bơm để đẩy chất lỏng trong ống (393) nằm ngang có đường kính $D = 10 \text{ cm}$, dài 10 km và lưu lượng $Q = 50 \text{ cm}^3/\text{h}$. Cho biết

$$\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3, \mu = 2 \text{ poaz}.$$

Đáp số : Do số $Re = 840$ cho nên độ chênh lệch áp suất có thể tính :

$$\Delta p = \frac{128\mu l Q}{\pi D^4} = 113 \text{ at};$$

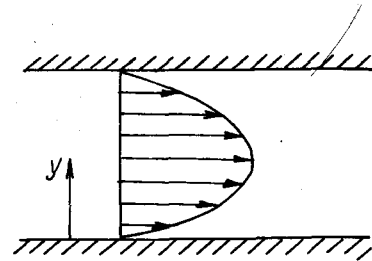
$$N = Q \Delta p = 213,5 \text{ ml} = 157 \text{ kW}.$$

- 6.64** - Ống trụ tròn dài 3km, đường kính 10cm, chất lỏng
(394) chuyển động trong ống có độ nhớt động lực $\mu = 0,4$ poazơ. Phân bố vận tốc trong ống dạng parabol.

$$u = 10y - y^2 [\text{cm/s}], \quad y - \text{trục vuông góc với ống.}$$

Tính ứng suất tiếp trên mặt ống ở khoảng cách $y = 2\text{cm}$ và lực cản trên toàn ống.

Đáp số : $\tau_o = 4 \text{ dyn/cm}^2$
 $\tau_{y-2} = 2,4 \text{ dyn/cm}^2$
 $F = \tau_{o,s} = 376,7 \text{ N}$



H. bài 6-64

- 6.65** - Một hệ 100 ống nghiệm song song có đường kính $D = 1\text{cm}$, chiều dài mỗi ống $l = 4\text{m}$.
(395) Chất lỏng trong ống chuyển động với vận tốc trung bình $v = 2\text{m/s}$ và có tỉ trọng trung bình là $\delta = 0,9$ nhưng đường kính động lực thay đổi tuyến tính từ $\mu_1 = 0,30$ poazơ đến $\mu_2 = 1$ poazơ ở miệng ra. Tính công suất N để vận chuyển chất lỏng. Viết công thức thực nghiệm để tính N không liên hệ với đường kính D cho nhóm n ống.

Hướng dẫn : Vì số $Re < 2300$ cho nên dùng công thức tính $\Delta p = p_1 - p_2$ trong trường hợp chảy tầng. Từ đó suy ra công suất mỗi ống là $N = (p_1 - p_2)Q$ và đối với 100 ống :

$$N_{100} = 100N.$$

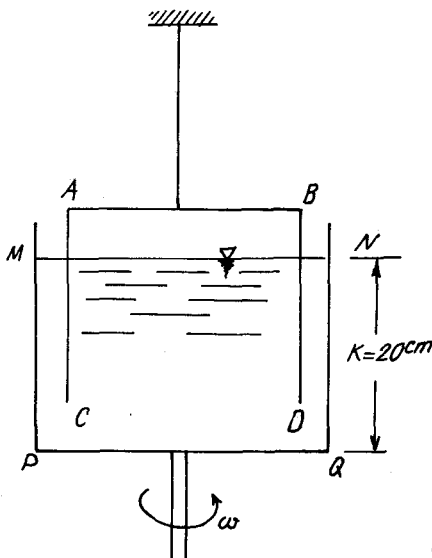
Đáp số : $U_{100} = 267 \text{ kGm/s} = 3,59 \text{ ml} = 2,69 \text{ kW}$
 $N_n = 4\pi n l U^2 (\mu_1 + \mu_2).$

- 6.66** - Dụng cụ đo độ nhớt Cuét gồm hai hình trụ tròn đồng trục ABCD và MNPQ (hình a).
(396) Các hình trụ có đường kính là 10 và 10,4, chiều cao $H = 20\text{cm}$. Khi hình trụ ngoài quay với số vòng quay $n = 90\text{vg/ph}$ thì cần tác động mômen quay là :

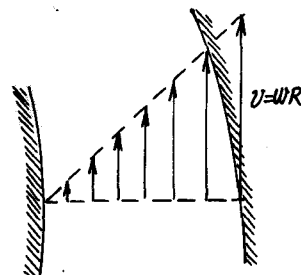
$$M_o = 4 \cdot 10^{-2} \text{ kGm} = 0,3924 \text{ Nm}$$

Tính độ nhớt động lực của chất lỏng ở giữa hai trục.

Tính số Re trong trường hợp đó.



H. bài 6-66a



H. bài 6-66b

Đáp số : $\tau_o = \mu \frac{v}{\Delta R}$; $v = \omega(R + \Delta R)$.

Từ biểu thức $M_o = R\tau_o S$ suy ra :

$$\mu = \frac{15M_o R}{\pi^2 H n R^2 (R + \Delta R)} = 0,511 \text{ poazơ}$$

$$Re = \frac{v \Delta R}{\nu} \approx 2.$$

6.67 - Trục máy có đường kính 10cm đặt thẳng đứng trong ổ (397) trục cao 25cm. Trong khe hở có bề rộng không đổi 0,1mm chứa đầy chất lỏng có độ nhớt động lực 125 centipoazơ-cP. Trục máy quay 240 vg/ph.

Tính công suất của trục máy.

Hướng dẫn : từ biểu thức

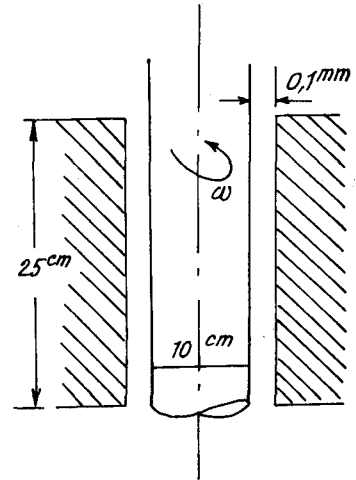
$$\frac{du}{dr} = \frac{v}{\Delta R} ; \tau_o = \mu \left(\frac{du}{dr} \right)$$

Suy ra mômen quay và công suất :

$$M = \int R\tau_o dS = R\tau_o S, N = M\omega.$$

Đáp số : $M = 0,628 \text{ kGm} = 6,16 \text{ Nm}$.

$$N = 15,78 \text{ kGm/s} = 0,21 \text{ ml} = 0,155 \text{ kW}.$$



H. bài 6-67

6.68 - Trong bình lọc dầu nhờn cho động cơ ô tô có một chống tấm lọc hình vành khăn, (398) khe hở giữa hai tấm lọc là S. Tính tổn thất cột áp khi dầu qua bình lọc, cho biết số tấm lọc $i = 1$, $S = 0,2 \text{ mm}$; $D = 75 \text{ mm}$, $d = 30 \text{ mm}$, $Q = 0,2 \text{ l/s}$. Độ nhớt của dầu là 6E, tỉ trọng dầu $\delta = 0,95$.

$$\text{Đáp số : } h_w = \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{6\mu Q}{\pi \gamma S^3 i} \ln \frac{D}{d} = 9,5 \text{ m cột dầu}.$$

6.69 - Pittông bán kính R dài l chịu lực tác động F. Trong xilanh chứa chất lỏng không nén (399) được có độ nhớt động lực μ là khe hở giữa pittông và xi lanh là a.

Tính vận tốc v_o của pittông. Áp dụng bằng số :

$$R = 2 \text{ cm}, l = 2 \text{ cm}, a = 0,1 \text{ cm}, \mu = 1 \text{ poazơ}, F = 1 \text{ t} = 9,8 \cdot 10^3 \text{ N}.$$

Hướng dẫn : Từ phương trình Naiê-Xtốc :

$$\frac{\partial p^*}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 y}{\partial z^2}$$

Với chú ý :

$$\frac{\partial p^*}{\partial x} = \frac{F}{\pi R^2 l}$$

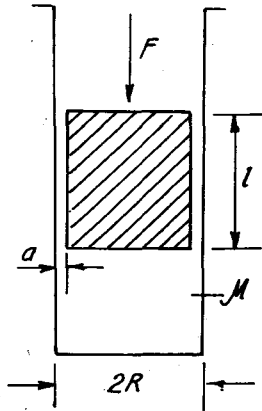
$$\text{Ta có profin vận tốc } v(z) = -v_o \frac{z}{a} - \frac{a^2}{2\mu} \cdot \frac{\partial p^*}{\partial x} \cdot \frac{z}{a} \left(1 - \frac{z}{a} \right)$$

Đáp số : Từ các biểu thức xác định lưu lượng qua khe hẹp ta suy ra :

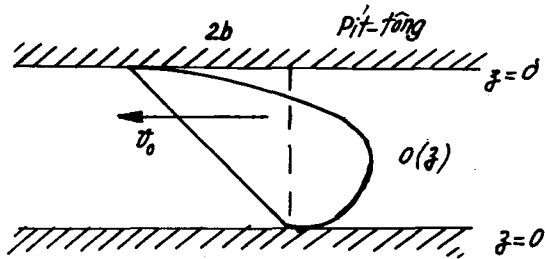
$$v_o = \frac{a^3 F}{6\pi \mu l R^2 (R + a)} \approx \frac{a^3 F}{6\pi \mu l R^3}$$

Thay số vào ta có :

$$v_0 = 3,3 \text{ cm/s.}$$



H. bài 6-69a



H. bài 6-69b

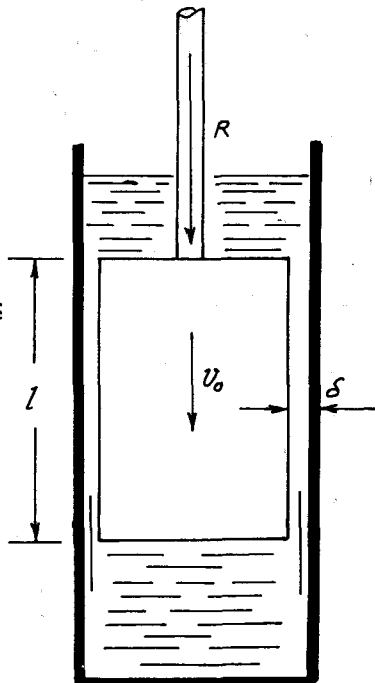
6.70 - Pittông có tiết diện hình chữ nhật $a \times b$ chuyển động với vận tốc $v_0 = 1 \text{ m/s} = \text{const}$ trong hộp (400) đựng dầu ép MO-20 và đẩy dầu ra khỏi đáy thùng qua khe hở có bề rộng $\delta = 1 \text{ mm} = \text{const}$. Sử dụng kết quả bài toán 6.62 xác định lực cản để khắc phục độ chênh áp suất do dầu ép chảy qua khe hở đó. Cho biết $a = 100 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$.

$$\mu = 0,102 \text{ kGs/m}^2 = 1 \text{ Ns/m}^2$$

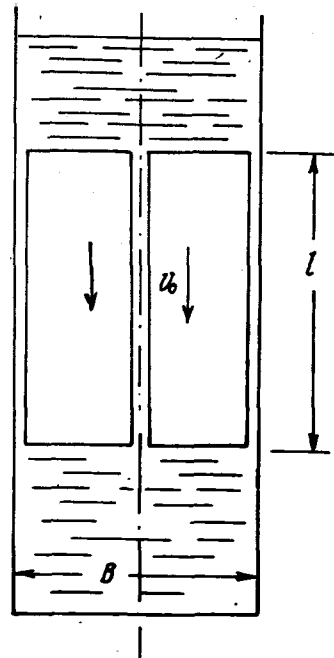
Đáp số : $R = \frac{dp}{dx} abl$

$$\text{Với } \frac{dp}{dx} = \frac{6\mu v_0}{\delta^2} \left(1 - \frac{ab}{a\delta + \delta + 2\delta^2} \right)$$

$$R = 196 \text{ kG} = 1922,76 \text{ N}$$



H. bài 6-70



H. bài 6-71

- 6.71 - Pittông có đường kính $D = 100\text{mm}$ dài $l = 100\text{mm}$ có lỗ nhỏ tròn ở tâm để thoát chất lỏng có đường kính $d = 5\text{mm}$, chuyển động với vận tốc $v = 20\text{m/s} = \text{const}$. Xác định lực R cần để đẩy pittông, nếu hình trụ chứa đầy dầu ép MO-20 có hệ số nhớt $\mu = 0,102\text{kGs/m}^2 = 1\text{Ns/m}^2$.

Đáp số : $R = \Delta p \frac{\pi p^2}{4} l$

$$\Delta p = \frac{32\mu}{d^2} v_0 \left(\frac{D}{d} \right)^2$$

$$R = 2040\text{kG} = 20,012\text{N}.$$

- 6.72 - Biểu thức phân bố vận tốc của dòng chảy tầng chất lỏng thực trong ống tiết diện tam giác đều cạnh a được biểu diễn theo phương trình :

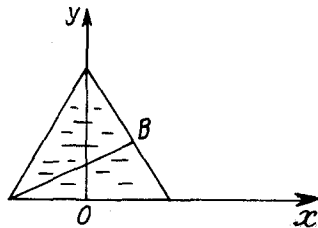
$$u = \frac{J\gamma}{2\mu a\sqrt{3}} \left(y^3 - a\sqrt{3}y^2 - 3yx^2 + \frac{3a^2}{4}y \right)$$

gốc tọa độ trùng với điểm giữa của một trong các cạnh là trục x .

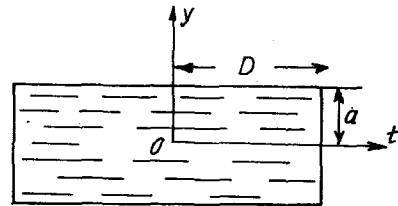
Xác định biểu thức tính vận tốc trung bình v và vận tốc ở trục ống của chất lỏng v_0 .

Đáp số : $v = \frac{a^2\gamma J}{80\mu}$

$$v_0 = \frac{a^2\gamma J}{36\mu} \text{ (tại trọng tâm tam giác).}$$



H. bài 6-72



H. bài 6-73

- 6.73 - Theo luật phân bố vận tốc $v_z = \frac{\gamma h_v}{2\mu l} (a^2 - y^2)$, biểu diễn vận tốc trung bình v của dòng chất lỏng thực trong ống có tiết diện hình chữ nhật qua vận tốc v_0 ở trục ống.

Đáp số : $v = \frac{2}{3} v_0$.

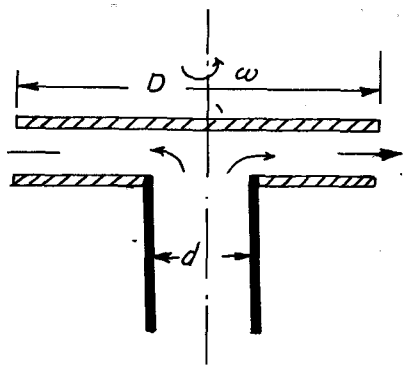
- 6.74 - Giữa hai tấm bản tròn có dòng chảy li tâm. Tìm luật phân bố áp suất dọc theo bán kính p_r và độ chênh áp suất giữa cửa vào và cửa ra Δp , nếu biết độ nhớt $\mu = 0,0981\text{Ns/m}^3 = 0,01\text{kGs/m}^2$, trọng lượng riêng $\gamma = 8829\text{N/m}^3 = 0,9\text{t/m}^3$, độ hở giữa hai tấm bản $\delta = 1\text{mm}$, bán kính tấm bản $R = 50\text{mm}$, bán kính ổ vào $r = 5\text{mm}$, lưu lượng $Q = 0,2\text{l/s}$. Xác định tổng áp lực lên tấm bản trên.

Đáp số : $p_r = p_a - \frac{\gamma Q^2}{8\pi^2 \delta^2 g} \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{R^2} \right) + \frac{60\mu}{\pi \delta^3} \ln \frac{R}{r}$

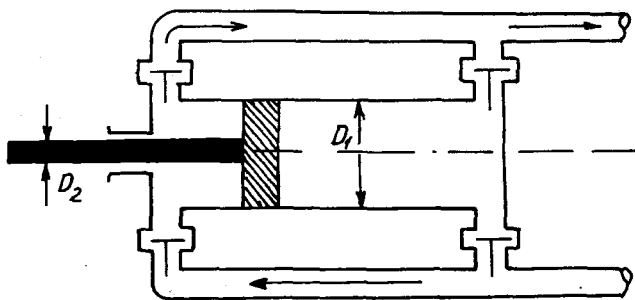
(áp suất tại khoảng r cách tâm đĩa).

$$\Delta p = 0,695\text{kG/cm}^2 = 6,82\text{N/cm}^2 (\approx 0,695\text{at})$$

$$P = 12,87\text{kG} = 126,3\text{N} - \text{Hướng lên trên.}$$



H. bài 6-74



H. bài 6-75

6.75 - Bơm pittông tác động hai chiều dùng để chuyển nước được nối với ống dẫn có đường (405) kính $d = 150\text{mm}$.

Xác định lưu lượng Q và vận tốc trung bình của dòng nước v , nếu hành trình của pittông $S = 0,5$, đường kính xilanh $D_1 = 0,2\text{m}$, đường kính thanh truyền $D_2 = 0,05\text{m}$, hệ số chứa của bơm $K = \frac{Q}{Q_i} = 0,9$ (Q_i lưu lượng theo lí thuyết) và số vòng quay của trục máy bơm $n = 60\text{vòng/ph}$.

Đáp số : $Q = 0,0228\text{m}^3/\text{s}$
 $v = 1,29\text{m/s}$.

6.76 - Luật phân bố vận tốc dòng chảy lỏng trong kênh hình trụ có bề rộng rất lớn và chỉ (406) thay đổi theo chiều sâu :

$$u = 4v_0 \left(\frac{z}{H+z} \right)^2$$

với H - chiều sâu dòng chảy, z - khoảng cách từ đáy.

Xác định ý nghĩa thủy động của đại lượng v_0 . Tìm tỉ năng mật cát của dòng E_n . Biểu diễn vận tốc trung bình của dòng v qua v_0 .

Đáp số : v_0 - vận tốc trên mặt thoáng.

$$E_* = 0,55 \frac{v_0^2}{2g} + H ;$$

$$v = 0,455v_0.$$

6.77 - Luật phân bố vận tốc của dòng chảy tầng trong ống phẳng (tức là khi chiều cao mặt (407) cát $2h$ rất nhỏ so với bề rộng b) được biểu diễn bằng công thức :

$$u = \frac{3}{2}v \left(1 - \frac{x^2}{h^2} \right), \quad v - \text{vận tốc trung bình}$$

Xác định hệ số hiệu chỉnh động năng α khi động năng tính theo vận tốc trung bình.

Đáp số : $\alpha = \frac{54}{35}$

6.78 - Luật phân bố vận tốc dòng chảy rối theo mặt cắt của ống tròn bán kính R được cho
(408) bằng công thức thực nghiệm :

$$\frac{u}{u_0} = \left(\frac{y}{R} \right)^{\frac{1}{n}}$$

trong đó : u_0 - vận tốc tại trục.

y - khoảng cách từ thành ống.

Xác định tỉ số giữa vận tốc trung bình v và vận tốc tại trục u_0 .

Đáp số : $\frac{v}{u_0} = \frac{2m^2}{(m+1)(2m+1)}$

6.79 - Luật phân bố vận tốc theo mặt cắt của dòng chảy rối trong ống trụ tròn có bán kính
(409) R biểu diễn bằng công thức :

$$\frac{u}{u_0} = N \left(\frac{v_* y}{\nu} \right)^{\frac{1}{m}}$$

với y - khoảng cách từ thành ống, N - hằng số.

Tìm hệ số cản thủy lực λ

Đáp số : $\lambda = A Re^{-\frac{2}{m+1}}$, trong đó

$$A = 2^{\frac{m+5}{m+1}} \left[\frac{Nm^2}{(m+1)(2m+1)} \right]^{-\frac{2m}{m+1}}$$

6.80 - Theo luật phân bố vận tốc dòng chảy rối trong ống trơn thủy lực :
(410)

$$\frac{u}{v_*} = A \lg \frac{v_* y}{\nu} + B$$

với R - bán kính ống, y - khoảng cách từ thành ống ($0 \leq y \leq R$) A, B - các hằng số.
Lập công thức tính hệ số cản thủy lực.

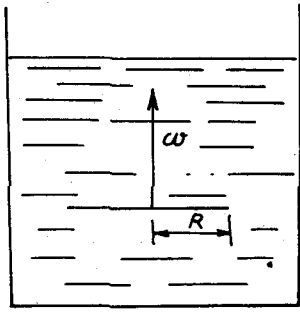
Đáp số : $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{A}{2\sqrt{2}} \lg(\sqrt{\lambda} Re) + D,$

$$\text{Với } D = \frac{B}{2\sqrt{2}} + \frac{A}{2\sqrt{2}} \left(\frac{3}{2} \lg e - \lg 4\sqrt{2} \right)$$

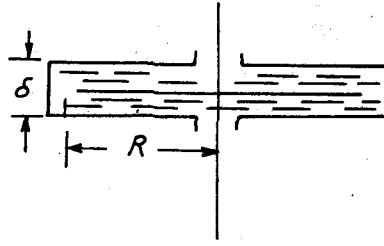
6.81 - đĩa mỏng bán kính $R = 10\text{cm}$ nhúng vào bình lớn chứa dầu bôi trơn có độ nhớt
(411) $\nu = 0,03\text{St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 800\text{kG/m}^3$ (7848N/m^3).

Xác định mômen lực ma sát khi số vòng quay của đĩa không đổi và bằng $4,5\text{vg/s}$.

Đáp số : $M = 411\text{Gcm} = 4,03\text{N.cm}$.



H. bài 6-81



H. bài 6-82

6.82 - Đĩa mỏng nằm trong vỏ hình trụ chứa dầu bôi trơn có độ nhớt $\nu = 0,03 \text{ St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 800 \text{ kG/m}^3$ (7.848 N/m^3). Biết bán kính đĩa $R = 10 \text{ cm}$ khoảng cách giữa các mặt của vỏ $\delta = 2 \text{ cm}$, bề dày không đáng kể.

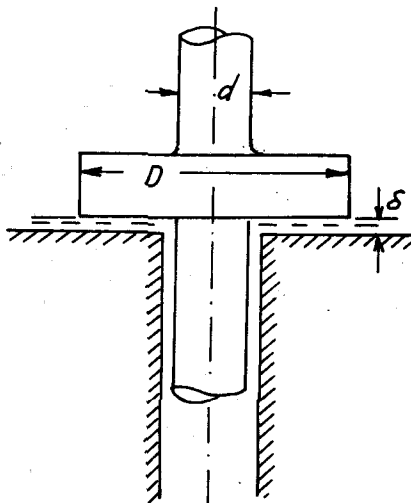
Xác định mômen lực ma sát khi số vòng quay $n = 540 \text{ vg/ph}$.

Đáp số : $M = 5,24 \text{ N.cm}$

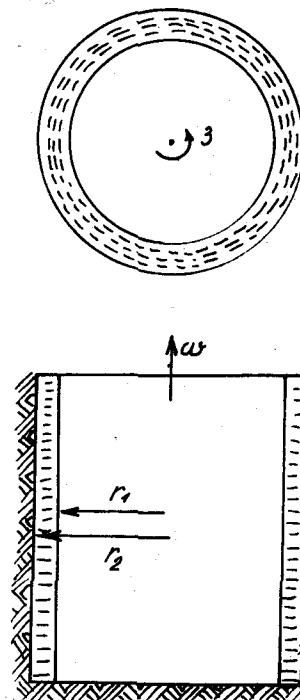
6.83 - Giữa trục thẳng đứng và ổ trục có lớp dầu bôi trơn bề dày $\delta = 0,1 \text{ mm}$.
(413)

Xác định công suất N cần để thắng lực ma sát của chất lỏng bôi trơn nếu trục quay với vận tốc góc $\omega = 20\pi \text{ l/s}$, đường kính của vai $D = 100 \text{ mm}$, đường kính trục $d = 50 \text{ mm}$, độ nhớt dầu $\mu = 0,15 \cdot 10^{-6} \text{ Ns/cm}^2$.

Đáp số : $N = 0,5646 \text{ kG.m/s} = 5,356 \text{ Nm/s} = 5,356 \text{ W}$.



H. bài 6.83



H. bài 6.84

6.84 - Trụ tròn bán kính $r_1 = 50\text{mm}$ quay với vận tốc góc $\omega_1 = 10\text{rad/s}$ đồng trục với hình (414) trụ rỗng có định có bán kính $r_2 = 70\text{mm}$. Hai hình trụ thẳng đứng và có độ dài $l = 150\text{mm}$. Khoảng trống giữa hai hình trụ chứa dầu bôi trơn có độ nhớt động lực $\mu = 0,2\text{kGs/m}^2$ ($0,1962\text{Ns/m}^2$).

Xác định mômen M_1 và M_2 của lực ma sát trên các mặt hình trụ đó.

$$\text{Đáp số : } M_1 = M_2 = 4\pi\mu\omega_1 \frac{r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} = 0,001925\text{KG.m}$$

$$= 0,01888\text{N.m.}$$

6.85 - Giải bài toán trên với điều kiện $r_2 = 51\text{mm}$. Từ công thức tính mômen lực ma sát (415) nhận được ở bài toán trên, hãy dẫn ra công thức Pêtrốp (xem là trường hợp riêng của bài toán) khi khoảng cách $\delta = r_2 - r_1$ nhỏ so với r_1 .

Đáp số : $M_1 = M_2 = 0,0243\text{kGm} = 0,23838\text{Nm}$ theo Pêtrốp

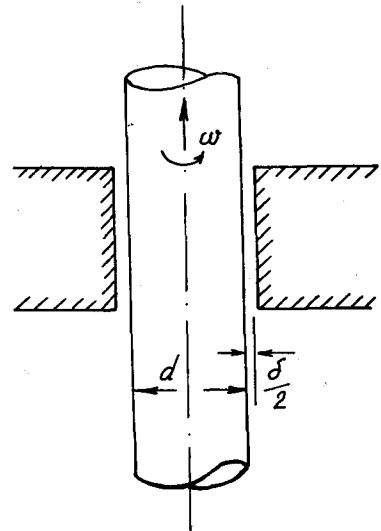
$$M = \frac{\mu S r_1^2 \omega_1}{\delta} = 0,0235\text{kGm}$$

$$= 0,22053\text{Nm} \text{ (ở đây } S = 2\pi r_1 l \text{).}$$

6.86 - Trụ thẳng đứng hình trụ có đường kính $d = 100\text{mm}$ (416) quay trong ổ trục hình trụ dài $l = 200\text{mm}$ và đường kính của nó lớn hơn đường trục một khoảng $\delta = 0,2$. Khe tròn giữa trục và ổ trục có chứa dầu bôi trơn có độ nhớt $\mu = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{kGs/cm}^2 = 0,981 \cdot 10^{-6} \text{Ns/cm}^2$.

Xác định công suất cần để thắng lực ma sát khi trục quay với số vòng $n = 500\text{v/ph}$.

Đáp số : $N = 0,0115\text{ml} = 8,47\text{W}$.



H. bài 6-86

6.87 - Xác định lượng dầu bôi chảy qua khe tròn có bề rộng $\delta = 0,1\text{mm}$ giữa các thành (417) xilanh và pittông có đường kính $d = 200\text{mm}$ và dài $l = 100\text{mm}$, nếu vận tốc chuyển động của pittông $u = 0,2\text{m/s}$. Áp suất dưới pittông $p = 10\text{at}$ không đổi. Độ nhớt động lực của dầu $\mu = 0,001\text{kGs/m}^3 = 0,00981\text{Ns/m}^2$.

Xác định lực ma sát F tác động lên pittông đó.

$$\text{Đáp số : } Q = \pi d \delta \left(\frac{p \delta^2}{6\mu l} - u \right) = 92\text{cm}^3/\text{s}$$

$$F = \pi d l \left(\mu \frac{u}{\delta} + \frac{p \delta}{2l} \right) = 32,7\text{kG}$$

$$= 320,787\text{N.}$$

6.88 - Đế guốc trượt là một mặt phẳng nghiêng một góc với mặt phẳng chuẩn nằm ngang (418) cố định. Đế chuyển động với vận tốc $v = 2\text{m/s}$. Chiều dài của đế $l = 100\text{mm}$, độ nhớt động lực của dầu bôi trơn $\mu = 0,002\text{kGs/m}^2 = 0,01962\text{Ns/m}^2$. Xem bề rộng của mặt chuẩn và đế là vô cùng lớn, hãy xác định tải trọng thẳng đứng P_1 trên một đơn vị bề

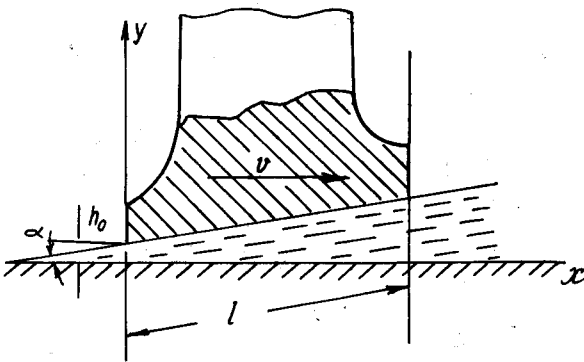
rộng của đế mà guốc trượt có thể giữ được khi bề rộng nhỏ nhất của lớp dầu bôi trơn $h_0 = 0,2\text{mm}$, góc nghiêng $\alpha = 0^\circ 15'$. Xác định lực ma sát F tác động lên đế và tính với giá trị nào của α thì tải trọng P_1 là lớn nhất.

Đáp số : $P_1 = \frac{6\mu v l^2}{k^2 h_0^2} \left[\ln(1+k) - \frac{2k}{2+k} \right] = 0,144\text{kG/mm}$

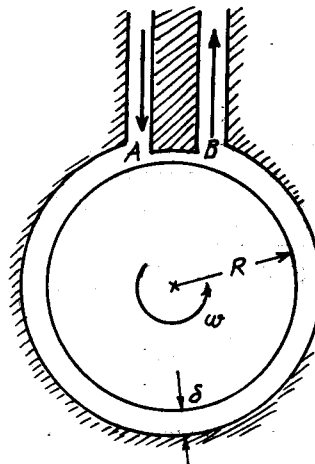
$$F = \frac{\mu l v}{h_0} \left[\frac{4}{k} \ln(1+k) - \frac{6}{2+k} \right] = 0,00137\text{kG/mm} = 0,01244\text{N/mm}$$
 với

$$k = \frac{1}{h_0} \tan \alpha \text{ khi :}$$

$$\alpha_1 = 8'15'' \text{ thì } P_1 = P_{\max}$$



H. bài 6-88



H. bài 6-89

6.89 - Cho bài toán bơm dầu. Thiết bị gồm một vỏ cứng cố định và phía trong là rôto đồng (419) trục với vỏ đó. Chất bôi trơn đi vào A qua khe hẹp và chảy ra B.

Áp suất tại B cao hơn áp suất tại A một giá trị Δp . Độ hở giữa mặt vỏ và mặt rôto là $\delta = \text{const}$ và rất nhỏ so với bán kính R của rôto ($\delta \ll R$), như vậy có thể xem như dòng chảy giữa hai bản phẳng song song. Lấy bề rộng của vỏ và rôto là một đơn vị.

Giả sử chất lỏng bôi trơn có độ nhớt μ , khối lượng riêng và dòng chảy trong khe hẹp là chảy tầng, xác định :

- Độ chênh áp suất Δp giữa A và B.

- Hiệu suất η của bơm.

(tất cả đều tính theo lưu lượng Q của dòng, vận tốc góc ω của rôto, bán kính R và độ hở δ).

Đáp số : $\Delta p = \frac{12\mu}{\delta^3} \left(\frac{\omega R \delta}{2} - Q \right)$.

$$\eta = \frac{3Q}{\omega R \delta} \cdot \frac{1 - \frac{2Q}{\omega R \delta}}{2 - \frac{3Q}{\omega R \delta}}$$

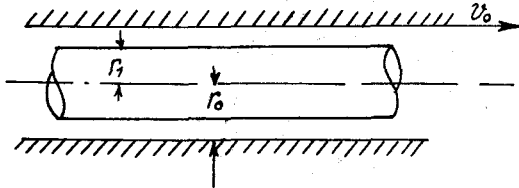
6.90 - Trục cố định có bán kính r_1 được lắp đồng trục trong ổ trục hình trụ tròn có bán kính r_o .
(420) Ổ trục chuyển động với vận tốc $v_o = \text{const}$. Cho biết dòng không gradien áp suất, chất lỏng không nén được $\rho = \text{const}$, chảy tầng.

a) Xác định luật phân bố vận tốc của dòng chảy giữa trục và ổ trục.

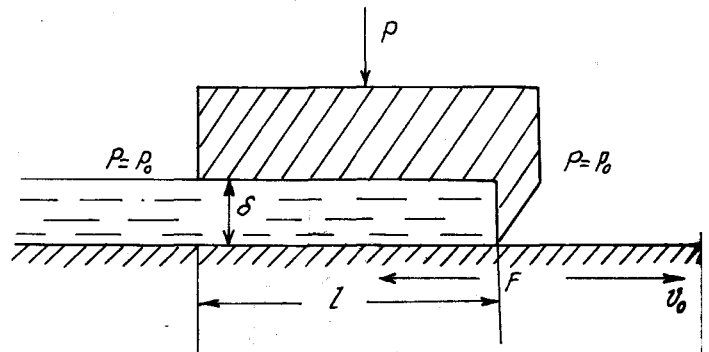
b) Cần một lực bằng bao nhiêu (ứng với đơn vị chiều dài) để làm cho trục chuyển động?

Đáp số : a) $u = v_o \frac{\ln\left(\frac{r}{r_1}\right)}{\ln\left(\frac{r_o}{r_1}\right)}$

b) $F = \frac{2\pi v_o}{\ln\left(\frac{r_o}{r_1}\right)}$



H. bài 6-90



H. bài 6-91

6.91 - Dạng đơn giản của ổ trục có bậc gồm một bản phẳng cố định được giữ song song với một bản chuyển động. Bản có bậc này cản trở chuyển động chất lỏng qua khe hẹp. Độ hở của khe hẹp là δ , chất lỏng có khối lượng riêng là ρ , độ nhớt μ và dòng chảy tầng. Vận tốc của bản phẳng là v_o .

a) Tính lực nâng P của ổ trục ứng với một đơn vị chiều rộng.

b) Tính tỉ số giữa lực cản F và lực nâng P .

Đáp số : $P = 3\mu v_o \left(\frac{l}{\delta}\right)^2$

$\frac{F}{P} = \frac{4h}{3l}$

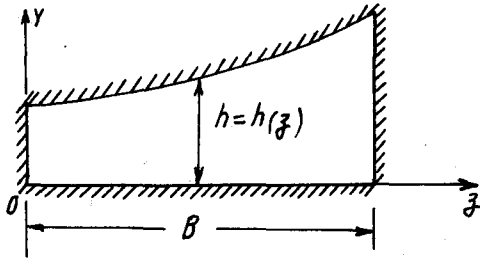
6.92 - Chất lỏng có độ nhớt chảy trong khe hẹp có mặt cắt theo hình vẽ, ở đây h thay đổi theo trục z . Nếu bề rộng của khe B theo trục z lớn hơn rất nhiều so với bề cao $h = h(z)$ thì $\frac{\partial^2 y}{\partial z^2}$ có thể bỏ

qua so với $\frac{\partial^2 y}{\partial y^2}$ và cùng đồng thời bỏ qua các thành phần các đại lượng theo chiều thẳng đứng.

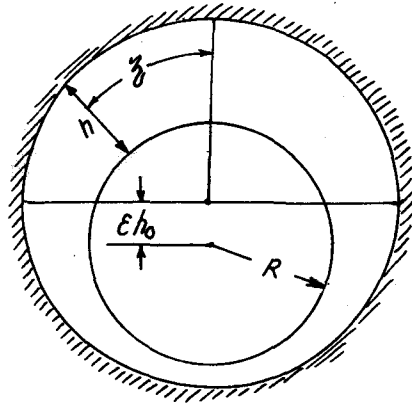
Viết biểu thức tích phân cho lưu lượng :

Q theo các đại lượng Δp , μ , l , h và B ($B \geq h$).

Đáp số : $Q = \frac{\Delta p}{12\mu l} \int_0^B h^3 dz$



H. bài 6-92



H. bài 6-93

- 6.93 (423)** - Ta xét dòng chảy trong khe hẹp giữa hai hình trụ lệch tâm. Thiết bị này làm pittông đặt lệch tâm trong xilanh. Bán kính pittông R , khoảng cách trung bình giữa mặt pittông và xilanh là h_0 , độ lệch tâm là εh_0 . Khoảng cách thay đổi h của khe tròn cho bằng phương trình : $h = h_0 \left(1 + \cos \frac{z}{R} \right)$.

Kí hiệu Q_ε là lưu lượng chảy lỏng chảy qua khe tròn khi pittông và xilanh đặt lệch tâm, còn Q_0 là lưu lượng chảy qua khi pittông và xilanh đặt đồng tâm, viết biểu thức cho tỉ số Q_ε/Q_0 theo $(\varepsilon \ll 1)$.

Đáp số : $\frac{Q_\varepsilon}{Q_0} = 1 + \frac{3\varepsilon^2}{2}$.

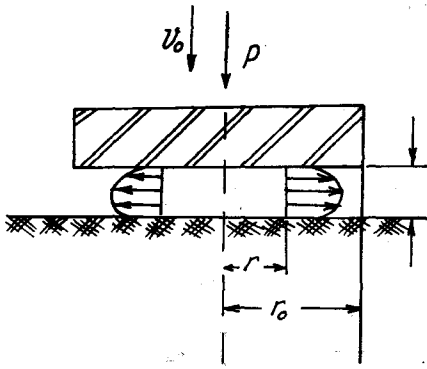
- 6.94 (424)** - Một đĩa tròn bán kính r_0 nhúng trong chất lỏng có khối lượng riêng ρ và độ nhớt μ . Nhờ có tải trọng P không đổi đĩa chìm dần xuống và luôn luôn giữ song song với bản phẳng nằm ngang. Chuyển động của đĩa rất chậm cho nên có thể bỏ qua gia tốc và động năng của chất lỏng. Dòng chảy của chất lỏng giữa đĩa và bản phẳng có thể coi là dòng chảy hai chiều và thuộc trạng thái chảy tầng.

a) Áp dụng định luật bảo toàn khối lượng, viết biểu thức phân bố áp suất theo bán kính r với giả thiết $p = 0$ khi $r = r_0$.

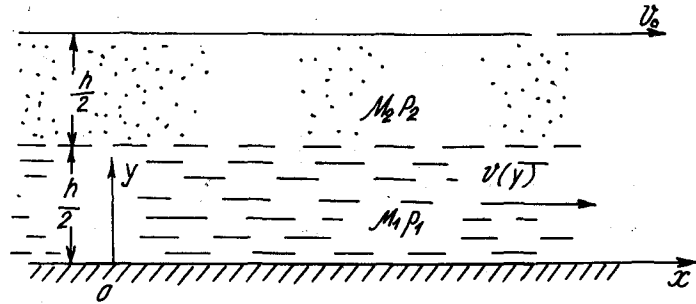
b) Tính tải trọng P theo các đại lượng r_0 ; μ ; v_0 và h , ở đây v_0 - vận tốc chuyển động của đĩa.

Đáp số : a) $P = \frac{3\mu v_0 (r_0^2 - r^2)}{h^3}$

b) $P = \frac{3\pi\mu v_0 r_0^4}{2h^3}$



H. bài 6-94



H. bài 6-95

6.95 - Xét dòng chất lỏng chảy tầng và dừng giữa hai bản phẳng song song. Bản trên chuyển (425) dịch sang phải với vận tốc v_0 còn bản dưới đứng yên. Dòng không gradien áp suất.

Nửa dưới ($0 \leq y \leq \frac{h}{2}$) chứa chất lỏng có khối lượng riêng ρ_1 và độ nhớt μ_1 , còn nửa trên ($\frac{h}{2} \leq y \leq h$) chất lỏng có ρ_2 và μ_2 .

a) Tìm các điều kiện biên của vận tốc dòng chảy tại các bản phẳng và ở đường phân chia giữa hai chất lỏng.

b) Xác định profin vận tốc tại từng vùng ($\mu_1 > \mu_2$).

c) Tính ứng suất tiếp tuyến tại bản dưới.

Đáp số : a) $v = 0$ tại $y = 0$.

$v = U_0$ tại $y = h$ và v liên tục tại

$y = h/2$.

b) với $y < \frac{h}{2}$, $v = \frac{2U_0\mu_2}{h(\mu_1 + \mu_2)} y$

với $y > \frac{h}{2}$, $v = U_0 - \frac{2\gamma\mu_1}{h(\mu_1 + \mu_2)} (h - y)$

c) $\tau_0 = \frac{2U_0\mu_1\mu_2}{h(\mu_1 + \mu_2)}$

6.96 - Tương tự như bài 6.40 hãy tính đường kính d của ống kim loại có hệ số $A = 75$

(426) (trong công thức $\lambda = \frac{1}{Re}$). Dầu có độ nhớt $= 1 \text{ cm}^2/\text{s}$, tỷ trọng $\delta = 0,86$. Các

hệ số tổn thất cục bộ $\zeta_v = 0,5$, $\zeta_k = 4$. Áp suất ở miệng vào bơm $p_2 = 0,45 \text{ at}$.

Độ cao $z = 1 \text{ m}$.

Chiều dài của ống và lưu lượng bơm được xác định theo bảng dưới đây :

Đế số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q(l/s)	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65
(l/m)	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8

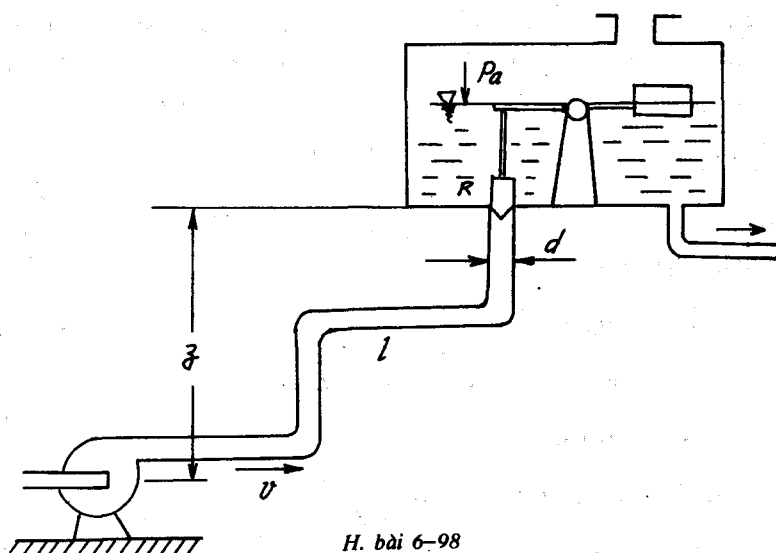
Đế số	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Q(l/s)	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
(l/m)	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	8

Đáp số : $d = 1 \div 6\text{cm}$.

6.97 - Đặt bơm nước có độ cao hút $h_s = 5\text{m}$ (H. bài 5.1). Cho biết ống hút có hệ số ma sát (427) $\lambda = 0,025$, hệ số tổn thất lưới chắn rác $\zeta_1 = 8$, hệ số tổn thất đoạn uốn cong ζ_c với bán kính $R = 300\text{mm}$ tính từ phụ lục chương 7.

Tính áp suất ở miệng vào của bơm, các trị số l , d , Q cho trong bảng dưới :

Đế số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d(mm)	200	150	125	100	200	150	125	100	200	150
l(m)	10	10	10	10	8	8	8	8	6	6
Q(l/s)	18	12	10	6	18	12	10	18	15	10



6.98 - Tính áp suất của bơm để bơm xăng vào bình chứa. Cho biết trên đường ống (428) kim loại có khóa ($\zeta_k = 4$), ba đoạn uốn cong ($\zeta_c = 0,2$) và miệng ra R của ống.

Độ nhớt động học của xăng ở nhiệt độ 30°C là $\nu = 0,006\text{cm}^2$, tỉ trọng $\delta = 0,755$, áp suất trên mặt thoáng bằng áp suất khí trời. Người ta dùng một nút nối với hệ thống đóng mở tự động miệng ra R bằng phao. Nút được nâng lên khi áp suất dư tại R là p_d . Chiều dài ống $l = 5\text{m}$. Các trị số về độ cao z , p_d , vận tốc xăng trong ống v , đường kính ống d được xác định trong các bảng dưới :

Đế số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$z(\text{m})$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
$p_d(\text{at})$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$v(\text{m/s})$	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$d(\text{mm})$	8	9	10	12	14	16	18	8	9	10	11	12	13	14

Đế số	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$z(\text{m})$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$p_d(\text{at})$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$v(\text{m/s})$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	8	6	10	12	14	16	18

✓ **6.99** - Tính áp suất cần thiết của bơm để khắc phục các tổn thất trong hệ thống bôi trơn (429) động cơ. Với giả thiết $d = 6\text{mm}$; $l = 1000\text{mm}$, $d_1 = 4\text{mm}$, $l_1 = 200\text{mm}$, $d_o = 40\text{mm}$, $b = 50\text{mm}$, $a = 6\text{mm}$, $\delta = 0,06\text{mm}$.

Bình lọc được tính như bài 6.70 nghĩa là $h_w = 9,6\text{m}$ cột dầu. Lưu lượng dầu là $Q = 50\text{cm}^3/\text{s}$, dầu có độ nhớt $\mu = 0,324 \cdot 10^{-5} \text{Ns/cm}^2$, tỉ trọng dầu là $\delta = 0,9$.

Đáp số : - Tổn thất trong ống dầu chính

$$\Delta p_1 = 0,5\text{at.}$$

- Tổn thất trong bình lọc

$$\Delta p_2 = 0,84\text{at.}$$

- Tổn thất trong ống nhánh và ổ trục :

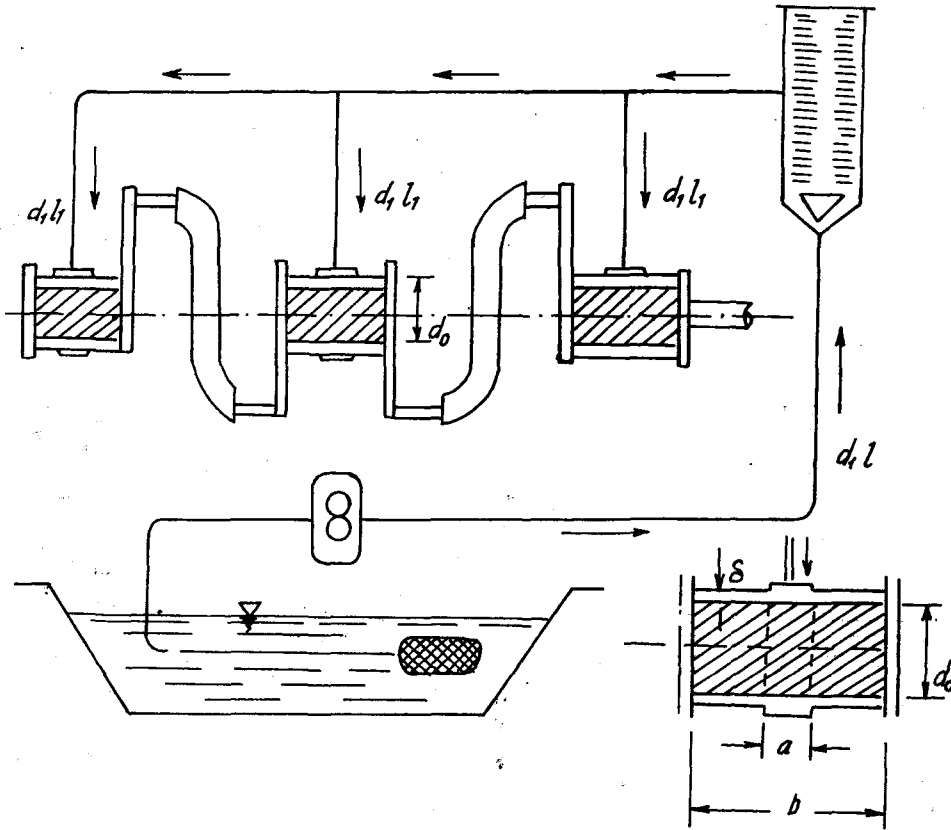
$$\Delta p_3 = 0,17\text{at.}$$

- Tổn thất trong ổ trục đồng tâm

$$\Delta p_4 = 26,25\text{at.}$$

Như vậy áp suất cần thiết của bơm là

$$p = \sum \Delta p_i = 27,76 \text{at.}$$



H. bài 6-99

- ✓ 6.100 - Một hình trụ bán kính R trọng lượng $P = Mg$ đặt trên tấm bản nằm ngang. Giữa (430) hình trụ và tấm bản chứa chất lỏng có độ nhớt động lượng μ , độ dày lớp chất lỏng là h_0 .
Lập phương trình vi phân chuyển động của lớp chất lỏng.

Tính gradien áp suất $\frac{dp}{dr}$ theo vận tốc trung bình v_m (tr) và độ dày h của lớp chất lỏng.

Lớp hàm liên hệ giữa độ dày h và thời gian chuyển động t , tính khoảng thời gian để độ dày lớp chất lỏng giảm từ h_0 đến h_1 . Cho $\gamma = 10^3 \text{cm/s}^2$.

Tính hàng số : a) $M = 100, R = 1,5 \text{cm}, \mu = 0,8 \text{ poazơ}$.

$$h_0 = 0,05 \text{cm}, h_1 = 10^{-4}$$

b) $M = 10, R = 1 \text{cm}, \mu = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ poazơ}$.

Hướng dẫn : Xét phân tố chất lỏng biểu diễn như hình b.

Đáp số : Phương trình vi phân chuyển động có dạng :

$$\rho \frac{dv}{dt} dr - dp^* + \mu \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} dr$$

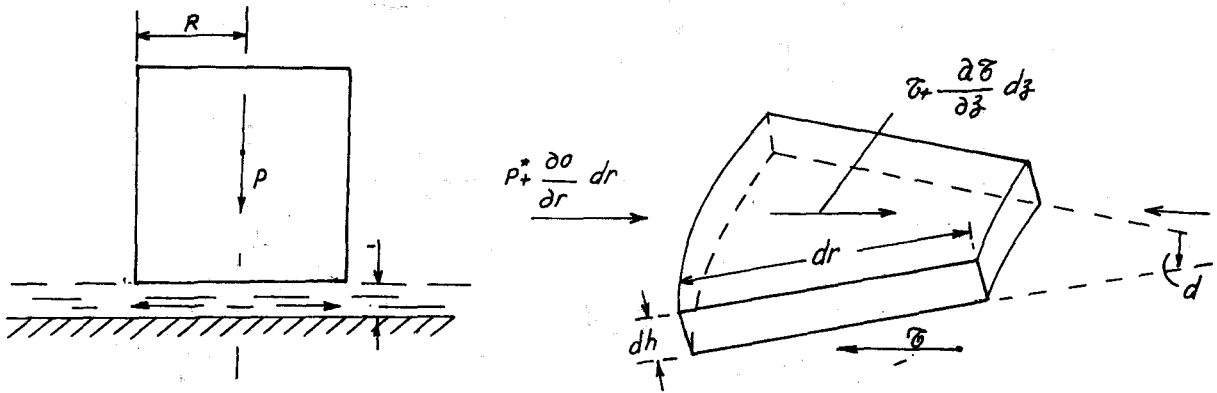
$$\frac{dp^*}{dr} - \frac{12\mu}{h^2} v_m = \frac{6\mu r}{h^3} \cdot \frac{dh}{dt}$$

$$\frac{1}{h_0^2} - \frac{1}{h^2} = \frac{4p}{3\pi\mu R^4} (t - t_0)$$

$$T = \frac{3\pi\mu R^4}{4P} \left(\frac{1}{h_1^2} - \frac{1}{h_0^2} \right)$$

Khi $h_1 \ll h_0$ ta có :

$$T = \frac{3\pi\mu R^4}{4Ph_1^2} \begin{cases} \text{a) } T_1 = 9550s = 2^h 40' \\ \text{b) } T_2 = 3,34s \end{cases}$$



H. bài 6-100 a, b

✓ 6.101 - Chất lỏng không chịu nén chuyển động giữa trục và ổ trục theo chiều trục z dưới (431) tác dụng của gradien áp suất $\frac{dp}{dx}$. Cho bán kính của trục là a.

- a) Lập profin vận tốc u theo bán kính r của phần tử chất lỏng
b) Gọi $h = a - b$ là đại lượng bé so với bán kính của trục. Chứng minh profin vận tốc thỏa mãn công thức :

$$\frac{y^2 - hy}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \text{ trong đó } y = r - b.$$

- c) Tìm lưu lượng chất lỏng chảy dọc trục.
d) Ứng dụng bài toán trên cho pittông của máy ép thủy lực có áp suất đều pittông là p_a .

Giả thiết khe hở h không đổi. Tính lực đẩy của pittông F cũng như hệ số $A = \frac{F}{p_a}$.

- e) Pittông có bán kính không đổi nhưng xilanh có dạng hình côn. Tính lưu lượng của chất lỏng, cho biết $\frac{h}{b} \ll 1$. Tính bằng số theo số liệu trên hình vẽ.

Đáp số : a) Từ phương trình Navier-Stokes.

$$\frac{dp}{dx} = \mu \left(\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{du}{dr} \right) = \frac{\mu}{r} \cdot \frac{d}{dr} \left(r \frac{du}{dr} \right)$$

Suy ra :

$$u = -\frac{dp}{dx} \cdot \frac{1}{4\mu} \left[a^2 - r^2 - (a^2 - b^2) \frac{\lg \frac{r}{a}}{\lg \frac{b}{a}} \right]$$

b) Hướng dẫn : Đặt $\frac{a}{b} = 1 + \alpha$.

$$\frac{r}{b} = 1 + \varepsilon.$$

Khai triển biểu thức $\frac{\lg \frac{r}{a}}{\lg \frac{b}{a}}$ dưới dạng chuẩn và tính gần đúng ta có :

$$u = \frac{y^2 - hy}{2\mu} \cdot \frac{dp}{dx}$$

$$c) Q = -\frac{\pi}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx} \cdot \frac{bh^3}{6} \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{b}{h} \right)$$

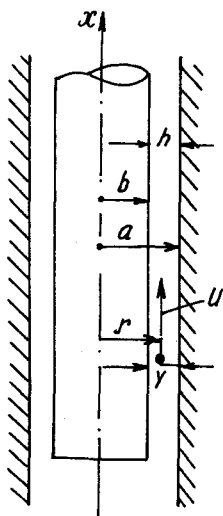
$$d) F = \pi b^2 p_0 + \Delta F = \pi b^2 p_0 \left(1 + \frac{h}{b} \right).$$

$$A = \frac{F}{p_0} = \pi b^2 \left(1 + \frac{h}{b} \right)$$

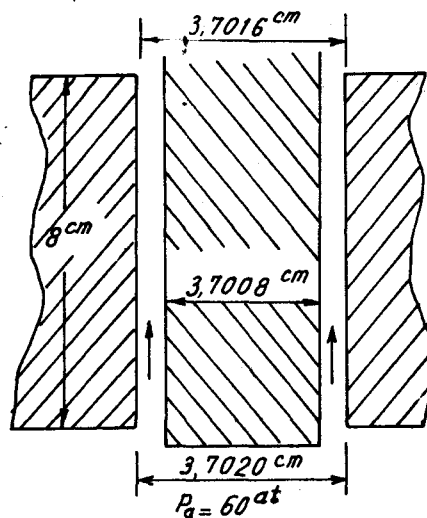
$$e) Q = \frac{\pi b}{6\mu} \cdot \frac{p_0}{\int_0^1 \frac{dx}{h^3}}$$

Tính hàng số :

$$Q = 16,7 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3/\text{s}.$$



H. bài 6-101a



H. bài 6-101b

✓ 6.102 - Dùng áp lực thủy động để mở trục cơ ; chất lỏng có độ nhớt động lực μ , áp suất p_0 (432) ở vòng ngoài A, ở vòng trong B có áp suất khí trời, chiều dày lớp chất lỏng lúc đầu là h_0 .

a) Tính gradien áp suất $\frac{dp}{dx}$ và áp suất cục bộ (theo bán kính r). Gọi :

$$\frac{r_1}{r_2} = - \text{ tỉ số giữa các bán kính tại A và B.}$$

$$\frac{p_m}{p_0} = \varphi(\alpha) - \text{ hệ số áp suất,}$$

p_m - áp suất trung bình,

F_0 - áp lực lên tiết diện vành khăn AB tính lưu lượng dầu Q_0 ,
lực F_0 và hệ số áp suất $\varphi(\alpha)$.

b) Tiếp tục bơm dầu, áp suất ở A tăng từ p_0 lên p_1 , lớp chất lỏng sẽ tăng bề dày đến h .

Tính gradien áp suất $\frac{\partial p}{\partial x}$ và áp suất cục bộ p (theo bán kính r) theo tốc độ tăng chiều dày lớp chất lỏng $\frac{dh}{dt}$ và lưu lượng ra Q_2 . Tính áp lực thủy động F .

Giả thiết cho $F = F_0$, tính lưu lượng ra Q_2 của dầu tại B.

Tính sai số áp suất $p_1 - p_2$. Từ đó tính lưu lượng dầu đưa vào Q_1 và thể tích dầu cần thiết V .

Áp dụng bằng số :

$$r_1 = 15\text{cm} ; r_2 = 10\text{cm} ; h_0 = 10^{-2}\text{cm.}$$

$$\mu = 3,5 \text{ poazơ} ; F = 9,81 \cdot 10^3 \text{N} ; h_1 = 2 \cdot 10^{-1}\text{cm.}$$

$$T = 60\text{s, } 3\text{s} ; g = 10\text{m/s}^2.$$

Đáp số : a) Dựa vào kết quả của bài 6.100 từ công thức tính vận tốc trung bình :

$$U(r) = - \frac{h^2}{12\mu} \cdot \frac{dp}{dr} = - \frac{Q_0}{2\pi r h_0}$$

suy ra :

$$\frac{dp}{dr} = \frac{6\mu Q_0}{\pi r h_0^3}$$

Tích phân biểu thức trên ta có :

$$p = p_0 \frac{\ln \frac{r}{r_2}}{\ln \alpha}$$

Hay là

$$Q_0 = \frac{\pi h_0^3 p_0}{6\mu \ln \alpha}$$

Rõ ràng Q_0 không phụ thuộc r_1 và r_2 mà chỉ phụ thuộc tỉ số :

$$\alpha = \frac{r_1}{r_2}$$

$$F_0 = \int_{r_2}^{r_1} 2\pi r p(r) dr = \frac{\pi p_0 r_2^2}{\ln \alpha} \left(\alpha^2 \ln \alpha - \frac{\alpha^2 - 1}{2} \right)$$

$$\varphi(\alpha) = \frac{P_m}{P_0} = \frac{\alpha^2(2\ln \alpha - 1) + 1}{2(\alpha^2 - 1)\ln \alpha} = 1 - \frac{1}{2\ln \alpha} + \frac{1}{\alpha^2 - 1}$$

Tính số : $\alpha = 1,5$; $\varphi(\alpha) = 0,565$

$$p_m = 2,55 \text{at}, p_0 = 4,52 \text{at}$$

$$Q_0 = 0,532 \text{cm}^3/\text{s}$$

b) Từ kết quả của bài toán (6.100)

$$\frac{\partial Q}{\partial r} = +2\pi r \frac{dh}{dt}$$

$$\text{Với } Q(r) = Q_2 + \pi(r^2 - r_2^2) \frac{dh}{dt}$$

$$\text{ta suy ra : } \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{6\mu}{r h^3} \left[Q_2 + \pi(r^2 - r_2^2) \frac{dh}{dt} \right]$$

$$\text{Áp suất } p \text{ có thể tính : } p = \int_{r_2}^r \frac{\partial p}{\partial r} dr$$

$$p = \frac{6\mu}{h^3} \left[\left(\frac{Q_2}{\pi} - r_2^2 \frac{dh}{dt} \right) \ln \frac{r}{r_2} + \frac{dh}{dt} \left(\frac{r^2 - r_2^2}{2} \right) \right]$$

thay $r = r_1$ ta có :

$$p_1 = \frac{6\mu}{h^3} \left[\left(\frac{Q_2}{\pi} - r_2^2 \frac{dh}{dt} \right) \ln \alpha + \frac{r_2^2}{2} (\alpha^2 - 1) \frac{dh}{dt} \right]$$

$$\text{Từ biểu thức tính lực } F : F = \int_{r_2}^{r_1} 2\pi r p(r) dr$$

$$\text{suy ra : } F = F_0 \frac{h_0^3}{h^3} \cdot \frac{Q_2 - \pi r_2^2 \frac{dh}{dt}}{Q_0} + \frac{3\pi\mu}{2h^3} r_2^4 (\alpha^2 - 1) \frac{dh}{dt}$$

$$Q_2 = \pi r_2^2 \frac{dh}{dt} + \frac{p_1 h^3}{6\mu} - \frac{r_2^2}{2} (\alpha^2 - 1) \frac{dh}{dt}$$

$$p_1 - p_0 = \frac{3\mu r}{h^3} \cdot \frac{dh}{dt} \psi(\alpha)$$

$$\psi(\alpha) = (\alpha^2 - 1) \left(1 - \frac{(\alpha^2 - 1)\ln \alpha}{2\alpha^2 \ln \alpha - (\alpha^2 - 1)} \right)$$

Tích phân biểu thức $p_1 - p_0$ theo h ta có :

$$\frac{1}{h_0^2} - \frac{1}{h^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{p_1 - p_0}{\mu r_2^2 \psi(\alpha)} (t - t_0)$$

Do biểu thức $p_1 - p_0$ có thể viết dưới dạng :

$$p_1 - p_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{\mu r_2^2 \psi(\alpha)}{T} \left(\frac{1}{h_0^2} - \frac{1}{h_1^2} \right)$$

$$\text{Nếu } h_1 \gg h_0 \rightarrow p_1 - p_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{\mu r_2^2 \psi^2(\alpha)}{T h_0^2}$$

$$\text{Từ biểu thức : } Q_1 = Q_2 + \pi (r_1^2 - r_2^2) \frac{dh}{dt}$$

$$\text{Suy ra : } Q_1 = r_2^2 \frac{dh}{dt} \left[\pi \alpha^2 + \frac{\psi(\alpha)}{2 \ln \alpha} \frac{p_1}{p_1 - p_0} - \frac{\alpha^2 - 1}{2 \ln \alpha} \right]$$

Thế tích dầu có thể tính :

$$V = \int_T Q_1 dt = r_2^2 (h_1 - h_0) \left[\pi \alpha^2 + \frac{\psi(\alpha)}{2 \ln \alpha} \cdot \frac{p_1}{p_1 - p_0} - \frac{\alpha^2 - 1}{2 \ln \alpha} \right]$$

Thay trị số $p_1 - p_0$ ta có :

$$v = r_2^2 (h_1 - h_0) \left[\pi \alpha^2 + \frac{\psi(\alpha)}{2 \ln \alpha} + \frac{p_0 h^2 T}{3 \pi r_2^2 \ln \alpha} - \frac{\alpha^2 - 1}{2 \ln \alpha} \right]$$

Tính số :

$$\psi(\alpha) = 0,144.$$

$$T = 60s \rightarrow p_1 - p_0 = 0,0126 \text{at.}$$

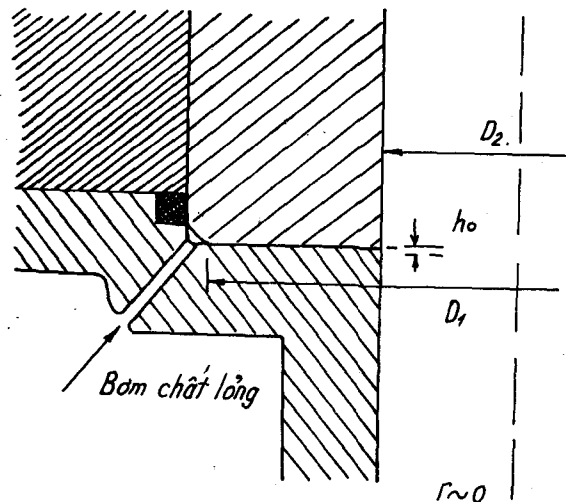
$$T = 3s \rightarrow p_1 - p_0 = 0,252 \text{at.}$$

$$\text{Khi : } p_0 = 4,52 \text{at} \rightarrow p_1 = 4,53 \text{at}$$

$$p_1 = 4,77 \text{at}$$

$$T = 60s \rightarrow V = 1392 \text{cm}^3$$

$$T = 3s \rightarrow V = 178 \text{cm}^3.$$



H. bài 6-102

Chương 7.

DÒNG CHẢY QUA LỖ VÀ VÒI

7.1 - Dầu mazút từ bình chứa qua lỗ tròn ở đáy có đường kính $d = 3\text{mm}$; tổn thất cột (433) áp do ma sát $\Delta h = 0,05$ cột mazút.

Xác định vận tốc thực của mazút v_t , hệ số vận tốc φ và hệ số ma sát ζ , nếu mức mazút trong bình chứa không đổi và bằng $h = 800\text{mm}$.

Giải :

Vận tốc thực của mazút chảy qua lỗ tính theo công thức :

$$v_t = \sqrt{2g(h - \Delta h)} = \sqrt{2 \cdot 9,81(0,8 - 0,06)} = 3,84\text{ m/s}$$

Hệ số vận tốc φ :

$$\varphi = \frac{v_t}{v_l} = \frac{\sqrt{2g(h - \Delta h)}}{\sqrt{2gh}} = 0,97$$

Hệ số ma sát (hệ số tổn thất) sẽ là :

$$\zeta = \frac{2g}{v_t^2} \Delta h = 0,066$$

7.2 - Tại thành bể chứa hình lăng trụ có một lỗ hình lục giác đều có cạnh R . Cột áp trên (434) tâm lỗ không đổi và bằng $H = R\sqrt{3}$. Xác định lưu lượng Q chảy qua lỗ.

Giải :

Chia lỗ lục giác ra làm hai hình thang và ta xét trước hết dòng chảy qua lỗ hình thang bên trên.

Theo hình vẽ ta có :

$$b_1 = \frac{2(x_1 - H + R\sqrt{3})}{\sqrt{3}}$$

Dòng chảy qua dải $b_1 dx_1$ đặc trưng bằng lưu lượng :

$$dQ_1 = \mu b_1 dx_1 \sqrt{2gx_1} = \frac{2}{\sqrt{3}} \mu \sqrt{2g} (x_1 - H + R\sqrt{3}) \sqrt{x_1} dx_1$$

Khi đó lưu lượng chảy qua lỗ hình thang trên sẽ là :

$$Q_1 = \frac{2}{\sqrt{3}} \mu \sqrt{2g} \int_{H - \frac{R\sqrt{3}}{2}}^H (x_1 - H + R\sqrt{3}) \sqrt{x_1} dx_1 = \frac{2\mu}{15\sqrt{3}} \sqrt{2g} \left[(4H + 10R\sqrt{3})H^{-\frac{3}{2}} - (4H - 7R\sqrt{3}) \left(H - \frac{R\sqrt{3}}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

Tương tự ta tính được lưu lượng qua lỗ hình thang dưới :

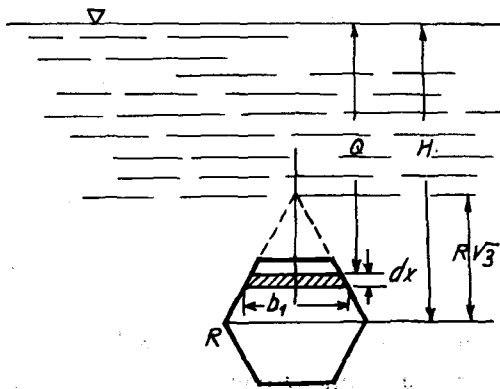
$$Q_2 = \frac{2\mu}{15\sqrt{3}} \sqrt{2g} \left[(4H + 10R\sqrt{3})H^{\frac{3}{2}} - (4H + 7R\sqrt{3}) \left(H + \frac{R\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

Vậy lưu lượng chảy qua lỗ hình lục giác đó sẽ là :

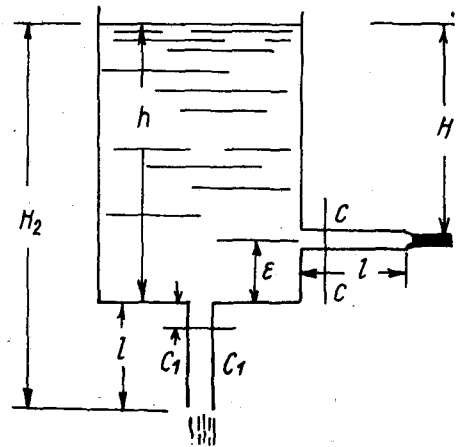
$$Q_0 = Q_1 + Q_2 = \frac{2\mu}{15\sqrt{3}} \sqrt{2g} \left[20R\sqrt{3} H^{\frac{3}{2}} + (4H - 7R\sqrt{3}) \times \right. \\ \left. \times \left(H - \frac{R\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{3}{2}} - (4H + 7R\sqrt{3}) \left(H + \frac{R\sqrt{3}}{2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

Nếu thay $H = R\sqrt{3}$ ta sẽ có :

$$Q_0 = 0,0646\mu R^2 \sqrt{2gR}.$$



H. bài 7-2



H. bài 7-3

- 7.3 - Xác định lưu lượng nước chảy từ bể chứa lớn qua hai vòi hình trụ và tìm áp suất (435) chân không tại mặt cắt co hẹp trong các vòi. Một vòi lắp vào thành bể và cách đáy một khoảng $e = 20\text{cm}$, còn vòi khác lắp vào đáy bể. Kích thước hai vòi như nhau : $d = 6\text{cm}$, $l = 20\text{cm}$, chiều sâu của mức nước $h = 100\text{cm}$.

Giải :

Cột nước trên tâm vòi nằm ngang sẽ là :

$$H_1 = h - e = 100\text{cm} - 20\text{cm} = 80\text{cm}.$$

Vì bể chứa nước lớn ta có thể coi cột nước không thay đổi và khi đó $H_1 = H_0$.

Lưu lượng chảy qua vòi nằm ngang :

$$Q = \mu s_0 \sqrt{2gH_0} = 0,82 \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 80} = 916 \text{ cm}^2/\text{s}.$$

Độ cao chân không tại mặt cắt co hẹp của vòi nằm ngang :

$$h_{ck} = 0,74H_0 = 0,74.80 = 59\text{cm}.$$

Độ cao chân không có thể tính theo công thức trên, hoặc có thể tính bằng các viết tích phân Bécnu-li cho hai mặt cắt 1-1 và C-C.

$$\frac{p_a}{\gamma} + H_1 = \frac{p_c}{\gamma} + \frac{\alpha v_c^2}{2g} + h_w ;$$

$$h_{ck} = \frac{p_a - p_c}{\gamma} = \frac{\alpha v_c^2}{2g} - H_1 + h_w = \frac{\alpha v_c^2}{2g} - H_1 + \frac{\zeta_c v_c^2}{2g} = \frac{v_c^2}{2g} (\alpha + \zeta_c) - H_1 \quad (a)$$

Vận tốc v_c tính theo công thức $v_c = v \frac{s_0}{s_c} = \frac{v}{\varepsilon} = \frac{Q}{\varepsilon s_0}$

Nếu lấy $\varepsilon = 0,64$, $\alpha = 1$, $\zeta_c = 0,06$ và thay tất cả vào phương trình (a) ta tính được h_{ck} như đã tính theo công thức trên.

Lưu lượng chảy qua vòi gắn ở đáy bể phù hợp với cột áp $H_2 = H + 1 = H_0$ tính như trên :

$$Q = \mu_v s_0 \sqrt{2gH_0} = 0,82 \cdot \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81(100 + 20)} = 1124 \text{ cm}^3/\text{s}.$$

Vậy lưu lượng qua cả hai vòi sẽ là : $Q = 916 + 1124 = 2040 \text{ cm}^3/\text{s}$. Để tính độ cao chân không tại mặt cắt co hẹp trong vòi gắn ở đáy ta lập tích phân Bécnu-li cho hai mặt cắt 1-1 và C-C.

$$h + a + \frac{p_a}{\gamma} = \frac{p_c}{\gamma} + \alpha \frac{v_c^2}{2g} + h_w.$$

$$h_{ck} = \frac{p_a - p_c}{\gamma} = \frac{\alpha v_c^2}{2g} + \zeta_c \frac{v_c^2}{2g} - (h + a).$$

Lấy $\alpha = 1$, $\varepsilon = 0,64$, $\zeta_c = 0,06$ và $a = \frac{d}{2}$ rồi tính như lúc đầu, ta có :

$$h_{ck} = 0,74H_2 + 1 - \frac{d}{2} = 106\text{cm}.$$

7.4 - Bể chứa I và II ngăn cách nhau bởi tường chắn có lỗ thông nhau với diện tích $s_0 = (436) 80\text{cm}^2$ và đặt cách đáy một khoảng $e = 1,2\text{m}$. Diện tích mặt cắt của bể I $S_1 = 5\text{m}^2$ và bể II $S_2 = 3,5\text{m}^2$. Chiều sâu mức nước ở bể I khi chưa mở nắp lỗ $h_1 = 3,8\text{m}$, bể II không chứa nước.

Tính xem khoảng cách thời gian t bằng bao nhiêu sau lúc mở nắp lỗ thì từ bể I chảy qua bể II một lượng nước $7,50\text{m}^3$.

Giải :

Thời gian t sẽ bao gồm hai giai đoạn :

- Giai đoạn chảy tự do qua lỗ khi cột áp thay đổi cho đến khi cột nước bể II dâng đến tâm lỗ ;
- Giai đoạn chảy ngập khi cột nước cả hai bể thay đổi, thể tích nước ở bể II từ đáy đến tâm lỗ sẽ là :

$$V_1 = S_2 l = 3,5.1,2 = 4,2\text{m}^3.$$

Khi chảy sang bể II một lượng nước $V_1 = 4,2\text{m}^3$ thì mức nước ở bể I sẽ giảm xuống một khoảng

$$\Delta H_1 = \frac{V_1}{S_1} = \frac{4,2}{5} = 0,84\text{m}.$$

Thời gian t_1 để giảm cột nước từ $H_1 = h_1 - l = 2,6\text{m}$ đến $H_2 = h_1 - e - \Delta h_1$ sẽ bằng

$$t_1 = \frac{2S_1}{\mu s_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) = \frac{2,5 \sqrt{26} - \sqrt{1,74}}{0,62 \cdot 0,008 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 129\text{s}.$$

Theo điều kiện bài toán : một lượng nước nữa cần phải chảy qua bể II

$$V_2 = 7,5 - 4,2 = 3,3\text{m}^3$$

Khi chảy ra một lượng nước $V_2 = 3,3\text{m}^3$ thì mức nước ở bể I giảm xuống một khoảng

$$\Delta H_2 = \frac{3,3}{5,0} = 0,66\text{m};$$

Đồng thời mức nước ở bể II sẽ dâng lên một khoảng :

$$\Delta H_3 = \frac{3,3}{3,5} = 0,94\text{m}.$$

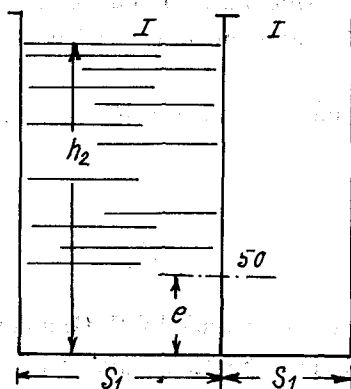
Sự thay đổi cột nước sẽ từ $H_2 = 1,76\text{m}$ đến $H_3 = 1,76 - 0,66 - 0,94 = 0,16\text{m}$.

Thời gian t_2 trong giai đoạn này sẽ tính theo công thức :

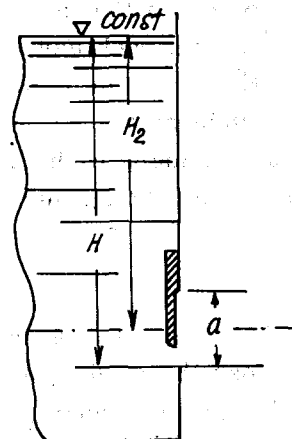
$$t_2 = \frac{2S_1 S_2^2}{(S_1 + S_2) \mu s_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) = \frac{2 \cdot 5 \cdot 3,5}{(5 + 3,5) \cdot 0,62 \cdot 0,008 \sqrt{2 \cdot 9,81}} (\sqrt{1,76} - \sqrt{0,16}) = 174\text{s}.$$

Như vậy thời gian t cần để lượng nước $7,5\text{m}^3$ chảy từ bể I sang bể II là :

$$t = t_1 + t_2 = 129 + 174 = 303\text{s} = 5\text{ph}3\text{s}.$$



H. bài 7.4



H. bài 7.5

7.5 - Cửa cống có bề rộng $b = 1,5\text{m}$, cao $a = 1,0\text{m}$. Cánh cửa cống được nâng lên với vận tốc **(437)** $v = 2,5\text{cm/s}$.

Xác định thể tích nước V chảy qua trong thời gian từ khi bắt đầu mở đến khi cống mở hoàn toàn. Cột nước $H_1 = 3,5$; dòng chảy tự do và hệ số lưu lượng qua cống $\mu = 0,60 = \text{const}$.

Giải :

Thể tích nước chảy qua cống trong khoảng thời gian dt là :

$$dV = Qdt.$$

Lưu lượng qua cống :

$$Q = \mu s_0 \sqrt{2gh}.$$

Ở đây s_0 - diện tích của cửa cống luôn thay đổi, các đại lượng này phụ thuộc vận tốc và thời gian mở cống :

$$s_0 = bvt ; h = H - \frac{vt}{2}$$

lúc ấy :

$$dV = \mu bv \sqrt{2g} \sqrt{H - \frac{vt}{2}} tdt$$

Và do đó thể tích nước chảy qua trong thời gian t là :

$$V = \int_0^t dV = \int_0^t \mu bv \sqrt{2g} \sqrt{H - \frac{vt}{2}} tdt$$

Để lấy tích phân này ta đặt :

$$H - \frac{vt}{2} = y \text{ từ đó } t = \frac{2}{v} (H - y)$$

Và :

$$dt = -\frac{2}{v} dy.$$

Khi ta thay đổi từ 0 đến t thì y từ H đến $H - \frac{a}{2}$

Thay biến số mới ta được :

$$V = -\mu bv \sqrt{2g} \int_H^{H - \frac{a}{2}} \sqrt{y} \frac{2}{v} (H - y) \frac{2}{v} dy$$

Lấy tích phân này ta có :

$$V = \frac{8\mu b \sqrt{2g}}{v} \left[\frac{1}{5} (H - \frac{a}{2})^{\frac{5}{2}} - \frac{H}{3} (H - \frac{a}{2})^{\frac{3}{2}} + \frac{2}{15} H^{\frac{5}{2}} \right]$$

Đưa số liệu vào công thức cuối cùng ta được đáp số : $V = 153\text{m}^3$.

7.6 - Bể chứa hình trụ có diện tích $S = 1,2m^2$. Tại thành bể cách đáy một khoảng $e = 30cm$ có khoét một (438) lỗ tròn đường kính $d = 3cm$ (hình vẽ). Một vòi nước chảy vào bể với lưu lượng không đổi $Q_0 = 2,5l/s$. Tìm chiều sâu h_2 của nước trong bể sau 20 phút kể từ khi mở nắp lỗ, nếu tại thời điểm mở nắp chiều sâu $h_1 = 1,50m$.

Giải :

Lưu lượng qua lỗ khi cột áp :

$$H_1 = h_1 - e = 150 - 30 = 120cm \text{ và diện tích lỗ :}$$

$$s_0 = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7,06cm^2 \text{ là :}$$

$$Q = \mu s_0 \sqrt{2gH_1} = 0,62 \cdot 7,06 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 120} = 2,12l/s.$$

Vì lưu lượng lúc đầu của nước chảy ra $Q = 2,12l/s$ nhỏ hơn lưu lượng $Q_0 = 2,5l/s$ chảy vào nên cột nước trong bể sẽ tăng lên.

Trước hết xác định cột nước H_0 khi lưu lượng nước chảy vào Q_0 và lưu lượng nước chảy ra Q như nhau. H_0 xác định theo công thức :

$$H_0 = \frac{Q_0^2}{\mu^2 s_0^2 2g} = \frac{2500^2}{0,62^2 \cdot 7,06^2 \cdot 2 \cdot 981} = 167cm.$$

Thời gian t để cột nước thay đổi từ H_1 đến H_2 trong bể chứa do lưu lượng chảy vào Q_0 xác định theo công thức :

$$t = \frac{2S}{\mu s_0 \sqrt{2g}} \left[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}} \right] =$$

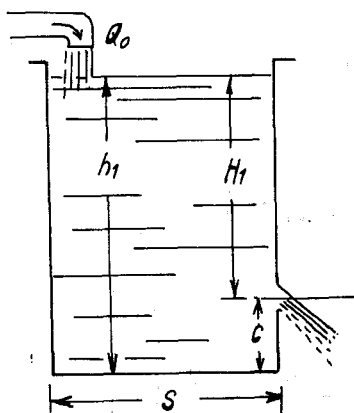
$$= \frac{2 \cdot 1,2}{0,62 \cdot 0,000706 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \left(\sqrt{1,2} - \sqrt{H_2} + \sqrt{1,67} \ln \frac{\sqrt{1,67} - \sqrt{1,2}}{\sqrt{1,67} - \sqrt{H_2}} \right) = 1200s;$$

hay sau khi đơn giản phương trình (và đặt $\ln A = 2,31gA$) ta được :

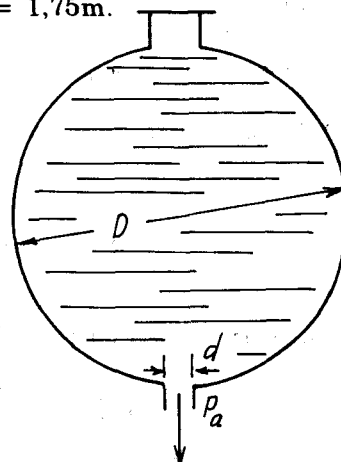
$$\sqrt{H_2} - 2,97kg \frac{0,195}{1,29 - \sqrt{H_2}} = 0,125.$$

Giải phương trình này phụ bằng phương pháp thử dần, ta có $H_2 = 1,45m$. Suy ra : qua thời gian 20 phút sau khi mở nắp lỗ chiều sâu của nước trong bể sẽ là :

$$h_2 = H_2 + e = 1,45 + 0,30 = 1,75m.$$



H. bài 7-6



H. bài 7-7

- 7.7** - Xác định thời gian chảy hết của chất lỏng được chứa đầy trong xitéc hình trụ tròn (439) ($D = 4\text{m}$, $L = 10\text{m}$) ra ngoài qua một lỗ tròn ở đáy có đường kính $d = 0,1\text{m}$. Xitéc được đặt theo phương ngang và $\mu = 0,60$.

Giải :

Tính thời gian chảy hết theo công thức :

$$t = \frac{1}{\mu s_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} \frac{S(z) dz}{\sqrt{z}} \quad (*)$$

trong đó $\mu = 0,60$; s_0 - diện tích lỗ :

$$s_0 = \frac{\pi d^2}{4} = 0,00785\text{m}^2.$$

$$H_1 = D ; H_2 = 0 \text{ và } S(z) = 2L \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - z\right)^2}$$

Nếu đặt $y = \frac{D}{2} - z$ thì $z = \frac{D}{2} - y$, $dz = -dy$ và khi $z = H_1 = D$ thì $y = \frac{D}{2}$

Đưa tất cả vào biểu thức (*) rồi lấy tích phân ta được :

$$t = \frac{4LD^2}{3\mu s_0 \sqrt{2gD}} = 1,7 V_0$$

với :

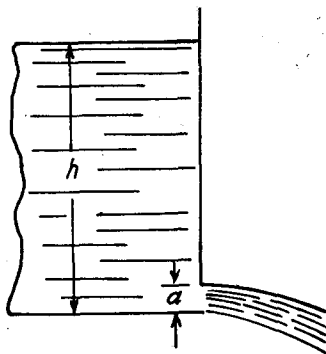
$$V_0 = \frac{\pi D^2}{4} L, Q_0 = \mu s_0 \sqrt{2gH}.$$

Từ đó ta tìm được $t = 1\text{h}25\text{ph}$.

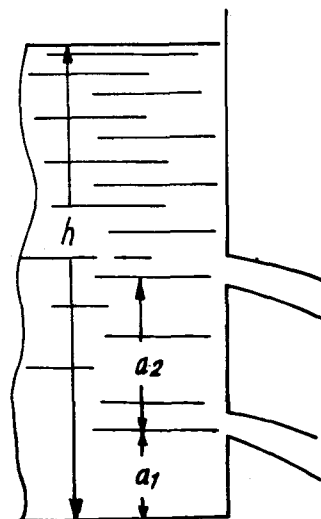
- 7.8** - Lỗ hình vuông mỗi cạnh $a = 3,6\text{cm}$ ở sát đáy của thành bình chứa nước. (440)

Xác định với chiều sâu h của nước trong bình bằng bao nhiêu để lưu lượng thoát ra lỗ là $Q = 4,18\text{l/s}$.

Đáp số : $h = 130\text{cm}$.



H. bài 7-8



H. bài 7-9

7.9 - Hai lỗ tròn thành mỏng có cùng đường kính $d = 6\text{cm}$ ở thành bình lớn chứa nước. Tâm (441) lỗ dưới cách đáy bình một khoảng $a_1 = 20\text{cm}$, khoảng cách giữa hai tâm lỗ $a_2 = 50\text{cm}$.

Xác định chiều sâu của nước ở trong bình bằng bao nhiêu để tổng lưu lượng thoát ra hai lỗ $Q = 23\text{l/s}$.

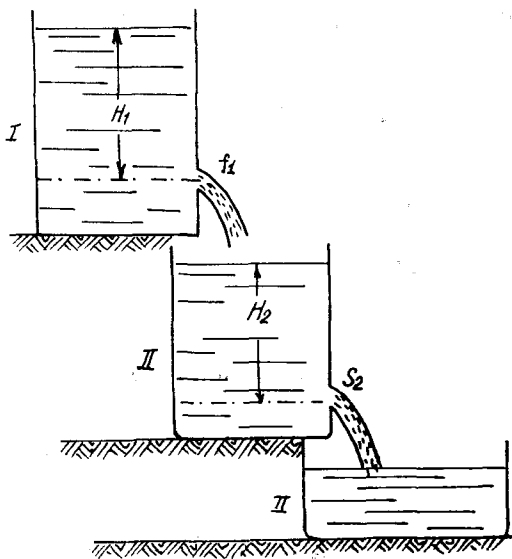
Đáp số : $h = 267\text{cm}$.

7.10 - Chất lỏng chảy từ bình chứa I qua lỗ có diện tích s_1 vào bình chứa II và từ bình (442) chứa đó chất lỏng lại chảy qua lỗ có diện tích s_2 vào bình III.

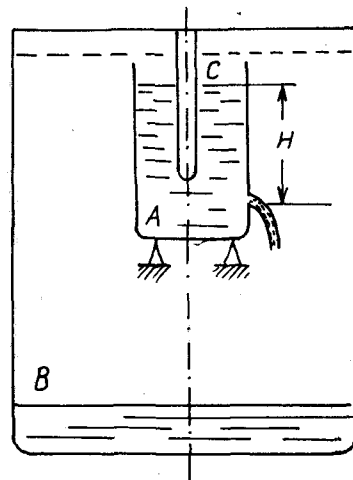
Các đại lượng μ_2 , s_2 , s_1 , H_1 và H_2 đã được biết.

Xác định hệ số lưu lượng μ_1 của bình I.

Đáp số : $\mu_1 = \mu_2 \frac{s_2}{s_1} \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$



H. bài 7-10



H. bài 7-11

7.11 - Ta treo bình B vào hình trụ C ; hình trụ này ngập trong chất lỏng của chất A. Chất (443) lỏng từ bình A chảy qua lỗ có đường kính d vào bình B.

Tính xem vận tốc dòng sẽ thay đổi như thế nào ?

Đáp số : $v = \text{const.}$

7.12 - Mức nhiên liệu trong xitéc có giảm xuống không, nếu lưu lượng của máy bơm cung (444) cấp $G = 2\text{t/h} = 19,62\text{kh/h}$, đường kính lỗ ở đáy xitéc $d = 20\text{mm}$ mức nhiên liệu lúc đầu bằng 1m . Trọng lượng riêng của nhiên liệu $\gamma = 0,93\text{t/m}^3 = 9123,3\text{N/m}^3$, hệ số lưu lượng $\mu = 0,65$.

Đáp số : sẽ bị giảm.

7.13 - So sánh các hệ số lưu lượng và các hệ số co hẹp của 4 dạng lỗ khác nhau :

(445)

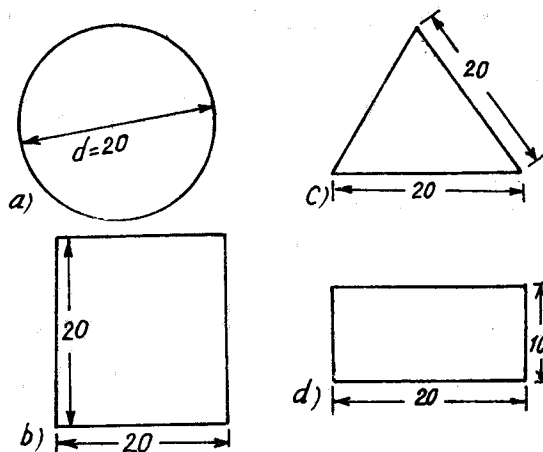
- a) lỗ tròn b) lỗ vuông
c) lỗ tam giác đều ; d) lỗ chữ nhật (các kích thước cho theo hình vẽ).

Cho biết :

- 1) Cột áp trên các lỗ $h \approx 150\text{cm}$.
- 2) Diện tích mặt cắt của bình chứa $S = 1\text{m}^2$.
- 3) Mức nước ban đầu trong bình chứa $l_1 = 0,20\text{m}$ như nhau cho tất cả.
- 4) Sau 2 phút mức nước l_2 trong các bình như sau :
 - a) đối với lỗ tròn : $0,326\text{m}$;
 - b) đối với lỗ vuông : $0,363\text{m}$;
 - c) đối với lỗ tam giác : $0,271\text{m}$;
 - d) đối với lỗ hình chữ nhật : $0,283\text{m}$;
- 5) Hệ số vận tốc $\varphi = 0,97$ đều như nhau cho tất cả các lỗ.

Đáp số :

- a) lỗ tròn : $\mu = 0,62$; $\varepsilon = 0,64$.
- b) lỗ vuông : $\mu = 0,63$; $\varepsilon = 0,65$.
- c) lỗ tam giác $\mu = 0,63$; $\varepsilon = 0,65$.
- d) lỗ hình chữ nhật $\mu = 0,64$; $\varepsilon = 0,66$.

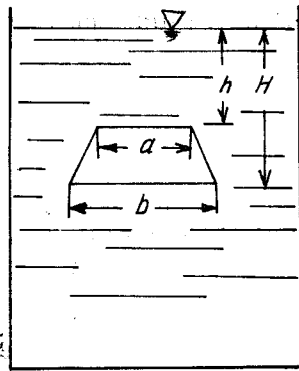


H. bài 7-13

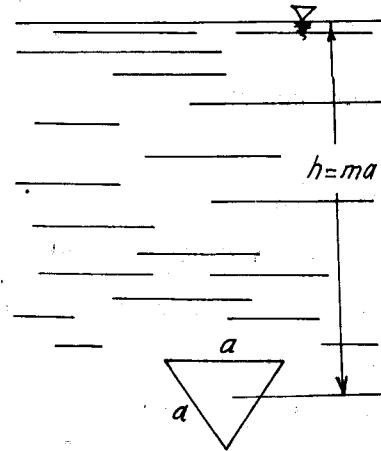
7.14 - Dẫn công thức tính lưu lượng qua lỗ hình thang, đỉnh trên của nó cách mặt thoáng
(446) $h(m)$, đỉnh dưới cách $H(m)$; đáy trên là $a(m)$ đáy dưới là $b(m)$.

(446)

Đáp số: $Q = \frac{2\mu\sqrt{2g}}{H-h} \left[\frac{1}{3} (aH - bH) (H^{3/2} - h^{3/2}) + \frac{1}{5} (b-a) (H^{5/2} - h^{5/2}) \right].$



H. bài 7-14



H. bài 7-15

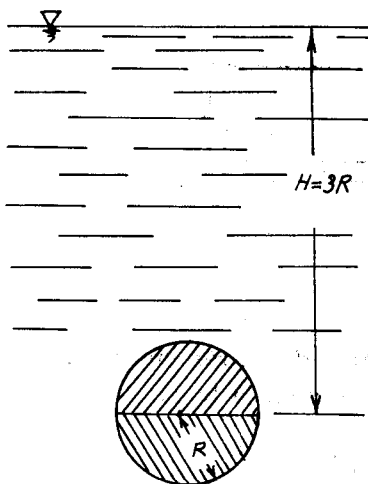
7.15 - Tìm lưu lượng dòng nước qua lỗ tam giác đều có cạnh a ở thành bình, nếu tâm đối xứng của lỗ cách mặt thoáng một khoảng $h = ma$ và đỉnh tam giác quay xuống dưới.

$$\text{Đáp số : } Q = \frac{4}{3} \mu a^2 \sqrt{2ga} \left\{ \frac{1 - m\sqrt{3}}{3} \times \right. \\ \left. \times \left[\left(m + \frac{\sqrt{3}}{6} \right)^{3/2} - \left(m - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)^{3/2} \right] + \frac{\sqrt{3}}{5} \left[\left(m + \frac{\sqrt{3}}{6} \right)^{5/2} - \left(m - \frac{\sqrt{3}}{3} \right)^{5/2} \right] \right\}.$$

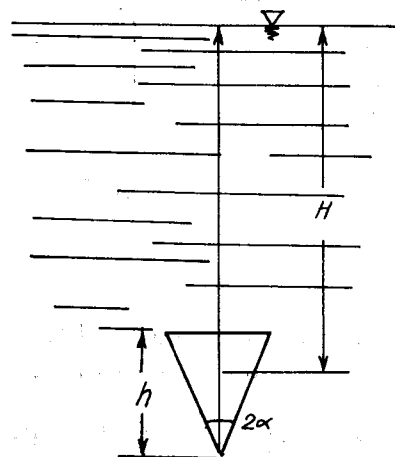
7.16 - Chất lỏng chảy qua lỗ tròn bán kính R tại thành thẳng đứng của bể chứa. Tâm lỗ (448) nằm sâu một khoảng $H = 3R$ và không đổi.

Xác định tỉ số lưu lượng Q_1, Q_2 của chất lỏng chảy qua nửa trên và nửa dưới của lỗ.

$$\text{Đáp số : } Q_1 : Q_2 = 0,868.$$



H. bài 7-16



H. bài 7-17

7.17 - Lỗ tại thành phẳng thẳng đứng của bình chứa có dạng tam giác cân chiều cao h và (449) góc ở đỉnh bằng 2α . Trọng tâm lỗ cách mặt thoáng một khoảng $H = \text{const}$.

Xác định lưu lượng Q của chất lỏng chảy qua lỗ đó.

Đáp số :
$$Q = 4\mu tg\alpha \sqrt{2g} \left[\frac{2}{15} \left(H + \frac{2}{3}h \right)^{3/2} - \frac{1}{3} \left(H + \frac{2}{3}h \right) \left(H - \frac{h}{3} \right)^{3/2} + \frac{1}{3} \left(H - \frac{h}{3} \right)^{3/2} \right]$$

7.18 - Một âu tàu gồm ba buồng : Tại tường ngăn thứ nhất có lỗ hình chữ nhật diện (450) tích $s_1 = 8,5\text{cm}^2$; tại tường ngăn thứ hai có lỗ vuông cạnh $a = 4\text{cm}$ và một cạnh sát đáy ; ở tường ngoài có lỗ tròn đường kính $d = 3\text{cm}$. Hiệu mức nước ở buồng trái và tâm lỗ tròn là $h = 3,10\text{cm}$.

Xác định lưu lượng nước thoát ra từ âu tàu và các cột nước h_1, h_2, h_3 với giả thiết dòng chảy là ổn định (dòng chảy dừng) trong hai trường hợp sau :

a) Nước thoát qua lỗ tròn ;

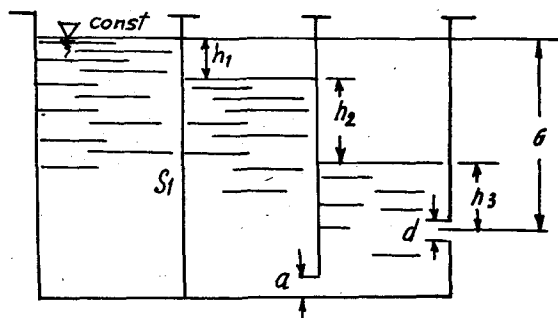
b) Nước thoát qua vòi hình trụ gắn vào lỗ tròn.

Đáp số : a) $Q = 2,495\text{cm}^3/\text{s}$; $h_1 = 114\text{cm}$;

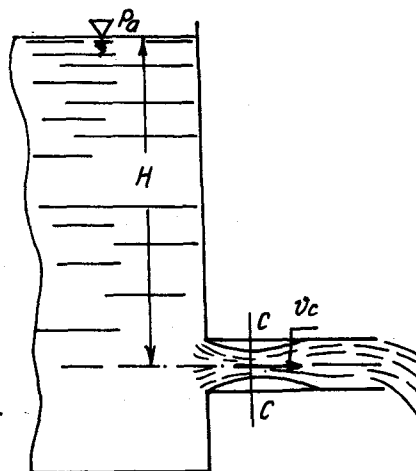
$h_2 = 30\text{cm}$;

$h_3 = 166\text{cm}$.

b) $Q = 2,840\text{cm}^3/\text{s}$; $h_1 = 148\text{cm}$; $h_2 = 39\text{cm}$; $h_3 = 123\text{cm}$.



H. bài 7-18



H. bài 7-19

7.19 - Nước từ bể chứa chảy qua vòi hình trụ gắn vào thành bể với lưu lượng $Q = 6,6\text{l/s}$.

(451) Đường kính của vòi $d = 3,8\text{cm}$, chiều dài $l = 15\text{cm}$.

Xác định cột nước H tác động lên vòi, vận tốc v_c và áp suất p_c tại mặt cắt thu hẹp trong vòi.

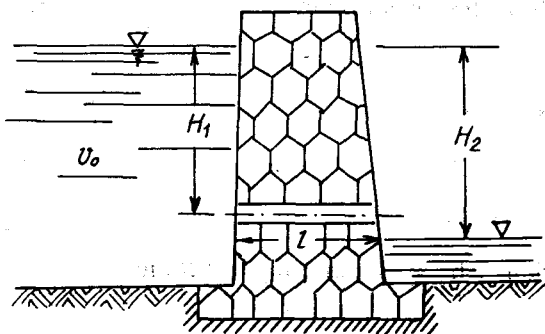
Đáp số : $H = 186\text{cm}$; $v_c = 775\text{cm/s}$;

$p_c = 0,895\text{kg/cm}^2 = 8,771\text{N/cm}^2$.

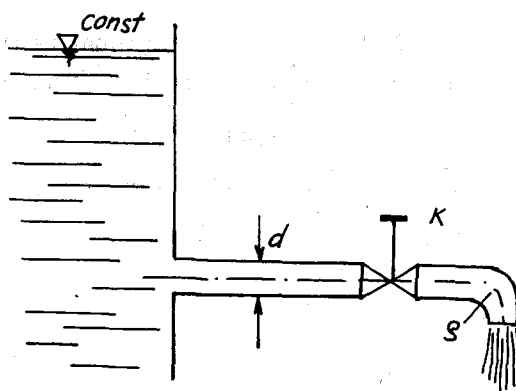
7.20 - Trong đập bê tông cốt thép người ta thiết kế một cống thoát nước có dạng hình trụ (452) tròn với chiều dài $l = 5,0\text{m}$. Mức nước ở thượng lưu $H_1 = 6,5\text{m}$, hiệu giữa hai mức nước ở thượng lưu và hạ lưu $\Delta H = 15\text{m}$; vận tốc dòng nước chảy đến đập $v_0 = 0,40\text{m/s}$.

- Xác định đường kính d của cống, nếu lưu lượng $Q = 12\text{m}^3/\text{s}$
- Lưu lượng thoát Q_1 sẽ bằng bao nhiêu nếu mức nước hạ lưu tăng lên 10m ?
- Chiều sâu mức nước ở thượng lưu bằng bao nhiêu để lưu lượng nước thoát qua cống là lớn nhất?

Đáp số : a) $d = 1,29\text{m}$;
 b) $Q_1 = 10,5\text{m}^3/\text{s}$.
 c) $H_1 = 12 \div 13\text{m}$.



H. bài 7-20

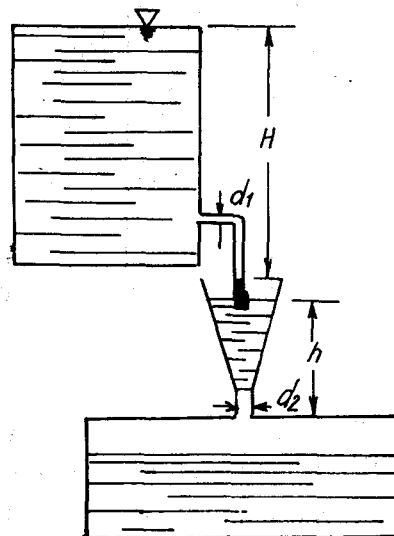


H. bài 7-21

7.21 - Xác định hệ số vận tốc φ khi nước chảy qua vòi hình trụ có gắn khóa K và uốn cong (453) một góc 90° .

Cho biết bán kính cong $\rho = 5d$, tỉ số giữa chiều dài và đường kính vòi $\frac{L}{d} = 10$, hệ số tổn thất cục bộ tại khóa $\zeta_k = 1,2$; hệ số cản dọc đường $\lambda = 0,02$.

Đáp số : $\varphi = 0,62$.



H. bài 7-22

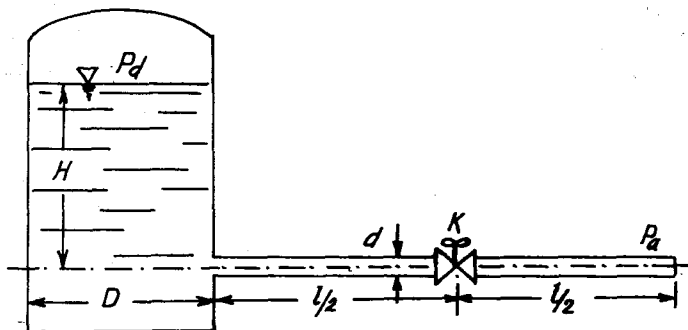
7.22 - Phễu hình nón phải có chiều cao h bằng bao nhiêu (454) để khi rót xăng vào bình thì xăng sẽ không trào ra ngoài, nếu vòi có đường kính $d_1 = 3\text{cm}$ ở hoàn toàn. Cột áp trong bể $H = 3\text{cm}$, đường kính tại cửa ra của phễu $d_2 = 5\text{cm}$. Hệ số vận tốc của vòi $\varphi = 0,62$, hệ số co hẹp $\varepsilon = 1$.

Đáp số : $h > 22,3\text{cm}$.

7.23 - Dầu lửa ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ với lưu lượng $Q = 0,4\text{l/s}$ theo ống dẫn có đường kính (455) $d = 100\text{mm}$ và dài $l = 1\text{m}$ chảy ra ngoài. Cho ống trơn, hệ số tổn thất ở khóa $\zeta_k = 2,5$, mức dầu so với trục ống $H = 3\text{m}$.

Xác định áp suất dư p_d của không khí trên mặt dầu nếu bình kín.

Đáp số : $p_d = 0,57\text{ at}$.



H. bài 7-23

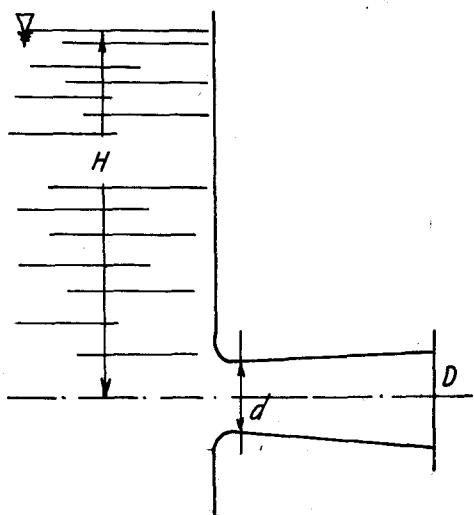
7.24 - Cho biết vòi hình loe được gắn vào bể nước như hình vẽ. Xác định đường kính ở (456) miệng vòi D để cho lưu lượng đạt giá trị lớn nhất và cột áp giới hạn để cho tia dòng hoàn toàn chiếm đầy miệng vòi.

Chân không cho phép trong vòi là 1at , hệ số tổn thất cục bộ ở đoạn hẹp $\zeta_1 = 0,06$, còn ở đoạn mở rộng

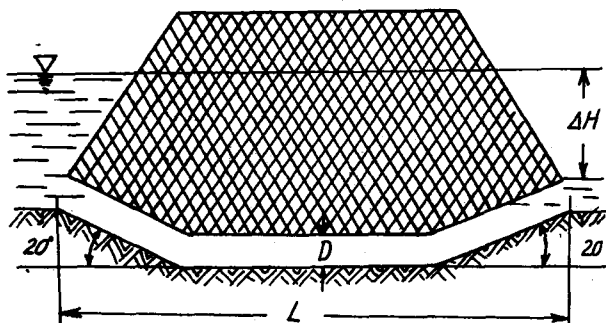
$$\zeta_2 = 0,3 \left(1 - \frac{s_1}{s_2} \right)^2, \text{ biết } d = 100\text{mm}.$$

Đáp số : $D = 208\text{mm}$.

$H^* = 3,8\text{m}$.



H. bài 7-24



H. bài 7-25

7.25 - Xác định đường kính cống bê tông cốt thép dài $L = 50\text{m}$ đặt ngầm dưới đường (457) để thoát nước và độ chênh mức nước ΔH ở hai bên đường.

Lưu lượng trong cống ngầm $Q = 2,5\text{m}^3/\text{s}$ và vận tốc cho phép $[v] = 3\text{m/s}$.

Đáp số : $d \geq 1,03\text{m}$;

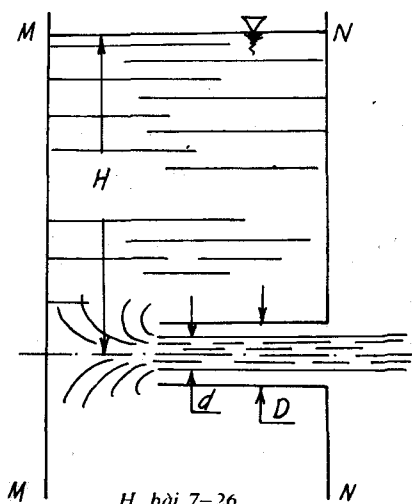
$$\Delta H = \frac{Q^2}{2\mu s_0^2 g} = 1,90.$$

7.26 - Xác định hệ số co hẹp của dòng chất lỏng chảy từ bể chứa lớn qua vòi hình trụ ngắn (458) trong thành mỏng có đường kính D nhỏ hơn cột nước H rất nhiều. Bỏ qua tổn thất cột áp trong vòi và cho rằng áp suất được phân bố theo quy luật thủy tĩnh dọc theo hai thành MM và NN ở rất xa miệng vòi.

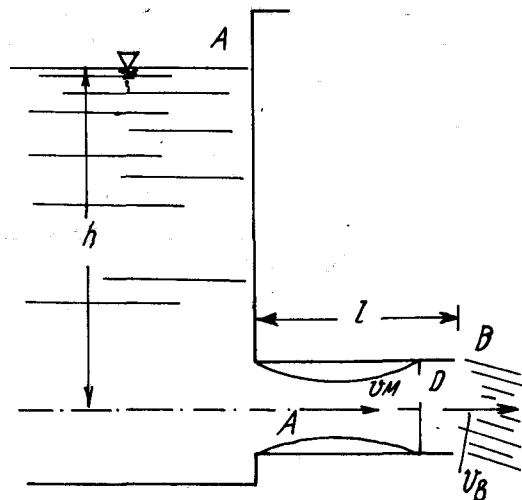
Đáp số : $\varepsilon = \frac{s}{S} = \left(\frac{d}{D}\right)^2 = 0,5$

s - tiết diện dòng trong vòi.

S - tiết diện vòi



H. bài 7-26



H. bài 7-27

7.27 - Vòi Pôneli gắn ngoài có đường kính D , chiều dài l (H. bài 7-27). Tại điểm M, dòng bị co hẹp (459)

với hệ số $\zeta = 0,62 \left(\zeta \frac{v_s}{v_M}\right)$. Vòi có cột áp h xem như không đổi và chảy ra ngoài không khí.

a) Tính năng lượng $\frac{v_B^2}{2g}$ là hàm của h và ζ . Tính khi $\zeta = 0,62$.

b) Tính lưu lượng Q và hệ số lưu lượng μ ;

c) Tính tổn thất cột áp ΔH tại các điểm M và B.

d) Tính vận tốc tại M.

Hướng dẫn và đáp số :

Nếu xuất phát từ phương trình :

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} = \left(z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g}\right) = \frac{(v_M - v_B)^2}{2g}$$

ta có kết quả :

$$a) \quad \frac{v_B^2}{2g} = \frac{h}{1 + \left(\frac{1}{\xi} - 1\right)^2} = 0,73h$$

$$b) \quad Q = 0,85\sqrt{2gh};$$

$$\mu = 0,85.$$

$$c) \quad H = h \frac{\left(\frac{1}{\xi} - 1\right)^2}{1 + \left(\frac{1}{\xi} - 1\right)^2} = 0,27h$$

$$d) \quad v_M = 1,37\sqrt{2gh}$$

Nếu xuất phát từ phương trình

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} - \left(z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g}\right) = \frac{(v_M - v_B)^2}{2g} + K \frac{v_K^2}{2g}$$

ta có :

$$\mu = 0,82, K = 0,115 ;$$

$$\frac{v_B^2}{2g} = 0,67h, \Delta H = 0,33h.$$

7.28 - Người ta khoét một lỗ tròn đường kính
(460) $d = 6,0\text{cm}$ ở dưới đáy bể chứa hình trụ tròn
có diện tích $S = 2,40\text{m}^2$. Khi bắt đầu mở nắp
lỗ thì chiều sâu của nước trong bình $h = 2,0\text{m}$.

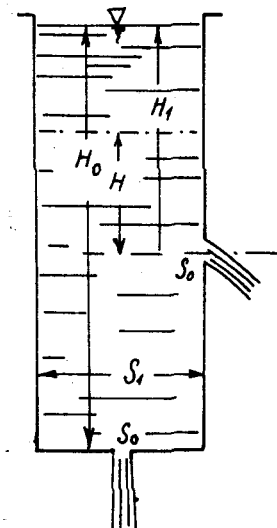
Hãy tính thời gian t để một nửa thể tích nước
chảy ra khỏi bể chứa.

Đáp số : $t = 4\text{ph}14\text{s}$.

7.29 - Bể chứa nước hình trụ tròn với diện tích đáy
(461) $S_1 = 3,0\text{m}^2$ và cao $H_0 = 4,0\text{m}$ chứa đầy nước.
Cần tháo cạn bể này trong thời gian 5 phút.

Tính diện tích s_0 của hai lỗ bằng nhau, một đặt
ở đáy bể và một đặt ở giữa thành bể để tháo cạn
nước trong khoảng thời gian trên.

Đáp số : $s_0 = 131\text{cm}^2$.



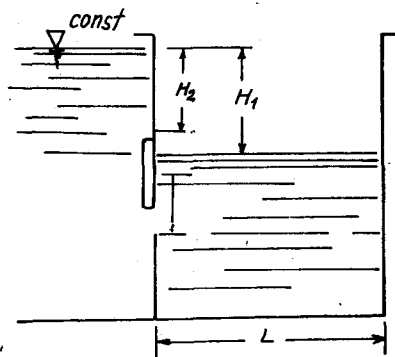
H. bài 7-29

7.30 - Xác định đường kính d của vòi hình trụ nằm ngang đặt tại thành bể chứa ở khoảng
(462) cách $e = 1,0\text{m}$ kể từ đáy, để sau thời gian $t = 10\text{phút}$ một nửa thể tích nước ban đầu
trong bể sẽ chảy qua vòi. Đường kính của bể $D = 1,6\text{m}$, chiều sâu của nước trong bể
trước khi mở khóa $h = 3,8\text{m}$.

Đáp số : $d = 4,1\text{cm}$.

7.31 - Xác định thời gian t để mức nước ở bể chứa bằng
(463) mức nước ở thượng lưu, nếu hiệu mức nước ở thượng lưu và bể chứa nước $\Delta H = 9,0\text{m}$. Biết chiều dài bể chứa $L = 40\text{m}$, chiều rộng $B = 12\text{m}$. Lỗ chảy vào bể chứa có chiều rộng $b = 1,0\text{m}$, cao $a = 0,5\text{m}$. Khi tính toán phải kể đến lưu lượng chảy qua lỗ trong thời gian mở cửa, nếu tốc độ nâng cánh cửa $v = 1,0\text{m/s}$. Hệ số lưu lượng của lỗ $\mu = 0,60 = \text{const}$.

Đáp số : $t = 36\text{ph}30\text{s}$.



H. bài 7-31

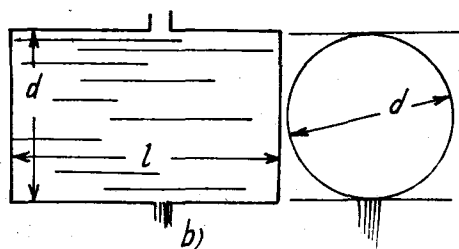
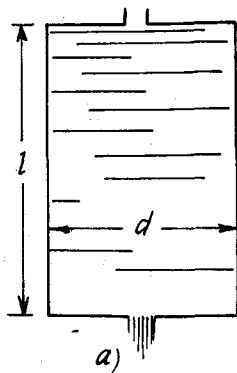
7.32 - Tính thời gian t để tháo cạn bể hình trụ chứa đầy

(464) nước có đường kính $D = 2,4$, dài $L = 6,0\text{m}$ trong hai trường hợp sau :

- Bể đặt đứng, lỗ có diện tích $s_0 = 1,76\text{dm}^2$ đặt ở đáy bể ;
- Bể đặt ngang, diện tích lỗ $s_0 = 1,76\text{dm}^2$ đặt ở thành bể bên dưới. Trong cả hai trường hợp bể để hở.

Đáp số : a) $t = 458\text{s}$;

b) $t = 616\text{s}$.



H. bài 7-32

7.33 - Tính thời gian tháo cạn nhiên liệu từ xitéc đường kính $D = 3\text{m}$ qua lỗ tròn ở đáy
(465) có đường kính $d = 50\text{mm}$ (hệ số lưu lượng $\mu = 0,63$), nếu mức nhiên liệu trong xitéc trước khi bắt đầu tháo $h = 3\text{m}$.

Đáp số : $t = 1\text{h}14\text{ph}48\text{s}$.

7.34 - Thời gian tháo cạn xitéc trên (bài 7.33 sẽ thay đổi như thế nào nếu ta dùng thêm
(466) một máy bơm có lưu lượng $q = 20\text{t/h}$ để hút nhiên liệu ra. Trọng lượng riêng của nhiên liệu :

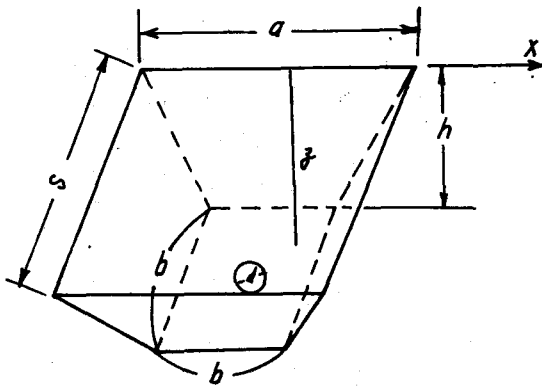
$$\gamma = 0,92\text{t/m}^3 = 9,0252\text{N/m}^3 \text{ và hệ số lưu lượng } \mu = 0,63.$$

Đáp số : $t = 30\text{ph}48\text{s}$.

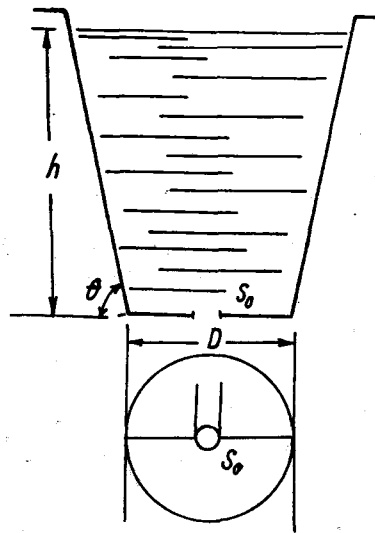
7.35 - Thùng chứa có dạng như hình vẽ (H. bài 7.35).
(467)

1. Dẫn công thức tính thời gian tháo cạn nước qua lỗ tròn ở đáy có đường kính d , nếu mức nước ban đầu là h .
2. Tính bằng số nếu cho biết kích thước thùng $b = 2\text{m}$, $d = 60\text{mm}$, $b = 2\text{m}$, $a = 3\text{m}$; hệ số lưu lượng $\mu = 0,64$.

Đáp số: 1) $t = \frac{1}{\mu s_0 \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{4 + 1,94z + 0,235z^2}{\sqrt{z}} dz$



H. bài 7-35



H. bài 7-36

2) $t = 32\text{ph}12\text{s}$.

7.36 - Bể chứa có dạng hình nón cụt, đường kính đáy dưới là D . Xác định thời gian t để (468) tháo cạn chất lỏng qua lỗ ở đáy có diện tích s_0 .

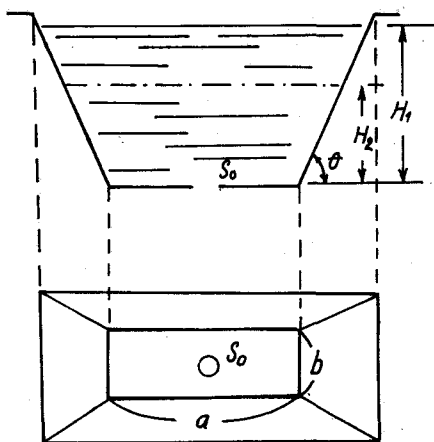
Đáp số: $t = \frac{\pi \sqrt{h}}{2\mu s_0 \sqrt{2g}} \left(D^2 + \frac{4}{3} D h \cot \theta + \frac{4}{5} h^2 \cot^2 \theta \right)$.

7.37* - Xác định thời gian t của sự thay đổi mức nước từ H_1 đến H_2 khi chảy từ bể hình (469) tháp có các đáy là hình chữ nhật qua lỗ diện tích s_0 đặt ở đáy dưới.

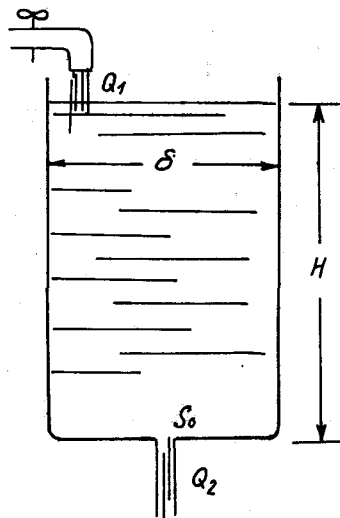
Góc nghiêng của các thành bình với mặt nằm ngang là θ và ψ .

Đáp số: $t = \frac{2}{\mu s_0 \sqrt{2g}} \left[ab(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}) + \frac{2}{3} (a \cot \theta + b \cot \psi) \right]$

$\left(H_1^{3/2} - H_2^{3/2} \right) + \frac{4}{5} \cot \theta \cot \psi (H_1^{5/2} - H_2^{5/2}) \Big]$.



H. bài 7-37



H. bài 7-38

- 7.38 - Người ta cho nước với lưu lượng không đổi Q_1 chảy vào bể hình lăng trụ đứng có lỗ (470) ở đáy diện tích s_0 . Trong thời điểm này mức nước tại bể cách đáy một khoảng H :
 Tìm luật biến đổi lưu lượng Q_2 chảy qua lỗ theo hàm số thời gian t , nếu diện tích mặt cắt ngang của lăng trụ là S .

$$\text{Đáp số : } t = \frac{S}{\mu^2 s_0^2 2g} \left[Q_{02} - Q_2 - Q_1 \ln \frac{Q_1 - Q_{02}}{Q_1 - Q_2} \right],$$

trong đó Q_{02} - lưu lượng ban đầu khi chảy.

- 7.39* - Dụng cụ đo độ nhớt Angole bao gồm một bình hình (471) trụ đường kính $D = 2R = 10,6\text{cm}$ và một ống nhỏ đường kính $d = 2r = 0,29\text{cm}$ dài $l = 2\text{cm}$ gắn vào giữa đáy bình. Khi cho chảy một thể tích chất lỏng $V = 200\text{cm}^3$ thì mặt thoáng giảm từ độ cao $h_0 = 5,2\text{cm}$ đến $h_1 = 2,93\text{cm}$.

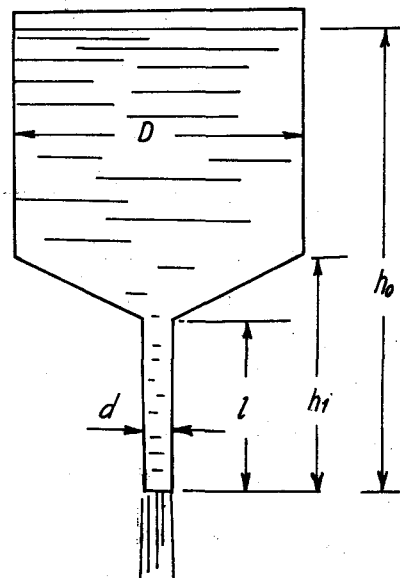
Xác định sự phụ thuộc giữa thời gian chảy t và hệ số nhớt ν ; bỏ qua ma sát trong bình và gia tốc chất lỏng, coi dòng chảy trong ống là dòng chảy tầng.

$$\text{Đáp số : } t = \frac{8\nu l R^2}{gr^4} \left[\ln \frac{C_0 - 1}{C_1 + 1} + C_0 - C_1 \right]$$

$$\text{ở đây } C_0 = \sqrt{1 + kh_0}, C_1 = \sqrt{1 + kh_1}.$$

$$k = \frac{r^4 g}{32\nu^2 l^2}$$

với nước thì $t = 51\text{s}$.



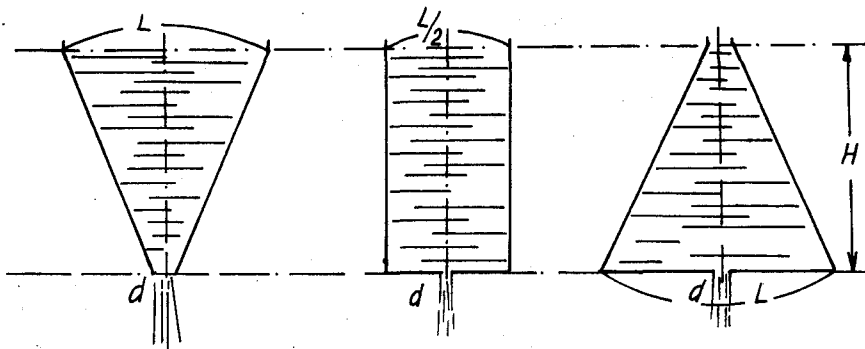
H. bài 7-39

7.40 - Ba bể chứa đầy chất lỏng có cùng thể tích V_0 và độ cao H . Nước từ bể chảy tự do qua lỗ cùng có diện tích như nhau ở chính giữa đáy. Xác định biểu thức tính thời gian t qua V_0 và lưu lượng của nó, nếu diện tích cắt ngang của tất cả các bể chứa đều có dạng hình chữ nhật.

Đáp số : $t_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{V_0}{Q_0}$;

$t_2 = 2 \frac{V_0}{Q_0}$;

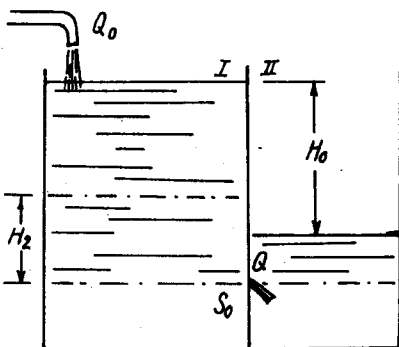
$t_3 = \frac{8}{3} \cdot \frac{V_0}{Q_0}$;



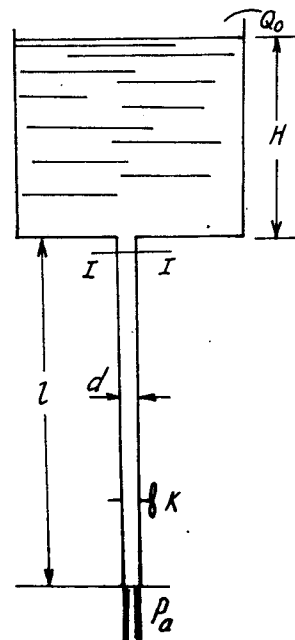
H. bài 7-40

7.41 - Tìm thời gian để hai mức dầu ở hai bể chứa ghép ngang nhau, nếu dầu từ bình I (473) theo lỗ có diện tích s_0 chảy qua bình II. Biết diện tích cắt ngang của hai bể S_1 và S_2 là cố định, $Q_v = 0$, hệ số lưu lượng qua lỗ là μ .

Đáp số : $t = \frac{2S_1S_2H_0}{(S_1 + S_2)\mu s_0 \sqrt{2gH_0}}$



H. bài 7-41



H. bài 7-42

7.42 - Theo điều kiện và hình vẽ bài 7-41, dầu từ ngoài chảy vào bể I với lưu lượng (474) $Q_v = \text{const}$ và dầu từ bể đó chảy qua bể II qua lỗ có diện tích là s_o ở phía dưới.

Xác định thời gian mức dầu trong bể chứa I thay đổi từ H_o đến H_2 .

$$\text{Đáp số : } t = \frac{2V_o}{Q_o} \left[1 - \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} + \frac{Q_v}{Q_o} \ln \frac{1 - \frac{Q_v}{Q_o}}{\sqrt{\frac{H_2}{H_o}} - \frac{Q_v}{Q_o}} \right]$$

Với V_o - thể tích dầu bể I ở mức H_o ;

$Q_o = \mu s_o \sqrt{2gH_o}$ - Lưu lượng tại thời điểm ban đầu.

7.43 - Nước với lưu lượng $Q_o = 10\text{l/s}$ chảy vào bể chứa và được tháo ra theo vòi đặt thẳng (475) đứng qua lỗ ở đáy. Vòi dài $l = 2\text{m}$ và có đường kính $d = 50\text{mm}$. Giả sử thành vòi trơn, hệ số tổn thất cục bộ của van K là $\zeta_k = 2$. Xác định mức nước trong bể chứa H .

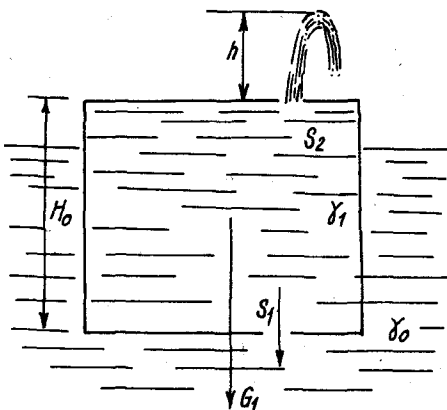
Đáp số : $H = 3,5\text{m}$.

7.44 - Bể chứa có chiều cao H_o đựng đầy dầu với dung tích V và trọng lượng riêng γ_1 ; bể (476) nổi trong nước có trọng lượng riêng γ_o . Trọng lượng của bể (không kể dầu) là G . Bên trên bể có một cửa mở nắp có diện tích s_2 . Lỗ bị thủng ở đáy có diện tích s_1 ($s_1 \gg s_2$).

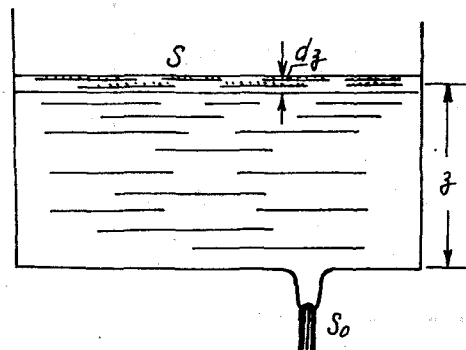
Xác định chiều cao h tại thời điểm ban đầu mà tia dầu có thể đạt được, nếu bỏ qua lực cản của không khí. Đồng thời tính thời gian t để bể chìm hẳn trong nước.

$$\text{Đáp số : } h = \varphi^2 \frac{H_o G}{\gamma_1 V}$$

$$t = \frac{V}{\mu s_2 \sqrt{2g \frac{GH}{\gamma_1}}} \left[1 - \frac{G}{V(\gamma_o - \gamma_1)} \right].$$



H. bài 7-44



H. bài 7-45

7.45 - Một bể chứa nước có chiều dài 10m, chiều rộng 5m và sâu 2m được tháo cạn nước (477) nhờ một lỗ ở đáy có diện tích $s_0 = 0,5\text{dm}^2$. Tính thời gian để tháo cạn bể chứa. Giả thiết bỏ qua tổn thất tại lỗ và cho $g = 10\text{m/s}^2$.

Đáp số :
$$t = \frac{S}{s_0} \int_{Z_m}^0 \frac{-dz}{\sqrt{2gz}} = \frac{2S}{s_0} \sqrt{\frac{Z_m}{2g}} ;$$

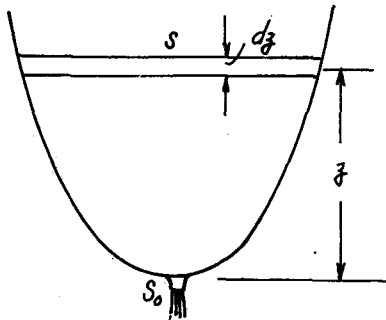
 $Z_m = 2\text{m}, t = 1^{\text{h}}45'20''.$

7.46 - Bình chứa có dạng bình lọc $S = Az^n$, A - hằng số. (478)

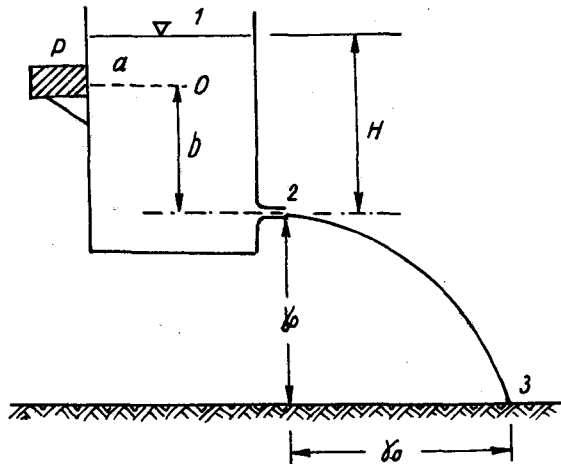
Tính thời gian $t_{1,2}$ để tháo chất lỏng qua vòi tiết diện s_0 từ độ sâu z_1 đến z_2 . Cho hệ số co hẹp của vòi $\varepsilon = 1$. Tính $t_{1,2}$ đối với bể có tiết diện hình chữ nhật ($S = A$).

Đáp số :
$$t_{1,2} = \frac{A}{\left(h + \frac{1}{2}\right) s_0 \sqrt{2g}} \left[z_1^{n+\frac{1}{2}} - z_2^{n+\frac{1}{2}} \right]$$

 Đặt $\theta = \frac{z_i S_i}{s_0 \sqrt{2gz_i}}$ ta có $t_{1,2} = \frac{1}{n + \frac{1}{2}} (\theta_1 + \theta_2).$
 Khi $S = A$, $t_{1,2} = 2(\theta_1 - \theta_2).$



H. bài 7-46



H. bài 7 - 47

7.47 - Bình chứa nước có thể quay xung quanh trục quay O nằm ngang. Tại thành bình gần (479) đáy có vòi phun đường kính $d = 2\text{cm}$. Với cột áp không đổi $H = 2\text{m}$, vòi phun vạch ra một đường parabol có tọa độ điểm 3 là x_0, y_0 , trong đó $x_0 = 162\text{cm}$ và $y_0 = 35\text{cm}$.

a) Tính hệ số vận tốc $\varphi_2 = \frac{v_2}{v_{1t}}$

cho biết $g = 9,81\text{m/s}^2$.

b) Tính hệ số co hẹp của vòi ε , cho biết $a = 20\text{cm}$, $b = 105\text{cm}$, $H = 2\text{m}$, $P = 38,46\text{N}$.

c) Tính tổn thất năng lượng giữa hai mặt cắt 1 và 2 công suất tiêu hao tương ứng.

Đáp số : a) $\varphi_2 = \frac{v_2}{v_{11}} = \frac{6,065}{6,264} \approx 0,97$

b) Từ các biểu thức :

$$R = \rho \sigma v^2 = \frac{\gamma}{g} \varepsilon S v_2^2$$

Và $R_b = P_a$

suy ra $\varepsilon = 0,633$

c) $\Delta H = h_1 - h_2 - \frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_{11}^2 - v_2^2}{2g} = \frac{v_{11}^2}{2g} \quad (1) \quad \varphi_2^2 = H(1 - \varphi_2^2) = 0,12m$

$N = \gamma Q \Delta H = 0,145 \text{ kGm/s} = 1,43 \text{ W}$

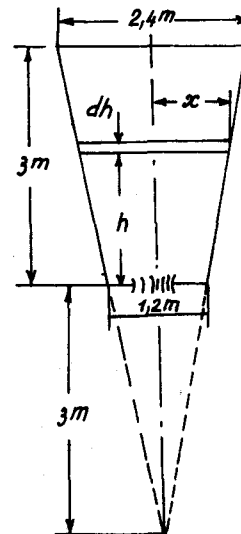
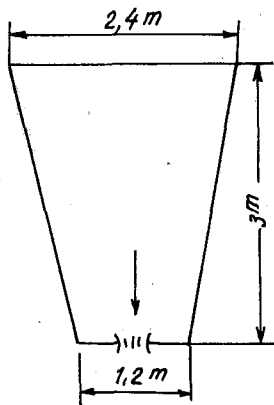
7.48 - Một bình chứa hình nón cụt với đường kính phía trên là 2,4m và đường kính phía dưới là 1,2m. Ở đáy có bố trí một lỗ tròn thành mỏng mà hệ số lưu lượng trung bình có thể lấy bằng 0,60. Hỏi đường kính lỗ là bao nhiêu để tháo hết nước của bình trong 6 phút, nếu độ sâu khi đầy bình là 3,0m.

Đáp số : $d_0^2 \int dt = \frac{-4\pi}{25\pi \times 0,6 \sqrt{2g}} \int_3^0 (3+h)^2 h^{-1/2} dh$

vì $\int dt = 360$, nên :

$$d_0^2 = \frac{14}{360 \times 25 \times 0,6 \sqrt{2g}} \int_0^3 (qh^{-1/2} + 6h^{1/2} + h^{3/2}) dh.$$

Lấy tích phân và giải ra ta được $d_0^2 = 0,00975$ và $d_0 = 0,0987 \text{ m}$. Ta dùng một lỗ có đường kính là $d_0 = 10 \text{ cm}$.



Chương 8.

TÍNH TOÁN THỦY LỰC ĐƯỜNG ỐNG

8.1 - Nước từ thùng kín A chảy vào bể chứa hở B theo ống dẫn 0-1-2 có kích thước khác nhau. Biết áp suất dư tại A : $p_{Ad} = 1,2 \text{at}$; $H_A = 1,0 \text{m}$; $H_B = 5,0 \text{m}$; $l_1 = 20 \text{m}$; $l_2 = 30 \text{m}$, $d_1 = 150 \text{mm}$; $d_2 = 200 \text{mm}$.

Tìm lưu lượng Q, cho biết hệ số cản dọc đường $\lambda_1 = 0,0356$ và $\lambda_2 = 0,0323$; $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,0$.
Dòng chảy dừng.

Giải :

Lập phương trình Bécnuili cho hai tiết diện a-a và b-b :

$$H_A + \frac{p_{Ad}}{\gamma} = H_B + h_{a-b}$$

Đặt

$$H = \frac{p_{Ad}}{\gamma} + H_A - H_B, \text{ ta có}$$

$H = h_{a-b}$, trong đó :

$h_{a-b} = \sum h_d + \sum h_c$ - tổng các tổn thất dọc đường và cục bộ khi chảy từ A đến B.

Theo công thức tính lưu lượng :

$$Q = \varphi S_1 \sqrt{2gH} \quad (a)$$

trong đó φ - hệ số vận tốc :

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + \lambda_2 \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{l_2}{d_2} + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3}} \quad (b)$$

Với S_1, S_2 là diện tích mặt cắt các ống 0-1 và 1-2 :

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} ; S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$$

Ta tìm hệ số vận tốc φ : Muốn vậy phải xác định các hệ số tổn thất cục bộ ζ_1, ζ_2 và ζ_3 .

Tổn thất cục bộ của dòng từ thùng A qua ống 0-1 là :

$$h_{c1} = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}, \text{ trong đó } \zeta_1 = 0,5$$

Tổn thất cục bộ từ ống 0-1 qua ống tới 1-2 là :

$$h_{c2} = \zeta_2 \frac{v_1^2}{2g} = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g};$$

do đó

$$\zeta_2 = \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2$$

Tổn thất cục bộ tại chỗ ống 1-2 nối với bể chứa lớn B là :

$$h_{c3} = \zeta_3 \frac{v_2^2}{2g} = 1,0 \frac{v_2^2}{2g}$$

Vì $v_1 S_1 = v_2 S_2$, nên :

$$h_{c3} = 1,0 \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} = \frac{d_1^4}{d_2^4} \cdot \frac{v_1^2}{2g}$$

do đó :

$$\zeta_3 = \frac{d_1^4}{d_2^4}$$

Đưa tất cả các giá trị vừa tìm được trên vào (b) ta tìm được φ :

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + 0,5 + \left(1 - \frac{d_1^2}{d_2^2}\right)^2 + \frac{d_1^4}{d_2^4}}} \quad (b')$$

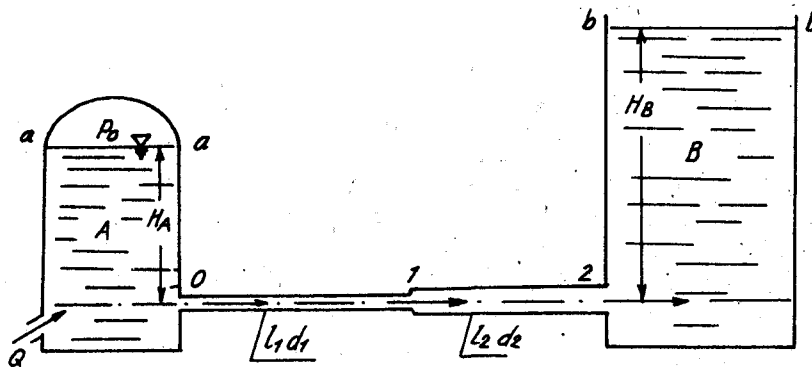
trong đó tất cả các đại lượng đều đã biết

Như vậy, lưu lượng Q của đường ống sẽ là :

$$Q = \varphi \frac{\pi d_1^2}{4} \sqrt{2gH} \quad (c)$$

thay số vào biểu thức (c) ta có :

$$Q = 92 \text{ l/s.}$$



H. bài 8-1

8.2 - Ống dẫn nước đường kính d đặt theo phương ngang có các lỗ cùng diện tích s_0 và (482) cách đều nhau một khoảng l . Cho biết các hệ số cản thủy lực λ đều như nhau cho tất cả các đoạn, tìm quan hệ các lưu lượng Q_n ; Q_{n-1} ; Q_{n-2} . Tại ba đoạn ống liền sát giữa các lỗ liên tiếp nhau.

Giải

Lưu lượng qua lỗ thứ $(n-1)$ bằng $Q_{n-1} - Q_{n-2}$

Đặt H_{n-1} cột áp ở tiết diện của lỗ này còn H_n - cột áp ở tiết diện lỗ tương ứng. Lúc ấy lưu lượng qua lỗ liên tiếp nhau sẽ là :

$$\left. \begin{aligned} Q_{n-1} - Q_{n-2} &= \mu s_0 \sqrt{2gH_{n-1}}; \\ Q_n - Q_{n-1} &= \mu s_0 \sqrt{2gH_n} \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

trong đó μ - hệ số lưu lượng qua lỗ.

Đồng thời tổn thất cột áp trong ống giữa hai lỗ thứ n và thứ $(n-1)$ có dạng :

$$H_n - H_{n-1} = \frac{8\lambda l}{\pi^2 g d^5} Q_{n-1}^2 \quad (b)$$

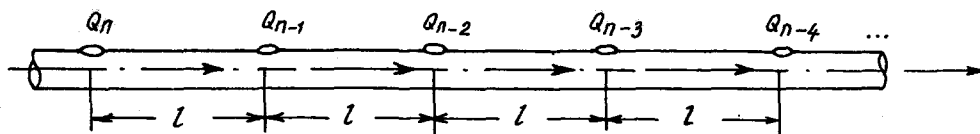
Từ (a) ta có :

$$\left. \begin{aligned} (Q_n - Q_{n-1})^2 &= \mu^2 s_0^2 2gH_n; \\ (Q_{n-1} - Q_{n-2})^2 &= \mu^2 s_0^2 2gH_{n-1} \end{aligned} \right\} \quad (a')$$

Do đó (b) có thể viết :

$$(Q_n - Q_{n-1})^2 - (Q_{n-1} - Q_{n-2})^2 = \frac{16\lambda \mu^2 s_0^2}{\pi d^2} Q_{n-1}^2 \quad (c)$$

Đó là đáp số của bài toán.



H. bài 8-2

8.3 - Máy bơm hút dầu xăng từ 15 xitéc nhờ một hệ thống ống gắn vào một ống chính có (483) đường kính $d = 257\text{mm}$ (H. bài 8.3). Thể tích của mỗi xitéc là $V = 50\text{m}^3$, khoảng cách giữa các ống hút ở mỗi xitéc là $l = 10\text{m}$, khoảng cách từ máy bơm đến ống hút cuối cùng là $L = 250\text{m}$, thời gian hút hết xăng trong các xitéc là một giờ, độ nhớt của xăng là $\nu = 0,01\text{St}$.

Xác định tổn thất áp lực tại ống hút của bơm h_H , nếu tổn thất tại điểm A là $\sum h_c = 0,7\text{m}$.

Tính theo công thức Ixaép, khi biết $k_{td} = 0,15\text{mm}$.

Giải :

(Đây là bài toán ống dẫn rẽ nhánh đều qua các lỗ có diện tích như nhau và phân phối đều trên ống chính).

Trước hết, ta xác định đường ống chính có gắn các ống hút xăng ở xitéc :

$$l' = (15 - 1)10 = 140\text{m.}$$

Giả thiết rằng quá trình hút xăng là đều. Lúc ấy lưu lượng trong ống chính sẽ là :

$$Q = \frac{50\text{m}^3 \cdot 15}{1\text{h}} = 750 \text{ m}^3/\text{h}$$

còn vận tốc trong đường ống chính được xác định :

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{750 \cdot 4}{3600 \cdot 0,05187} = 4,01\text{m/s}$$

Tính số Râyônôn :

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot 750 \cdot 10}{3600 \cdot \pi \cdot 0,257} = 1035000$$

Vì $\text{Re} > \text{Re}_{gh}^*$, vậy ta có dòng chảy rối.

Ứng dụng công thức Ixaép và biết độ nhám tương đương là $k_{td} = 0,15\text{mm}$, ta tìm được :

$$e = \left(\frac{0,15}{3,7 \cdot 25,7} \right)^{1,11} = 5,96 \cdot 10^{-6} \text{ và } \frac{6,81}{\text{Re}} = 6,6 \cdot 10^{-6}$$

Vậy hệ số cản dọc đường sẽ là :

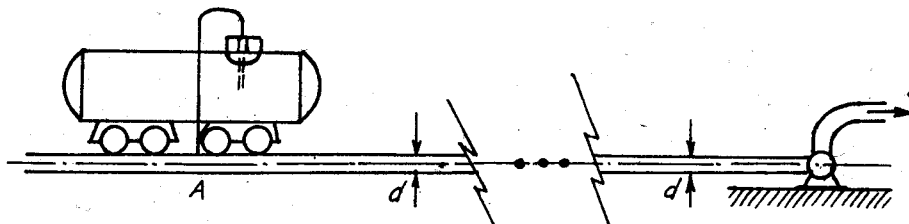
$$\lambda = \frac{1}{[1,81 \lg(6,6 \cdot 10^{-6} + 5,96 \cdot 10^{-6})]^2} = 0,0177$$

Do đó ta tìm được tổn thất dọc đường của đường ống chính là :

$$h_d = 0,0177 \cdot \frac{110}{0,257} \cdot \frac{4,01^2}{2 \cdot 981} = 6,2 \text{ m}$$

Cuối cùng ta có tổng tổn thất áp lực.

$$h_w = h_d + \sum h_c = 6,9 \text{ m.}$$



H. bài 8-3

8.4 - Bơm li tâm bơm nước từ sông lên ruộng ở độ cao $\Delta z = 10\text{m}$ so với mặt sông. Lưu lượng của ống hút và ống đẩy là $Q = 50\text{l/s}$ khi nước ở nhiệt độ $= +10^\circ\text{C}$. Ống dẫn (kể cả ống hút và ống đẩy) dài $L = 200\text{m}$, đường ống gang cũ có một van một chiều cùng với mạng lưới lọc ($\zeta_l = 10$) một khóa Ludlô ($\zeta_k = 0,3$) và 5 chỗ ngoặt 90° ($\zeta_n = 0,26$).

Xác định công suất N của máy bơm, nếu hiệu suất toàn phần là $\eta = 0,85$. (Khi xác định tổn thất áp lực dùng công thức Sêvêlêp).

Giải.

Đây là bài toán đường ống có bơm làm việc. Ta có công thức để tính công suất của máy bơm :

$$N = \frac{\gamma Q H}{75 \eta} \text{ m.l} = \frac{\gamma Q H}{102} \text{ kW} \quad (*)$$

trong đó γ - trọng lượng riêng chất lỏng, Q - lưu lượng (hay còn thường gọi là năng suất máy bơm), η - hiệu suất toàn phần của nó và H - cột áp toàn phần.

Trước hết tính cột áp H :

$$H = h_{wh} + h_{wd} + \Delta H + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} \quad (a)$$

trong trường hợp này $\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 0$ vì tại đầu ống hút và cuối đầu ống là áp suất khí trời ($p_1 = p_2 = p_a$).

h_{wh} - tổng tổn thất áp lực ở ống hút ;

h_{wd} - tổng tổn thất áp lực ở ống đẩy ;

Δh - độ chênh giữa hai vị trí cuối ống đẩy và ống hút ; ở đây chính là $\Delta z = 10\text{m}$.

Theo điều kiện bài toán ta phải tính toán chung cho cả ống hút và ống đẩy, do đó :

$$h_{wh} + h_{wd} + h_w = h_d + h_{cl} + h_{c2} + h_{c3} \quad (b)$$

Lần lượt tính :

$$h_d = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Muốn xác định λ phải xác định trạng thái dòng chảy trong ống, tức là tìm số Re :

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{4Qd}{\pi d^2 \nu} = \frac{4Q}{\pi d \nu}$$

Nước ở 10°C có $\nu = 0,0131\text{St} = 0,0131 \cdot 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$.

Vậy

$$Re = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^4}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,203 \cdot 0,0131} = 2,4 \cdot 10^5$$

Vì $Re \gg Re_c^*$ nên ta dùng công thức Sêvêlep cho dòng rối để tìm λ

$$\lambda = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{d} + \frac{1}{Re} \right)^{0,30} = \dots = 0,033$$

Do đó :

$$h_d = 0,033 \cdot \frac{200}{0,203} \cdot \frac{160^2}{\pi d^4 \cdot 2g} = 0,264 \frac{1}{d} \cdot \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4};$$

$$h_{c1} = 10 \frac{v^2}{2g} = 10 \cdot \frac{160^2}{\pi^2 d^4 2g} = 80 \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4}$$

$$h_{c2} = 0,3 \frac{v^2}{2g} = 0,3 \cdot \frac{160^2}{\pi^2 d^4 2g} = 80 \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4}$$

$$h_{c3} = 5 \cdot 0,26 \frac{v^2}{2g} = 1,3 \cdot \frac{160^2}{\pi^2 d^4 \cdot 2g} = 10,4 \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4}$$

Như vậy ta có tổng các tổn thất cục bộ và dọc đường của toàn bộ đường ống gồm ống hút và ống đẩy của bơm là :

$$h_w = \left(0,264 \frac{1}{d} + 80 + 2,4 + 10,4 \right) \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4} \quad (b')$$

Đưa (b') vào (a) ta tìm được áp lực toàn phần của bơm :

$$H = 10m + \left(0,264 \frac{1}{d} + 80 + 2,4 + 10,4 \right) \frac{Q^2}{\pi^2 g d^4} \quad (a')$$

Đưa các giá trị đã cho vào (a') ta được :

$$H = 24mH_2O.$$

Cuối cùng, đưa trị số của H vào (*) để tìm công suất máy bơm :

$$N = \frac{\gamma Q H}{75 \eta} = \frac{1.000 \cdot 3 \cdot 24}{60 \cdot 75 \cdot 0,85} = 18,82m.l.$$

hoặc :

$$N = \frac{\gamma Q H}{102 \eta} = \frac{1.000 \cdot 3 \cdot 24}{60 \cdot 102 \cdot 0,85} = 13,96kW.$$

8.5 - Xác định áp suất máy bơm B_1 cần phải đạt được để đưa dầu xăng từ bể chứa C theo (485) hệ thống đường ống qua bơm B_2 đến động cơ (H. bài 8.5). Biết rằng lưu lượng cần đặt là $G = 20kG/ph$, đường ống dài $l = 5m$ có $2d = 15mm$, dọc ống có 3 chỗ uốn ($\zeta_u = 1,2$) một van một chiều ($\zeta_v = 7$) một khóa ($\zeta_k = 1,5$), một bộ phận lọc dầu ($\zeta_l = 2$) ; áp suất của bơm phun là $p_2 = 1,9at$; độ nhớt của dầu $\nu = 0,45St$ và trọng lượng riêng của nó $\gamma = 820kG/m^3$ ($8.044N/m^3$). Bỏ qua tổn thất dòng chảy từ bể qua bơm.

Giải :

Trước hết ta phải xác định chế độ dòng chảy trong đường ống để tìm hệ số λ .

Muốn thế ta tìm vận tốc :

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4G}{\pi d^2 \gamma} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 10^3}{60 \cdot 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 0,82} = 240cm/s$$

và số Rây-nôn :

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{240 \cdot 1,5}{0,045} = 8.000.$$

Vậy trong ống có dòng chảy rối

Trường hợp này ta dùng công thức của Côt-nak-ôp để tính λ cho dòng rối.

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2} = \frac{1}{(1,8 \lg 8000 - 1,5)^2} = 0,0328$$

Theo điều kiện bài toán ta có thể tìm tổng tổn thất áp suất trong quá trình chuyển vận của chất lỏng từ bơm B_1 đến động cơ :

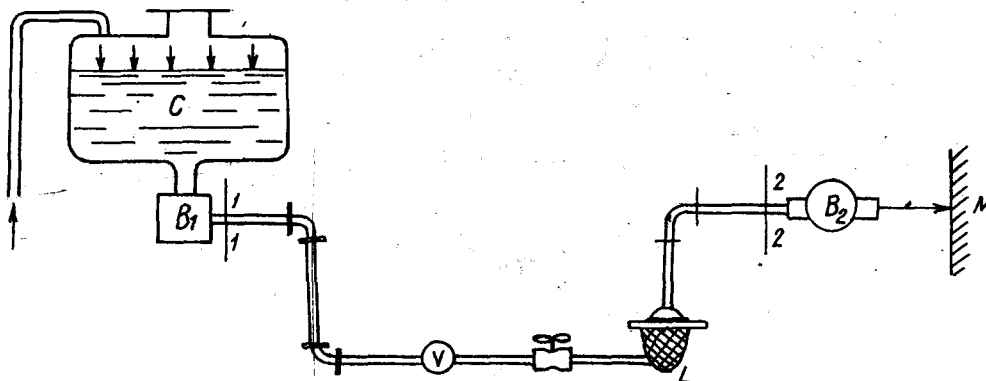
$$\sum p_i = \gamma \left(\lambda \frac{l}{d} + 3\zeta_u + \zeta_v + \zeta_k + \zeta_L \right) \frac{v^2}{2g}$$

Thay số ta có :

$$\sum p_i = 6.000 \text{ kg/m}^2 = 0,6 \text{ kG/cm}^2 = 5,886 \text{ N/cm}^2$$

Như vậy áp suất mà máy bơm B_1 cần phải đặt được để dầu xăng từ bể chứa C đến động cơ sẽ là :

$$p_1 = p_2 + \sum p_i = 1,9 \text{ kG/cm}^2 + 0,6 \text{ kG/cm}^2 = 2,5 \text{ kG/cm}^2 = 24,525 \text{ N/cm}^2 = 2,5 \text{ at.}$$



H. bài 8-5

- 8.6 - Chất lỏng từ bình chứa theo ống dẫn ra ngoài (H. bài 8-6). Tìm sự biến thiên vận tốc theo thời gian của dòng trong giai đoạn đầu, nếu biết hệ số hiệu chỉnh động năng là α , hệ số tổn thất dọc đường là λ và hệ số tổn thất cục bộ từ bình qua ống là ζ_v . Biết đoạn ống dài l có đường kính $d = \text{const}$. Xác định thời gian τ_1 khi vận tốc trong ống đạt 99% giá trị vận tốc dòng chảy dừng v_0 ; tìm vận tốc v_0 ở trạng thái chảy dừng và lưu lượng Q_1 tại thời điểm τ_1 .

Giải :

Phương trình Béc-nu-li cho dòng chất lỏng không dừng, theo điều kiện bài toán có dạng :

$$\frac{p_a}{\gamma} + h = \frac{p_a}{\gamma} + \alpha \frac{v^2}{2g} + h_w + h_i \quad (a)$$

trong đó :

$$h_w = h_d + h_c = \lambda \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} + \zeta_v \frac{v^2}{2g}$$

$$h_i = \frac{1}{d} \cdot \frac{dv}{d\tau} - \text{tổn thất năng lượng do quán tính vì dòng không dừng.}$$

Đưa các biểu thức trên vào (a) ta được :

$$h = \left(\alpha + \zeta_v + \lambda \frac{1}{d} \right) \frac{v^2}{2g} \frac{1}{d} \cdot \frac{dv}{d\tau} \quad (b)$$

Hoặc

$$\frac{dv}{d\tau} = \frac{g}{1} \left[h - \frac{v^2}{2g} \left(\alpha + \zeta_v + \lambda \frac{1}{d} \right) \right] \quad (c)$$

Công thức (c) biểu diễn biến thiên vận tốc theo thời gian của dòng trong giai đoạn đầu : giai đoạn chảy không dừng. Từ (c) ta tìm được biểu thức xác định vận tốc của dòng chảy dừng, nghĩa là khi $\frac{dv}{d\tau} = 0$, ta có :

$$v_o = \sqrt{\frac{2gh}{\alpha + \zeta_v + \lambda \frac{1}{d}}} \quad (d)$$

Đưa (d) vào (c) và sau một số phép biến đổi đơn giản, ta được :

$$d\tau = \frac{lv_o^2}{gh} \cdot \frac{dv}{v_o^2 - v^2}$$

Lấy tích phân biểu thức trên ta được biểu thức tìm thời gian τ :

$$\tau = \frac{lv_o^2}{2gh} \ln \frac{v_o + v}{v_o - v} \quad (e)$$

Khi $\tau_1 = 0,99v_o$ thì thời gian sẽ là :

$$\tau_1 = 5,29 \frac{lv_o}{2gh} = \frac{5,29}{A} \quad (f)$$

Với

$$A = \frac{2gh}{lv_o}$$

Muốn tính lưu lượng tại thời điểm τ_1 ta phải tìm vận tốc của nó.

- Từ (e) ta có :

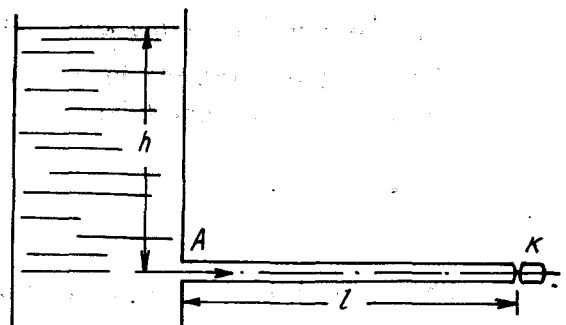
$$v = v_o \frac{\exp A\tau_1 - 1}{\exp A\tau_1 + 1} = v_o \text{th} \frac{A\tau_1}{2}$$

Lúc đó lưu lượng sẽ là :

$$Q_1 = Sv = \frac{\pi d^2}{4} v_o \text{th} \frac{A\tau_1}{2} = Q_o \text{th} \frac{A\tau_1}{2}$$

Với $Q_o = \frac{\pi d^2}{4} v_o$ - lưu lượng khi

dòng chảy dừng.



H. bài 8-6

8.7 - Nước chảy trong ống dẫn với vận tốc trung bình $v_{tb} = 1\text{m/s}$. Ống dẫn bằng thép (487) cứng có đường kính trong $d = 305\text{mm}$ và dày $\delta = 10\text{mm}$.

Xác định độ tăng áp Δp khi xảy ra nước va trong ống theo công thức Jukôpxki khi đóng khóa đột ngột.

Giải :

Từ công thức Jukôpxki ta có thể viết :

$$\Delta p = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2rK}{\delta E}}} \rho_v = \rho_{va}$$

Theo điều kiện bình thường của nước ta có $\rho = 1.000\text{kg/m}^3$, $K = 207.10^8\text{kG/m}^2 = 2,03.10^6\text{kN/m}^2$;

$\frac{K}{E} = 0,01$ (cho ống thép), do đó $\sqrt{\frac{K}{\rho}} = 1425\text{m/s}$.

Từ các điều kiện trên ta tìm được vận tốc truyền sóng và trong nước là :

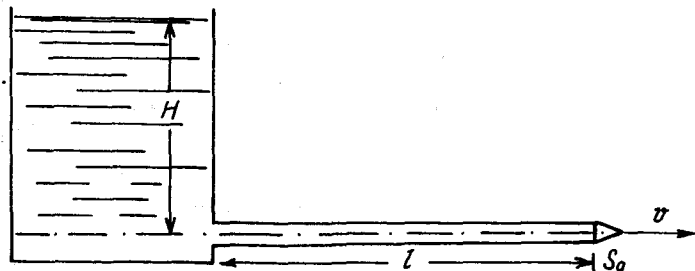
$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0,01 \cdot \frac{305}{10}}} = 1239,75\text{m/s}.$$

Như vậy trị số tăng áp do nước va trong ống sẽ là :

$$\Delta p = \rho_{va} = 102.1.1239,75 = 126454,5\text{kG/m}^2 = 1240,42\text{kN/m}^2$$

hay $\Delta p \approx 12,65\text{at}$.

8.8 - Nước từ bể chứa lớn thoát (488) ra ngoài theo ống dẫn. Ở cuối ống gắn một vòi phun có diện tích mặt cắt $s_0 = 30\text{cm}^2$. Biết $Q = 40\text{l/s}$, $l = 900\text{m}$, $H = 22\text{m}$, hệ số lưu lượng ống phun $\mu = 0,92$, $\lambda = 0,0323$.



II. bài 8-8

Tìm đường kính của ống d .

Đáp số : $d = 200\text{mm}$.

8.9 - Bể chứa hình khối chữ nhật rộng 2,1 dài 3m và cao 2m cần chứa đầy nước trong (489) khoảng thời gian $t = 30\text{ph}$.

Xác định đường kính d của ống dẫn nước vào bể chứa đó dưới áp lực ban đầu $H = 2,6\text{m}$ cột nước kể từ nơi lấy nước. Biết đường ống dài $l \approx 150\text{m}$, hệ số $n = 0,014$ (tính theo công thức Manning).

Đáp số : $d = 100\text{mm}$.

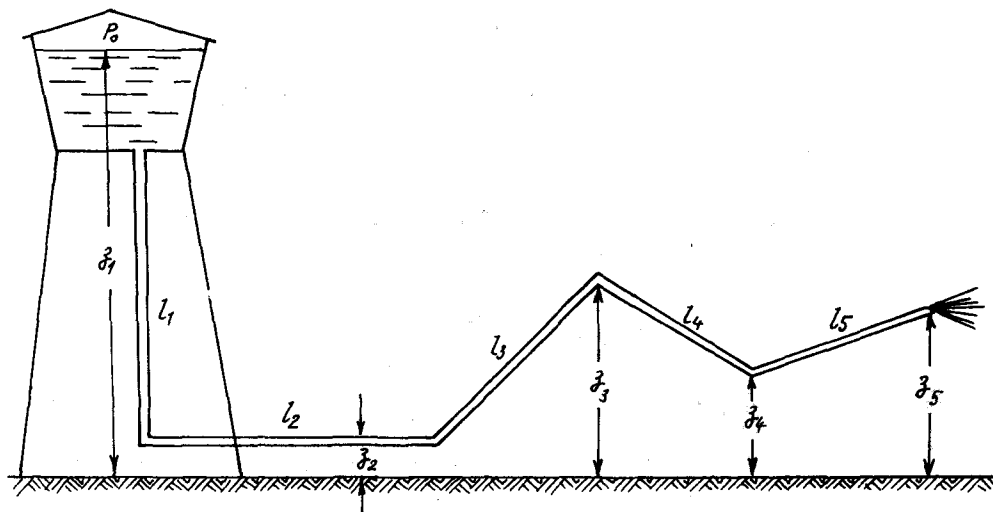
8.10 - Xác định đường kính của ống dẫn để đưa được dòng nước có lưu lượng $Q = 20 \text{ l/s}$ (490) về đường áp suất dư và đường kĩ năng lượng.

Cho biết độ cao các tâm dòng so với mặt chuẩn $z_1 = 24\text{m}$, $z_2 = 5\text{m}$, $z_3 = 14\text{m}$, $z_4 = 8\text{m}$, $z_5 = 10\text{m}$ và các chiều dài tương ứng :

$$l_1 = 7\text{m}, l_2 = 44\text{m}, l_3 = 22\text{m}, l_4 = 17\text{m}, l_5 = 10\text{m}$$

Biết độ nhám $n = 0,012$, độ nhớt của nước $\nu = 0,0131 \text{ St}$ (chú ý : tìm λ theo công thức của Manning khi xét số Re).

Đáp số : $d \geq 0,048\text{m}$ (lấy tròn : $d \geq 5\text{cm}$).



H. bài 8-10

8.11 - Hai chất lỏng có độ nhớt khác nhau cùng chuyển động trong hai đường ống có cùng (491) kích thước và cùng vật liệu như nhau.

Xác định tỉ số các lưu lượng của chúng (Q_1/Q_2) nếu chúng chuyển động dưới cùng một áp lực và cùng một chế độ dòng chảy.

$$\text{Đáp số : } \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} \right)^{\frac{m}{2-m}}$$

Với m - số mũ trong công thức mở rộng của Lâybenzôn.

8.12 - Máy bơm phun tia hút nước lên độ cao $H_1 = 4\text{m}$ và đẩy nước lên bể chứa đến mặt (492) mức $H_2 = 2\text{m}$.

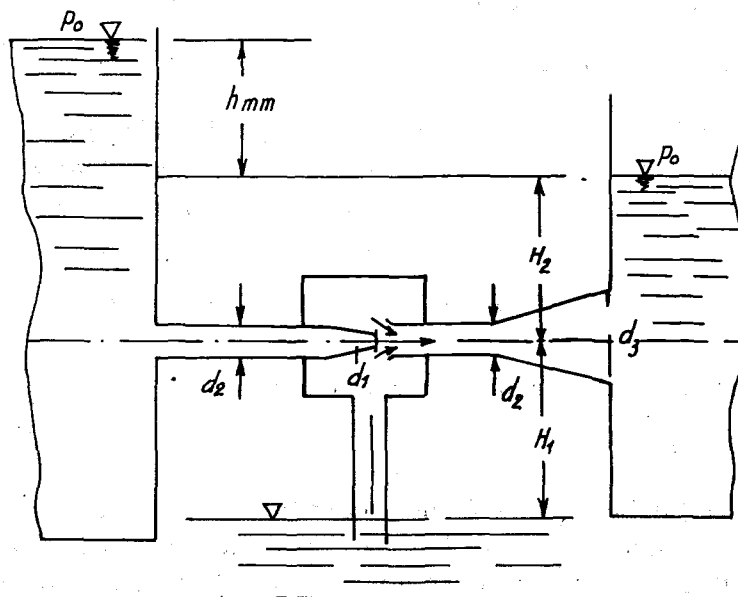
Xác định độ cao cực tiểu cần thiết của bể chứa nước phun so với mặt thoáng bể chứa $h_{\min}$ để máy bơm có thể làm việc được.

Tính lưu lượng nước đi qua ống phun đường kính d_2 . (Khi giải chỉ cần tính tổn thất năng lượng khi dòng mở rộng đột ngột trong ống phun và mũi phun ; giả sử tổn thất

trong ống phun bằng 25% tổn thất khi dòng mở rộng đột ngột với tỉ số các diện tích mặt cắt trên là s_2/s_3).

Đáp số : $h_{\min} = 8,1\text{m}$

$Q = 5,2\text{l/s}$.

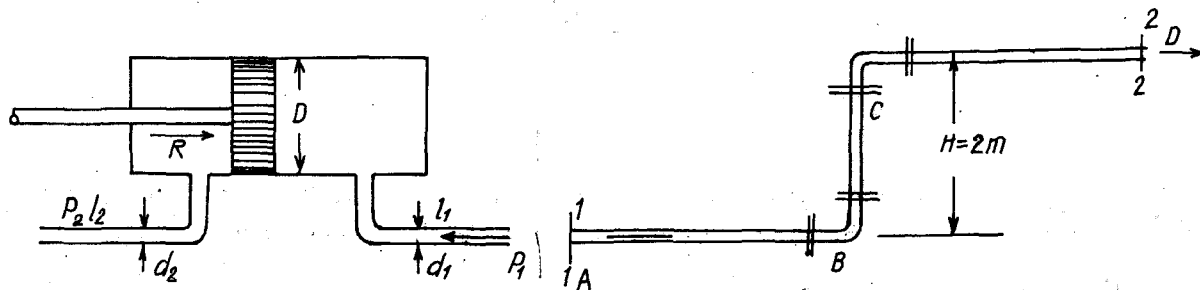


H. bài 8-12

- 8.13 - Xác định áp suất dư cần thiết trong ống dẫn vào của hệ thống truyền động thủy lực p_1 .
 (493) Vận tốc yêu cầu của pittông $v = 1\text{m}$, lực $R = 400\text{kG}$ để khắc phục áp suất dư ở ống thoát ra $p_2 = 0,5\text{at}$, lực ma sát giữa pittông và xilanh là $20\%R$. Ống xilanh được chứa đầy dầu ép có độ nhớt $\nu = 2,3\text{St}$ trọng lượng riêng $\gamma = 900\text{kG/m}^3 = 8.829\text{N/m}^3$.

Ống dẫn vào dài $l_1 = 20\text{m}$, đường kính $d_1 = 15\text{mm}$, ống thoát dài $l_2 = 5\text{m}$, $d_2 = 15\text{mm}$; đường kính xilanh là $D = 225\text{mm}$.

Đáp số : $p_1 = 18,6\text{at}$.



H. bài 8-13

H. bài 8-14

- 8.14 - Xác định độ giảm áp suất trên đoạn AB của ống dẫn và công suất cần thiết để xăng (494) ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ với lưu lượng $Q = 30\text{l/s}$ chảy từ A đến D. Ống có đường kính $d = 100\text{mm}$, đoạn AB và CD cùng dài 10m, đoạn B dài 2m độ nhám dẫn xuất là $k_1 = 0,05\text{mm}$, hệ số tổn thất ở 2 chỗ uốn $\zeta_u = 0,2$.

Đáp số : $\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{P_1 - P_c}{\gamma} = 6,7\text{m H}_2\text{O}$

$N = 200\text{kGm/s} = 2,67\text{m.l.}$

- 8.15 - Dầu diesel ở nhiệt độ $t = 10^\circ\text{C}$ ($\nu = 0,097\text{St}$). Với lưu lượng $Q = 10\text{l/s}$ chảy theo (495) ống dẫn thẳng có đường kính $d = 50\text{mm}$, dài $l = 10\text{m}$ theo phương nghiêng đến độ cao $H = 2\text{m}$. Cho biết áp suất trước miệng hút phía dưới là $p_1 = p_a + 0,2\text{at}$ và ở đây có bố trí mạng lưới chắn rác bẩn có hệ số $\zeta_L = 0,6$.

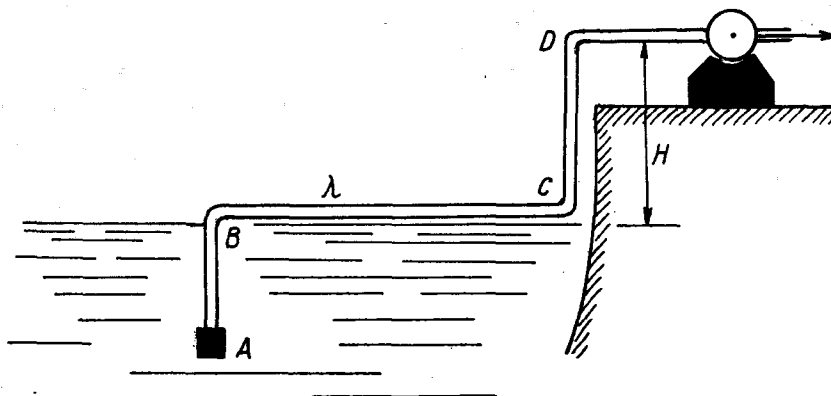
Xác định áp suất chân không cần thiết do máy bơm tạo nên để có thể đưa dầu lên được.

Dựng biểu đồ phương trình Bécnu-li, nếu cho ống trơn.

Đáp số : $p_{ck} = p_a - p = 0,68\text{at}$.

- 8.16 - Xác định độ cao đặt bơm lớn nhất nếu độ chân không trong ống không vượt quá (496) $8\text{mH}_2\text{O}$ để đảm bảo cho máy bơm làm việc an toàn với lưu lượng là $Q = 10\text{l/s}$. Biết hệ số $\lambda = 0,025$, hệ số cản cục bộ ở lưới $\zeta_L = 4,1$; ba đoạn uốn $\zeta_u = 0,3$; đoạn từ A - B dài 1m, đoạn B - C : 10m.

Đáp số : $H = 6,00\text{m}$.



H. bài 8-16

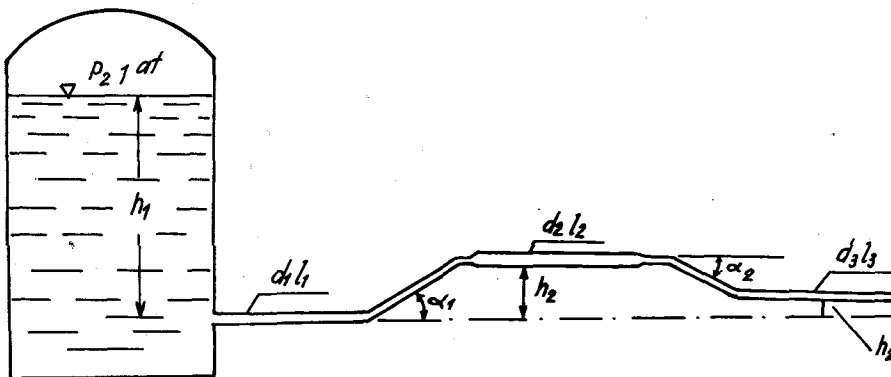
- 8.17 - Áp suất dư trên mặt thoáng của bể chứa có trị số $p_d = 1\text{at}$. Xác định lưu lượng nước (497) chảy trong ống khi cho rằng dòng chảy dừng và chế độ chảy của dòng ở trong vùng có độ nhám đều tương đương $\frac{k}{d} = \frac{1}{400}$.

Dựng đường đo áp và đường năng theo áp suất dư.

Cho biết :

$$\begin{array}{llll} h_1 = 5\text{m}, & d_1 = 50\text{mm}, & l_1 = 36\text{m}, & \alpha_1 = 30^\circ \\ h_2 = 3\text{m}, & d_2 = 100\text{mm}, & l_2 = 10\text{m} & \\ h_3 = 1\text{m}, & d_3 = 80\text{mm}, & l_3 = 26\text{m}, & \alpha_2 = 60^\circ. \end{array}$$

Đáp số : $Q = 7,020 \text{ l/s}$.



H. bài 8-17

8.18 - Nước ở nhiệt độ $t = 15^\circ\text{C}$ chảy từ bể chứa cao sang bể chứa thấp theo đường ống (498) có tiết diện thay đổi.

Cho biết kích thước đường ống :

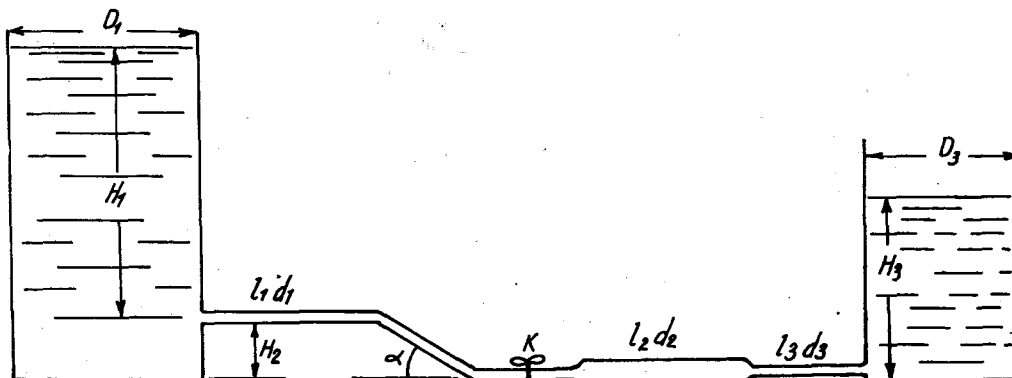
$$\begin{array}{llll} l_1 = 63\text{m}, & d_1 = 100\text{mm}, & \alpha_1 = 45^\circ, & \zeta_k = 2 \\ l_2 = 20\text{m}, & d_2 = 200\text{mm} & & \\ l_3 = 15\text{m}, & d_3 = 150\text{mm}. & & \end{array}$$

Cho chuyển động trong ống là dừng và chế độ dòng chảy là tới thành nhám hoàn toàn có độ nhám tương đương với kích thước $\frac{k}{d} = \frac{1}{400}$. Xác định lưu lượng và thời gian để mức nước ở hai bể chứa ngang nhau.

Biết $H_1 = 10\text{m}$, $H_2 = 2\text{m}$, $H_3 = 5\text{m}$, $D_1 = 5\text{m}$, $D_2 = 3\text{m}$.

Đáp số : $Q = 21 \text{ l/s}$.

$t = 58 \text{ ph}$.

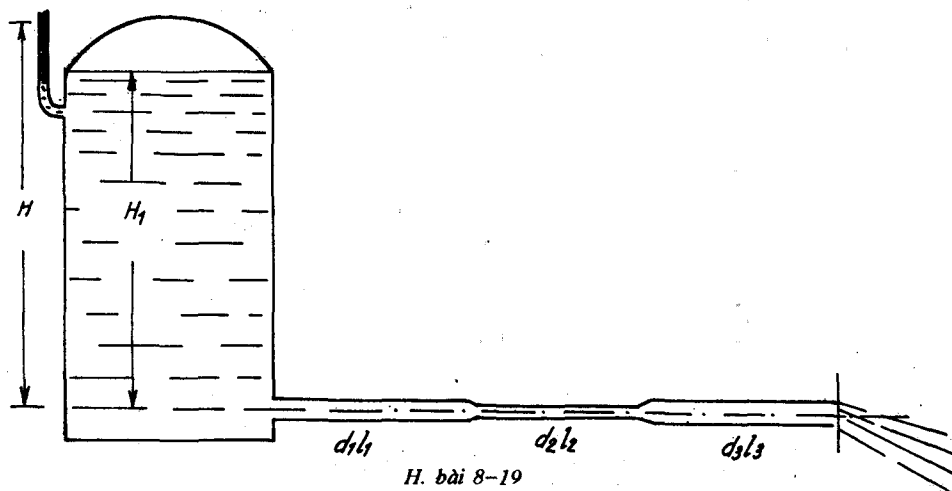


H. bài 8-18

8.19 - Xác định tổng cột áp H có thể đưa nước với lưu lượng $Q = 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$ từ bể kín qua (499) hệ thống dẫn ra ngoài. Cho biết $d_1 = 75 \text{ mm}$, $l_1 = 10 \text{ m}$, $d_2 = 50 \text{ mm}$, $l_2 = 5 \text{ m}$, $d_3 = 100 \text{ mm}$, $l_3 = 8 \text{ m}$. Ống làm bằng gang cũ ($\Delta = 1,35 \text{ mm}$) ; nước ở nhiệt độ $t = 10^\circ \text{C}$ (có $\nu = 0,0131 \text{ St}$) ; áp kế trong bể lúc ấy chỉ $p_m = 2,943 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 0,3 \text{ kg/cm}^2$.

Dựng đường năng và đường đo theo áp suất dư. Tính cột chân không $\frac{p_{ck}}{\gamma}$ tại tiết diện 3-3.

Đáp số : $H = H_1 + \frac{p_m}{\gamma} = 15,12 \text{ m}$ $\frac{p_{ck}}{\gamma} = p_a - \frac{p_3 - 3}{\gamma} = 0,32 \text{ m H}_2\text{O}$.

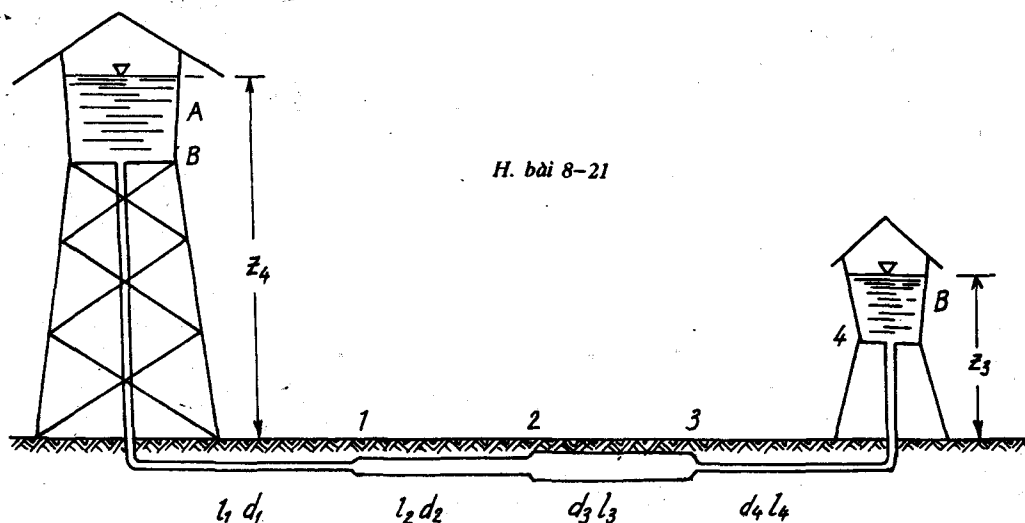


8.20 - Theo điều kiện bài toán 8.19 tìm lưu lượng Q nếu biết $H_1 = 12,12 \text{ m}$ áp suất trong (500) bình kính sẽ là chân không ; $p_{ck} = 0,3 \text{ kg/cm}^2 = 2,943 \text{ N/cm}^2$. Dựng đồ thị đường năng và đường đo áp theo áp suất dư ; tính cột chân không tại tiết diện 3-3.

Đáp số : $Q = 9,25 \text{ l/s}$.

$$\frac{p_{ck}}{\gamma} = \frac{p_{ck} - p_3 - 3}{\gamma} = 0,18 \text{ m H}_2\text{O}$$

8.21 - Biểu diễn bằng đồ thị sự biến thiên tổng áp lực theo chiều dài của hệ thống dẫn (501) nước mắc nối tiếp như hình



8.22 - Theo bài toán trên xác định : sau một giờ sẽ có bao nhiêu nước chảy từ bể A sang (502) bể B nếu giả sử dòng chảy dừng và cho biết các điều kiện sau :

$z_4 = 16\text{m}$, $z_3 = 3\text{m}$; các đoạn có kích thước :

0 - 1 :	$l_1 = 30\text{m}$,	$d_1 = 100\text{mm}$,	$\lambda_1 = 0,05$;
1 - 2 :	$l_2 = 15\text{m}$,	$d_2 = 150\text{mm}$,	$\lambda_2 = 0,10$;
2 - 3 :	$l_3 = 15\text{m}$,	$d_3 = 200\text{mm}$,	$\lambda_3 = 0,10$;
3 - 4 :	$l_4 = 20\text{m}$,	$d_4 = 100\text{mm}$,	$\lambda_4 = 0,05$.

và hệ số tổn thất cục bộ tại M và N : $\zeta_u = 2$.

Đáp số : $100,73\text{m}^3$.

8.23 - Ta có thể tăng được lưu lượng của ống dẫn có đường kính $d_1 = 257\text{mm}$ lên bao nhiêu (503) lần, nếu với cùng áp lực đã cho và cùng chất lỏng đó ta thay 25% toàn bộ đường ống đó bằng một ống dẫn có đường kính $d_2 = 305\text{mm}$.

Giải bài toán trên cho hai trường hợp :

+ chảy tầng ;

+ chảy rối trong ống tròn (ứng dụng trong công thức Blasius).

Đáp số : + chảy tầng : Q tăng 1,14 lần.

+ chảy rối : Q tăng 1,09 lần.

8.24 - Theo điều kiện bài toán 8.2 tìm sự liên hệ giữa các lưu lượng Q_n , Q_{n-1} , Q_{n-2} của (504) nước chảy qua 3 lỗ nằm liên tiếp nhau cho biết hệ số cản dọc đường là λ .

Đáp số : $(Q_{n-2}^2 - 2Q_{n-1}^2 + Q_n^2)^2 - 2Q_{n-1}(Q_{n-2}^2 - Q_n^2)N + Q_{n-1}^4 N^2 = 0$

$$\text{trong đó : } N = \frac{16\lambda \mu s^2 l}{\pi^2 d^5}$$

8.25 - Ống dẫn nước dài $l = 4.000\text{m}$ và đường kính $d = 509\text{mm}$ có lưu lượng $Q = 0,206\text{m}^3/\text{s}$ (505) = const. Cứ cách nhau 100m ống lại chia ra một nhánh để dẫn nước đến vị trí cần thiết. Lưu lượng cần cho mỗi vị trí là $q = 5\text{l/s} = \text{const}$.

Tính tổn thất cột áp h_w nếu giả thiết rằng lực cản tỉ lệ với bình phương vận tốc (tính theo công thức Angtósun và công thức Maning với điều kiện bình thường).

Đáp số : $h_w = 18,31$ theo Angtósun.

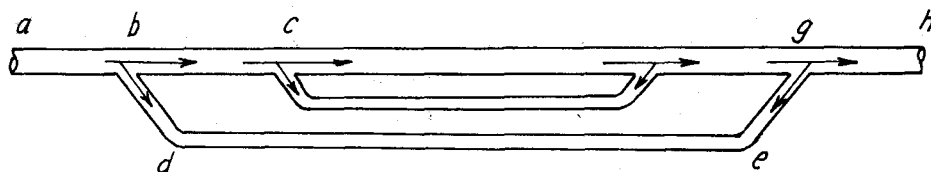
$h_w = 22,42\text{m}$ theo Maning.

8.26 - Ống dẫn nước dài $l = 2.000\text{m}$ và đường kính $d_1 = 400\text{mm}$ có một đoạn gắn bằng (506) ống có đường kính $d_2 = 500\text{mm}$ và dài $x_B = 500\text{m}$. Tại ống chính có một khóa ($\zeta_k = 0,3$), hai chỗ phân nhánh quay dòng 90° ($\zeta_c = 1,60$) và hai lỗ bần ($\zeta_k = 0,1$).

Xác định chiều dài tương đương l_{td} của toàn bộ đường ống theo đường kính d_1 (tính theo công thức Maning với các điều kiện bình thường).

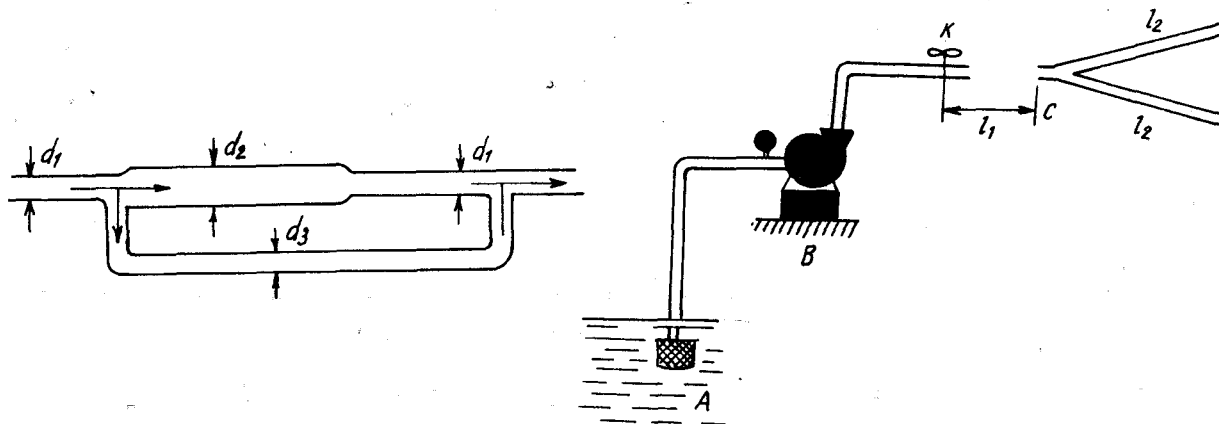
Đáp số : $l_{td} = 1.717\text{m}$.

8.27 - Cho hệ thống các đường ống mắc song song như hình vẽ. Đường ống chính abcefg (507) có $d = \text{const}$. Vẽ biểu đồ độ giảm tổng cột áp trong ống abcdefgh.



H. bài 8-27

8.28 - Vẽ biểu đồ độ giảm tổng cột áp của chất lỏng trong đường ống mắc song song (508) nếu biết $d_1 \neq d_2 \neq d_3$.



H. bài 8-28

H. bài 8-29

8.29 - Xác định công suất N của máy bơm B lấy dầu từ bể chứa A. Ống dẫn của bơm sau khi cách bơm $l_1 = 1000\text{m}$ thì chia làm hai nhánh bằng nhau và có cùng kích thước (chiều dài từ B đến khóa K coi như không đáng kể so với l_1 và l_2). $l_2 = 4000\text{m}$, $d_2 = 156\text{mm}$.

Đường kính đoạn BC là $d_1 = 203\text{mm}$. Với áp suất khí trời $h_0 = 736\text{mmHg}$ thì áp suất tuyệt đối ở miệng ống hút của bơm là $h_v = 8,33\text{mH}_2\text{O}$. Hiệu suất toàn phần của máy bơm là $\eta = 0,80$.

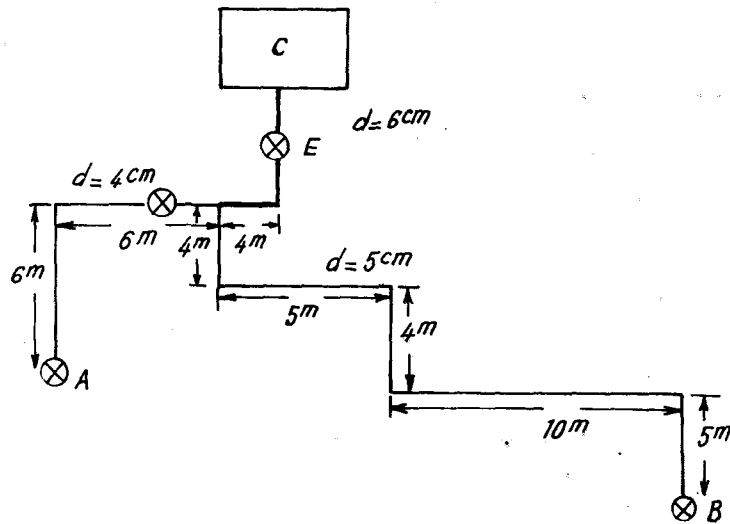
Đáp số : $N = 188,3\text{m.l.}$

8.30 - Từ bể nước lớn C có mặt mức cố định ta mắc một hệ thống ống dẫn trong mặt phẳng (510) ngang. Mức nước trong bể lớn $H = 3\text{m}$ (tính từ mặt phẳng ngang đó).

Xác định lưu lượng nước trong các ống tại các vị trí A và B (Q_A và Q_B) và vận tốc của nước tại các ống nhánh AM và BM.

Trên sơ đồ biểu thị độ dài đường kính các ống, dấu $\otimes$ biểu thị các vòi nước, hệ số lưu lượng đều là μ . Cho biết $\lambda = 0,03$ cho tất cả các ống, hệ số cản ở khuỷu $\zeta_k = 0,2$, hệ số cản ở vòi $\zeta_v = 3$.

Đáp số : $Q_A = 2\text{l/s}$; $v_{MA} = 1,60\text{m/s}$.
 $Q_B = 2,4\text{l/s}$; $v_{MB} = 1,22\text{m/s}$.

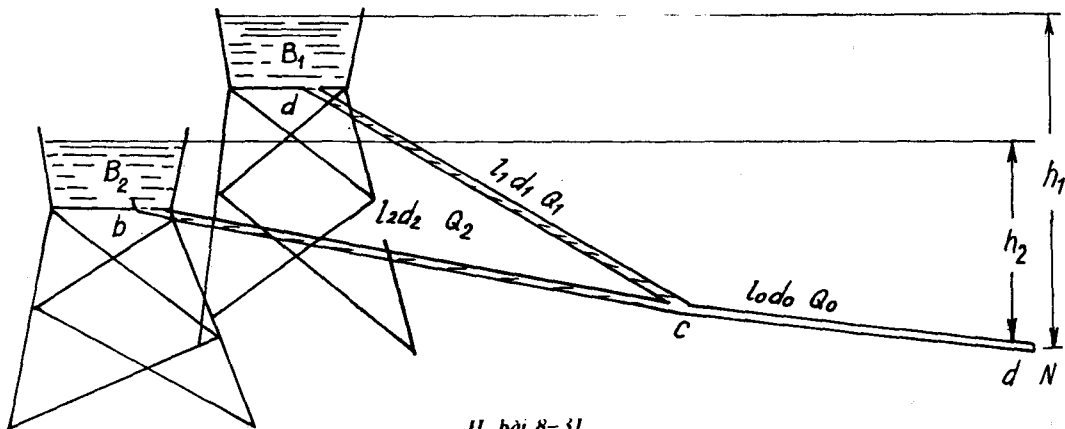


H. bài 8-30

8.31 - Nhờ hai ống ac và bc mà hai bể chứa nước B_1 và B_2 đưa nước vào ống cd để cung cấp cho vị trí M. Tại M nước chảy ra tự do. Biết $l_1 = 500\text{m}$; $d_1 = 0,15\text{m}$; $l_2 = 300\text{m}$; $d_2 = 0,10\text{m}$, $d_0 = 0,25\text{m}$; $l_0 = 800\text{m}$; $h_1 = 30\text{m}$; $h_2 = 25\text{m}$.

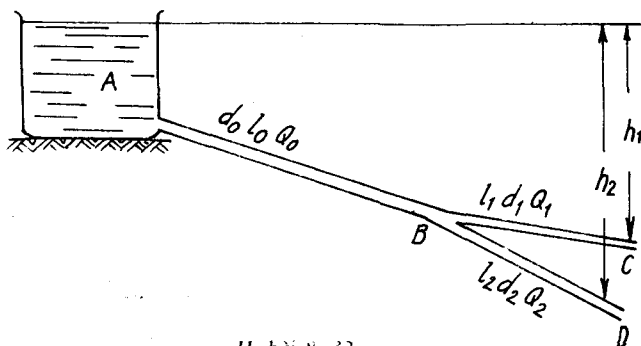
Xác định các lưu lượng Q_1 , Q_2 và Q_0 và cột áp tại điểm c (tìm hệ số K theo bảng, xem ống là sạch và theo Pavlôpxki khi $y = \frac{1}{6}$).

Đáp số : $h_c = 4,8\text{m}$.
 $Q_1 = 40,4\text{l/s}$; $Q_2 = 15,8\text{l/s}$.
 $Q_0 = 56,2\text{l/s}$.



H. bài 8-31

8.32 - Nước từ bể chứa A chảy theo ống AB rồi từ B chạy theo hai ống BC và BD. Tại điểm (512) C đo lưu lượng được $Q_1 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$ và tại điểm D - $Q_2 = 120 \text{ m}^3/\text{h}$. Cho biết kích thước đường ống tại các đoạn $AB = l_0 = 400\text{m}$, $BC = l_1 = 300\text{m}$; $BD = l_2 = 200\text{m}$; $h_1 = 8\text{m}$, $h_2 = 20\text{m}$. Ống làm bằng gang; vận tốc dòng nước trong đoạn AB: $v = 1\text{m/s}$. Chọn đường kính của các ống d_0 ; d_1 ; d_2 để đạt được lưu lượng trên. Giải bài toán theo công thức Manning với điều kiện bình thường.



II. bài 8-32

Đáp số : $d_0 = 250\text{mm}$;
 $d_1 = 175\text{mm}$;
 $d_2 = 150\text{mm}$.

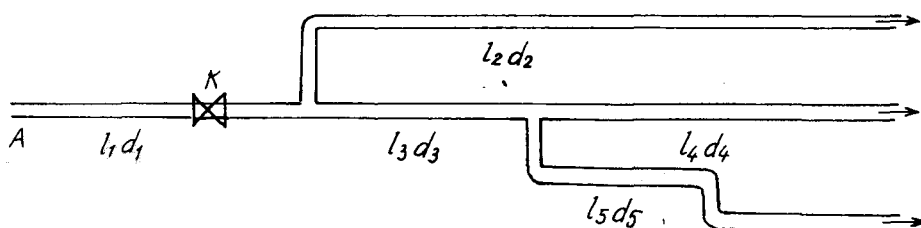
8.33 - Hệ thống dẫn nước từ vị trí A phân ra các nhánh sau khi qua van chỉnh lưu. (513) Cho trước :

$l_1 = 20\text{m}$,	$d_1 = 200\text{mm}$.
$l_2 = 20\text{m}$,	$d_2 = 100\text{mm}$.
$l_3 = 5\text{m}$,	$d_3 = 150\text{mm}$.
$l_4 = 10\text{m}$,	$d_4 = 100\text{mm}$.
$l_5 = 15\text{m}$,	$d_5 = 100\text{mm}$.

hệ số $\lambda = 0,026$ cho tất cả các ống; tất cả các vị trí và các ống đều nằm trên một mặt phẳng ngang.

Xác định áp suất dư lớn nhất cần để điều chỉnh van K của đường ống phân nhánh đó sao cho áp suất dư ở ống nhánh thứ 5 không quá 2at . Cột áp H_0 tại A đảm bảo cho dòng chảy trong vùng chảy rối thành hoàn toàn nhám.

Đáp số : $p_K = 2,7\text{at}$.



II. bài 8-33

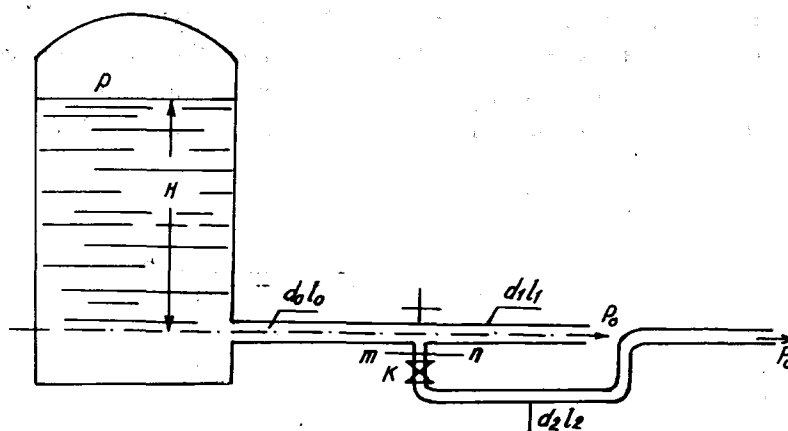
8.34 - Hệ thống ống dẫn rẽ nhánh được mắc vào bể chứa như hình vẽ.

(514) Cho biết : $H = 5\text{m}$; $l_0 = 20\text{m}$, $d_0 = 100\text{mm}$; $l_1 = 10\text{m}$; $d_1 = 100\text{mm}$, $l_2 = 16\text{m}$, $d_2 = 80\text{mm}$, $\lambda = 0,025$ cho tất cả các ống, ở van K có $\zeta_K = 1,5$.

Xác định sự thay đổi lưu lượng tổng cộng trong tất cả các nhánh nếu van K đóng khóa kín lại được mở ra hoàn toàn khi $p_d = 0$.

Đáp số : + Van K đóng : $Q = Q_1 = 26\text{l/s}$; $Q_2 = 0$.

+ Van K mở : $Q = 29\text{l/s}$; $Q_1 = 20\text{l/s}$; $Q_2 = 9\text{l/s}$.



H. bài 8-34

- 8.35 - Theo hình vẽ bài toán trên (8.34) : áp suất tại tiết diện m-n sẽ thay đổi bao nhiêu (515) nếu áp suất dư tăng từ 2at khi cho $H = 5\text{m}$; $l = 10\text{m}$, $d = 200\text{mm}$; $l_1 = 10\text{m}$, $l_2 = 20\text{m}$; $d_1 = d_2 = 0,10\text{m}$. $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2 = 0,025$ và $\zeta_k = 0,1$.

Đáp số : $\left(\frac{P_{\min} - P_a}{\gamma} \right)_1 = 17\text{m H}_2\text{O}$

$\left(\frac{P_{\min} - P_a}{\gamma} \right)_2 = 30\text{m H}_2\text{O}.$

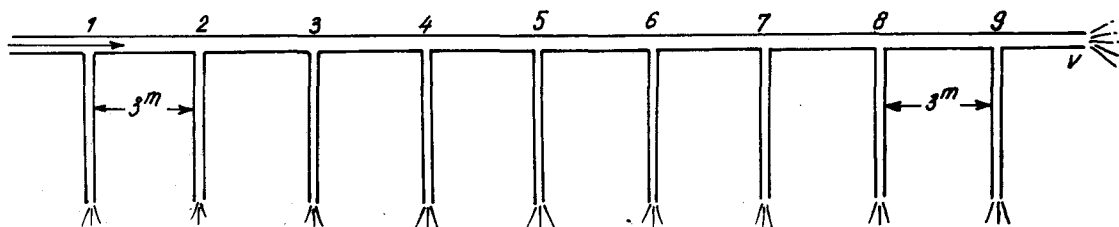
- 8.36 - Hệ thống thông gió cho các phòng gồm một ống chính và một loại ống phụ rẽ nhánh (hình vẽ). (516) Cứ mỗi khoảng 3m trên ống chính có gắn một ống phụ để dẫn đến các phòng. Lưu lượng không khí trong các ống rẽ nhánh đều như nhau : $q = 0,1\text{m}^3/\text{s}$. Đường ống chính từ máy bơm khí đến vị trí thứ 5 có : $q = 0,1\text{m}^3/\text{s}$ kích thước $204 \times 420\text{mm}^2$, còn từ đó đến cuối ống (vị trí thứ 9) là $150 \times 350\text{mm}^2$. Xác định áp suất dư ở đầu ống chính, nếu giả thiết $\lambda = 0,025$ cho tất cả các đoạn ống, hệ số cản cục bộ tại các vị trí chia nhánh là $\zeta = 0,1$ và của van điều chỉnh khí là $\zeta_v = 1,25$. Cho vận tốc trung bình tại các ống nhánh là $v = 5\text{m/s}$, xác định trị số các hệ số cản của tất cả các nhánh để đạt được sự phân bố không khí đến như trên. Bỏ qua sự nén giãn nở của không khí.

Đáp số : $\frac{P_d}{\gamma} = 13,3\text{m H}_2\text{O}.$

và $\zeta_1 = 6,9$; $\zeta_2 = 5,7$; $\zeta_3 = 4,8$

$\zeta_4 = 4,1$; $\zeta_5 = 3,6$; $\zeta_6 = 1,9$;

$\zeta_7 = 0,83$; $\zeta_8 = 0,5$; $\zeta_9 = 0,24.$

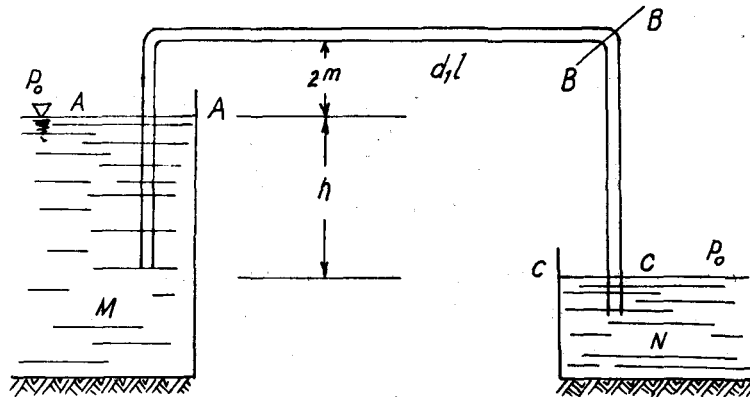


H. bài 8-36

8.37 - Xác định độ chênh h giữa các mặt A - A và C - C để lưu lượng của dầu đốt ở nhiệt độ $t = 40^\circ\text{C}$ (517) có trọng lượng riêng $\gamma = 900\text{kg/m}^3$ chảy từ bình M sang bình N đạt được lưu lượng $Q = 4\text{l/s}$. Áp suất tại mặt cắt B - B sẽ bằng bao nhiêu nếu chiều dài toàn ống là $l = 20\text{m}$, còn khoảng cách từ đầu ống đến điểm B - B là $l_1 = 15\text{m}$, đường kính $d = 15\text{mm}$.

Đáp số : $h = 3,2\text{m}$;

$p_a - p_b = 0,41\text{at}$.



H. bài 8-37

8.38 - Theo bài toán trên (8.37) ; xác định đường kính ống xiphông để đảm bảo lưu lượng (518) xăng $Q = 5\text{l/s}$ khi mức xăng trong hai bể chứa lệch nhau $h = 3\text{m}$ và tổng độ dài $l = 15\text{m}$.

Với điều kiện đó thì chân không lớn nhất trong ống là bao nhiêu, nếu $H = 2\text{m}$, còn hệ số cản thủy lực $\lambda = 0,026$.

Đáp số : $d = 50\text{mm}$;

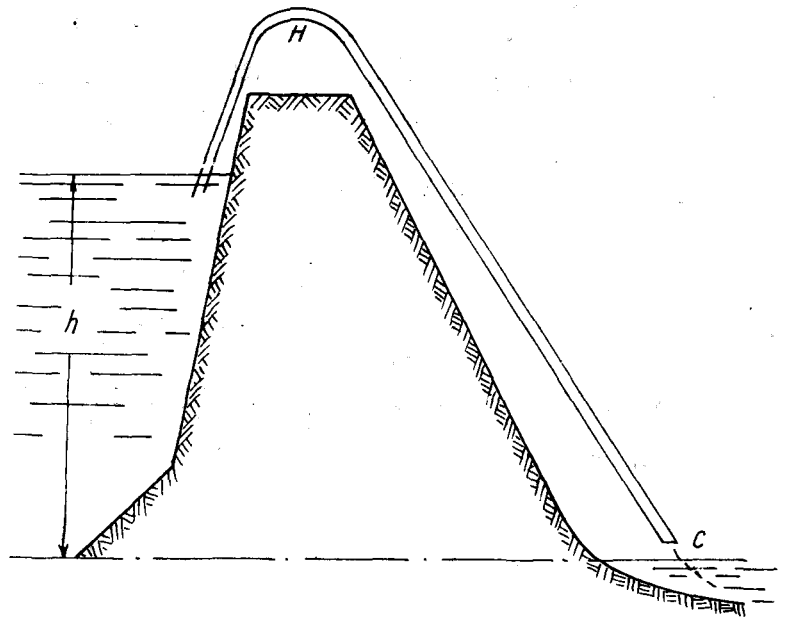
$\frac{p_a - p}{\gamma} = 4,0\text{m}$ cột dầu.

8.39 - Xác định lưu lượng Q của (519) ống xiphông và kiểm tra lại áp suất tối thiểu ở vị trí cao nhất (ở M) của ống. Cho biết ống xiphông có kích thước : $d = 0,15\text{m}$; $l = 40\text{m}$; các vị trí $z_1 = 25\text{m}$, $z_2 = 5\text{m}$; khoảng cách từ mặt nước bể chứa đến điểm cao nhất là 6m , nhiệt độ nước $t = 35^\circ\text{C}$.

Đáp số : $Q = 0,136\text{m}^3/\text{s}$.

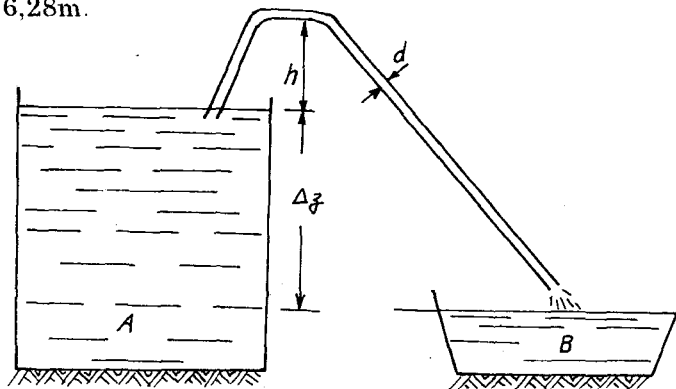
$$\frac{p_M}{\gamma} = 1\text{m H}_2\text{O} > \frac{p_{BII}^*}{\gamma} = 0,573\text{m H}_2\text{O}$$

ống xiphông làm việc bình thường.



H. bài 8-39

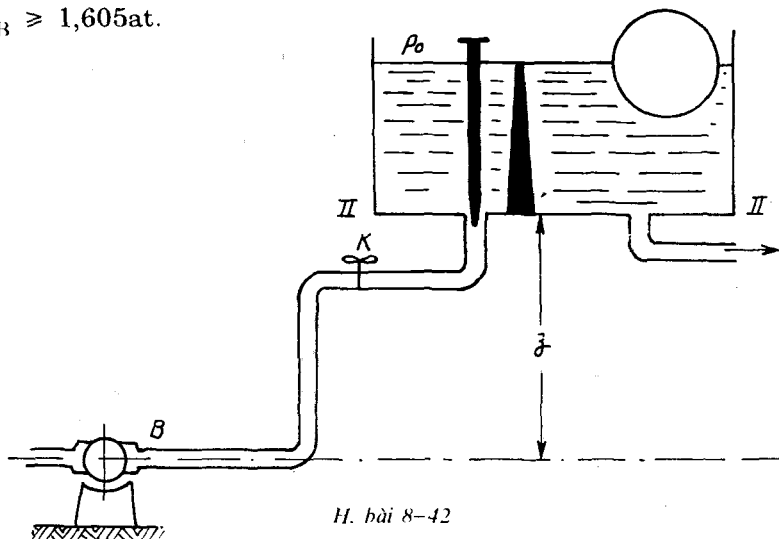
- 8.40 - Xác định độ cao cực đại h mà xiphông có thể đạt đến so với mặt mức của bể chứa, (520) nếu dầu xăng có khối lượng riêng $\rho = 730\text{kg/m}^3$ chảy từ bể A đến bể B. Chiều dài ống $k = 11\text{m}$. $\Delta z = 3\text{m}$, áp suất hơi bão hòa $p_{\text{BH}} = 0,45\text{at}$, còn $p_o = 1\text{at}$, $d = 10\text{cm}$.
 Đáp số : $h = 6,28\text{m}$.



H. bài 8-40

- 8.41 - Ta dùng ống xiphông để dẫn dầu từ bể chứa này đến bể chứa khác. Biết hiệu mặt nước (521) ở trong các bể là cố định bằng $H = 3\text{m}$, trọng lượng riêng dầu $\gamma = 930\text{kH/m}^3$ ($9.123,3\text{N/m}^3$) độ đàn hồi của hơi dầu bão hòa ở nhiệt độ đó là $h_{\text{H}} = 130\text{mmHg}$ độ nhớt $\nu = 0,05\text{St}$, chiều dài ống xiphông $l = 120\text{mm}$, đường kính $d = 100\text{mm}$, độ nhám tương đương $k_{\text{td}} = 0,15\text{mm}$. Tính lưu lượng Q của dầu và điểm cao nhất có thể của xiphông so với mặt dầu, nếu biết $p_a = 1\text{at}$ (khi tính đường ống dùng công thức Ixép).
 Đáp số : $Q = 11,9\text{l/s}$.
 $h \leq 8,87\text{m}$.

- 8.42 - Máy bơm cần phải tạo một áp suất thế nào để bơm xăng từ thùng chứa đến hộp điều chỉnh, nếu (522) cho biết : ống dẫn có $l = 4\text{m}$ và $d = 0,015\text{m}$, vận tốc chuyển xăng đạt $v = 0,8\text{m/s}$, xăng ở nhiệt độ $t = 20^\circ\text{C}$ (có $\nu = 0,0073\text{St}$) ống trơn, khoảng cách từ trục ống nằm ngang (cũng là từ tâm bơm) đến đáy hộp phao điều chỉnh là $z = 1\text{m}$. Van thông vào bình được mở ra khi áp suất dư ở đó $p = 0,5\text{at}$. Ống có ba đoạn uốn ($\zeta_u = 0,2$) và một khóa ($\zeta_k = 4,0$) xăng có $\gamma = 755\text{kG/m}^3$ ($7.406,55\text{N/m}^3$).
 Đáp số : $p_B \geq 1,605\text{at}$.



H. bài 8-42

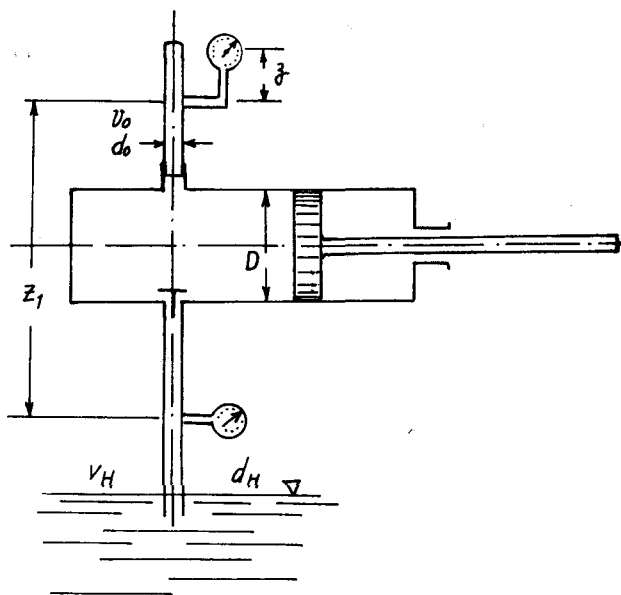
- 8.43 - Xác định trị số cột áp H của bơm, (523) nếu tổn thất cột áp trong ống hút $h_{wH} = 2\text{m}$, trong ống đẩy $h_{wD} = 42\text{m}$, khoảng cách từ mức nước ở giếng đến tâm bơm là $\Delta z_1 = 4\text{m}$ và từ tâm bơm đến bể chứa là $\Delta z_2 = 6\text{m}$.

Đáp số : $H = 64\text{m H}_2\text{O}$.

- 8.44 - Hệ thống bơm pittông có gắn các (524) áp kế và chân không kế như hình vẽ. Biết trị số chân không là $h_{ck} = 300\text{mmHg}$, áp kế chỉ $p_m = 10\text{at}$, $z_1 = 1\text{m}$, $z_2 = 0,5\text{m}$, trọng lượng riêng của dầu $\gamma = 900\text{kg/m}^3$ (8.288N/m^3), ống hút to bằng ống đẩy.

Xác định cột áp H do máy bơm tạo nên.

Đáp số : $H = 117,1\text{m}$ cột dầu.



H. bài 8-44

- 8.45 - Theo điều kiện bài toán trên, xác định công suất của máy bơm pittông có tác động (525) đơn. Biết hành trình của pittông $x = 200\text{mm}$, đường kính pittông $D = 200\text{mm}$, hiệu suất cơ khí $\eta_c = 0,90$, số vòng quay của trục khuỷu $n = 60\text{v/ph}$.

Đáp số : $N = 3,64\text{m.l}$.

- 8.46 - Xác định công suất N của máy bơm, nếu biết : năng suất (tức lưu lượng) $Q = 30\text{l/s}$, (526) hiệu suất toàn phần $\eta = 75\%$ trọng lượng riêng của chất lỏng $\gamma = 900\text{kg/m}^3$ (8.829N/m^3) tổn thất trong ống hút $h_{wH} = 0,5$ cột chất lỏng và trong ống đẩy $h_{wD} = 8\text{m}$, độ cao đặt bơm so với bể chứa $z_1 = 3\text{m}$, độ cao phải vận chuyển chất lỏng đến $z_2 = 30\text{m}$.

Đáp số : $N = 20\text{m.l} = 14,7\text{kN}$.

- 8.47 - Bơm A bơm nước từ sông vào ruộng (theo hướng ống ABCD). Tại đoạn BC một phần (527) lưu lượng nước $Q_1 = 2\text{l/s}$ được phân phối đều theo các vòi phun để tưới hoa màu, còn lại theo đoạn CD mà ra ruộng.

Cho biết kích thước đường ống.

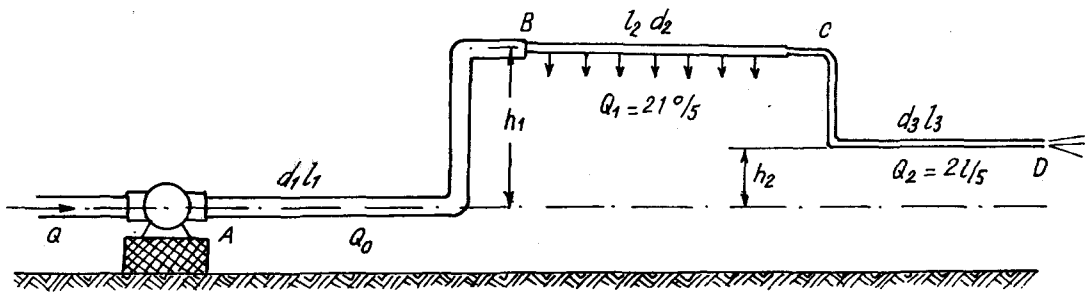
$l_1 = 100\text{m}$, $l_2 = 8\text{m}$, $l_3 = 50\text{m}$; các độ cao so với mặt chuẩn (ở trục bơm) $h_1 = 6,5\text{m}$, $h_2 = 4\text{m}$.

Xác định cột áp thủy động H_r tại cửa ra của bơm và đường kính các đoạn ống đó d_1 , d_2 , d_3 trong điều kiện bình thường : $n = 0,0125$ (tổn thất cục bộ được tính bằng 15% tổn thất dọc đường).

Đáp số : $H_r = 5,31\text{m}$;

$d_1 = 0,1$,

$d_2 = 0,075\text{m},$
 $d_3 = 0,075\text{m}.$
 (tính theo vận tốc kinh tế nhất).



H. bài 8.47

8.48 - Dầu có độ nhớt Angle $E = 16^\circ$, trọng lượng riêng $\gamma = 850\text{kg/m}^3$ ($8.338,5\text{N/m}^3$),
(528) chuyển vận trong ống đẩy của bơm dài $l = 25.000\text{m}$, đường kính $d = 203\text{m}$. Áp suất của cuối ống đẩy là $p_2 = 2\text{at}$, hiệu các độ cao của nó là $z_1 - z_2 = 50\text{m}$.

Xác định hiệu suất toàn phần của bơm, nếu bơm có lưu lượng $Q = 0,031\text{m}^3/\text{s}$ và công suất yêu cầu là $N = 100\text{m.l}$.

Đáp số : $\eta = 0,710$.

8.49 - Xác định áp lực của bơm li tâm, công suất ở trục của nó và lưu lượng nước trong
(529) ống dẫn, nếu phía cuối ống đẩy ta gắn một vòi hình côn thu hẹp.

Cho biết ống nhám hoàn toàn ($n = 0,0143$), kích thước của ống và vòi $l_1 = 200\text{m}$,

$d_1 = 200\text{mm}$, $d_2 = 50\text{mm}$. Cột áp vận tốc tại miệng vòi bằng $\alpha \frac{v^2}{2g} = 30\text{m}$, cột áp thủy

động trước máy bơm là $H_v = -7,5\text{m}$ cột nước, hiệu suất bơm $\eta = 0,80$ (giả sử cho $\alpha = 1$)

Đáp số : $H = 44,5\text{m H}_2\text{O}$.

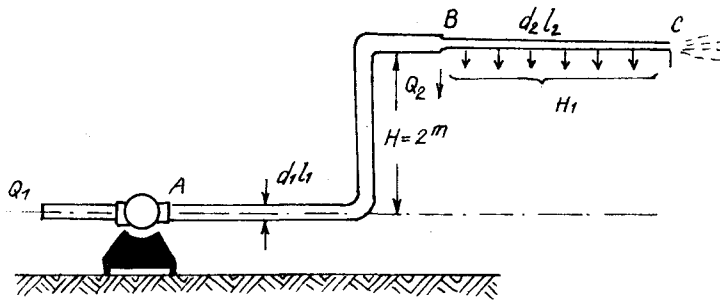
$N = 34$ mã lực $= 25\text{kW}$, $Q = 46\text{l/s}$.



H. bài 8-49

8.50 - Bơm li tâm A có cột áp thủy động tại cửa ra $H_r = 37\text{m}$ chuyển nước theo đường ống
(530) ABC ra ngoài. Đoạn ống AB dài $l_1 = 500\text{m}$, $d_1 = 155\text{mm}$, đoạn ống BC có $l_2 = 10\text{m}$,
 $d_2 = 50\text{mm}$ và có 50 lỗ phân bố đều trên đoạn đó. Cho biết lưu lượng nước trên đoạn
 BC được đảm bảo $Q_{BC} = 14\text{l/s}$, tại điểm B có lỗ thùng chảy ra với $q_B = 4,4\text{l/s}$. Ống
 dẫn ở điều kiện bình thường : $n = 0,0125$, $\alpha = 1$, $\mu = 0,62$ - hệ số lưu lượng cho mỗi
 một lỗ.

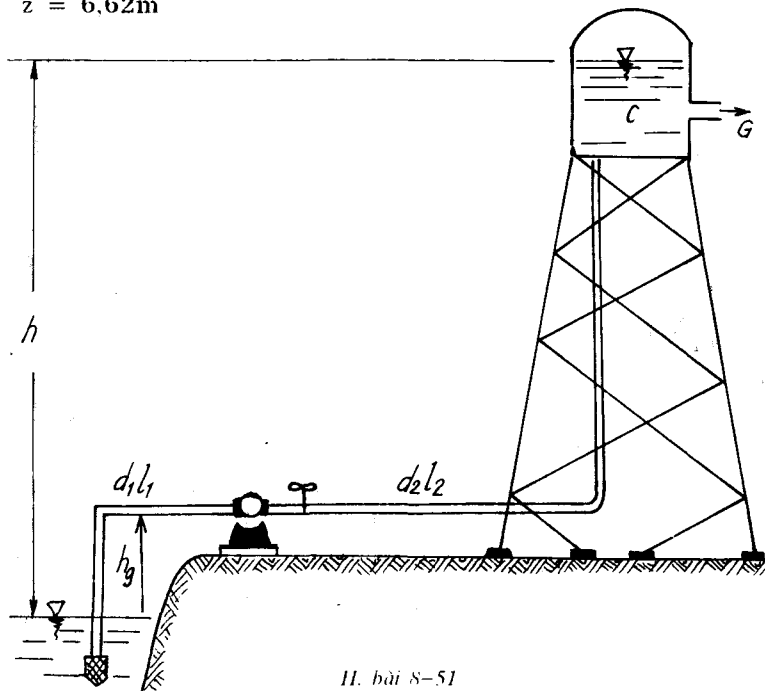
Xác định đường kính của lỗ, biết rằng tỉ động năng của tia dòng phóng ra khỏi lỗ phải trong khoảng $\frac{v^2}{2g} = 8 \div 13\text{m}$ cột mức (chú ý : sau khi tính xong cần kiểm tra lại kết quả).
 Đáp số : $d \approx 0,2\text{cm}$.



H. bài 8-50

8.51 - Bơm li tâm B hút nước từ giếng A đưa lên bể chứa C với lưu lượng $Q = 65\text{l/s}$. Ống (531) hút dài $l_1 = 30\text{m}$, ống đẩy dài $l_2 = 200\text{m}$; bể chứa ở độ cao $z_2 = 20\text{m}$ so với tâm bơm. Giả sử cho đường kính ống đẩy và ống hút đều là $d = 250\text{mm}$, xác định công suất N ở trục bơm (tức của động cơ máy bơm) và vị trí đặt tâm bơm ứng với mức nước trong giếng z_1 với điều kiện là chân không trong bơm không quá $7,5\text{m}$ cột nước. Ống hút có lưới chắn rác ($\zeta_l = 4,05$), van một chiều ($\zeta_v = 0,40$). Ống đẩy có khóa mở $\frac{s}{d} = \frac{7}{8}$; ($\zeta_k = 0,07$); hiệu suất máy bơm $\eta = 0,80$, $\alpha = 1,0$. Khi tính ống được xem là bị bẩn, hệ số nhám ống gang $n = 0,013$ độ nhớt của nước $\nu = 0,0131\text{ St}$ hệ số cản ở hai chỗ uốn 90° của hai ống $\zeta_u = 0,40$.

Đáp số : $N = 32,6\text{m.l} = 24\text{kW}$
 $z = 6,62\text{m}$



H. bài 8-51

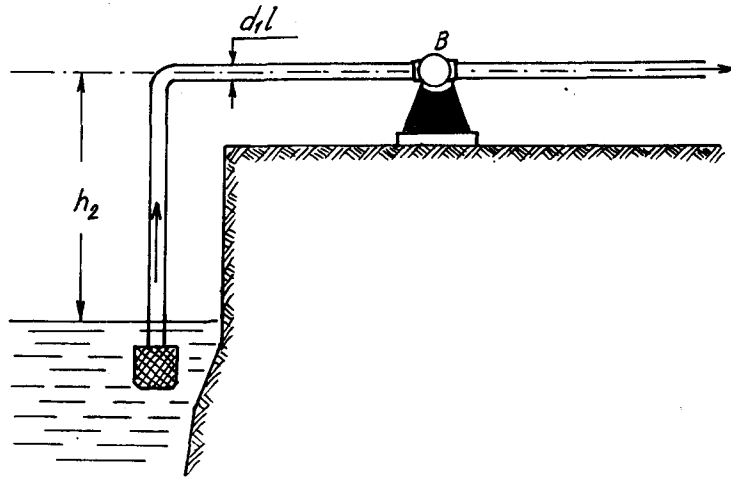
8.52 - Xác định đường kính của ống hút và chân không trong bơm li tâm nếu cho biết :
(532)

$$Q = 17,71/s, z_B = 6m, l_1 = 60m$$

và vận tốc cho phép $v_{cp} = 1m/s$. Đầu ống hút có lưới chắn rác ($\zeta_l = 4,05$), một van một chiều ($\zeta_v = 0,400$) và đoạn uốn 90° ($\zeta_u = 0,07$).

Đáp số : $d = 150mm$;

$$h_{ck} = 7,07m.$$



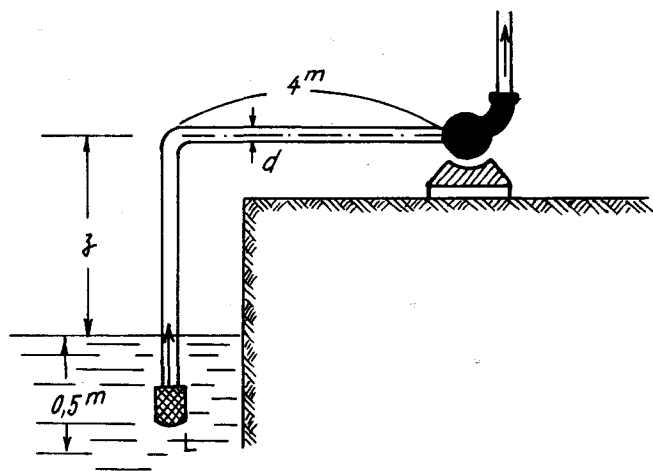
H. bài 8-52

8.53 - Bơm li tâm hút chất lỏng từ giếng ngầm lên với lưu lượng $Q = 40l/s$ có thể tạo nên
(533) chân không cực đại ở trong ống hút là 350mm cột thủy ngân mà vẫn đảm bảo dòng chảy liên tục.

Chất lỏng có trọng lượng riêng $\gamma = 900kG/m^3$ ($8.829N/m^3$), độ nhớt $\nu = 0,5St$. Ống hút có đường kính $d = 203mm$, phần ngập trong chất lỏng $0,5m$, phần nằm ngang $4m$, có màng lưới chắn ở đầu miệng ống ($\zeta_l = 10$), đoạn ống gấp 90° ($\zeta_u = 0,2$) và một khóa ($\zeta_k = 0,35$).

Tìm vị trí cao nhất có thể đặt bơm được so với mặt chất lỏng z , áp suất không khí $p_a = 1at$.

Đáp số : $z = 4,25m$



H. bài 8-53

8.54 - Bơm li tâm ở độ sâu $z_1 = 2\text{m}$ so với mặt đất dùng để hút dầu xăng trong bể chứa (534) ngầm dưới đất ; mặt mức của xăng so với mặt đất $z_2 = 2,8\text{m}$. Trong lúc máy bơm làm việc thì áp suất trong bể chứa ngầm là 73cmHg . Xăng có độ nhớt $\nu = 0,01\text{St}$, trọng lượng riêng $\gamma = 730\text{kG/m}^3$ (7.161N/m^3) và áp suất của hơi xăng ở nhiệt độ đó $h_x = 520\text{mmHg}$. Ống hút có kích thước : $l_1 = 180\text{m}$, $d = 150\text{mm}$, độ nhám tương đương trong ống $k_{td} = 0,15\text{mm}$, ống có một khóa ($\zeta_k = 0,05$) và 2 đoạn uốn ($\zeta_u = 0,158$).

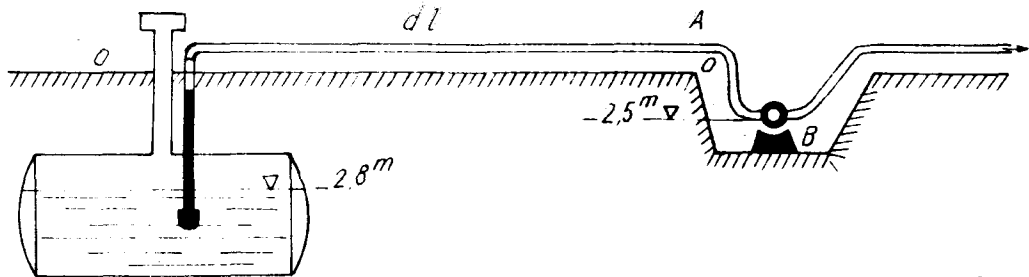
Nếu xăng chuyển vận với lưu lượng $G = 12,5\text{ kG/s}$ và có độ cao hút giới hạn $z_n = 4,5\text{m}$ thì máy bơm có thể làm việc được bình thường không ?

Dựng đồ thị biến thiên cột áp trong ống hút của bơm.

Đáp số : Máy bơm không thể làm việc an toàn được, vì độ cao dẫn suất toàn phần lúc hút

là $2,1\text{m}$ cột xăng : áp suất trong ống hút trước miệng bơm $\frac{p_h}{\gamma} = 6,16\text{mmHg} > \frac{p_d}{\gamma}$

áp suất tại điểm A của ống hút là $\frac{p_A}{\gamma} = 510\text{Hg} < \frac{p_d}{\gamma}$



II. bài 8-54

8.55 - Dầu có độ nhớt $\nu = 0,5\text{St}$ và trọng lượng riêng $\gamma = 0,920\text{t/m}^3$ ($9,0252\text{kN/m}^3$) chuyển (535) vận trong ống đường kính $d = 203\text{mm}$ và dài $l = 20.000\text{m}$ với lưu lượng $Q = 15,09\text{l/s}$. Điểm cuối ống dẫn cao hơn điểm đầu là $\Delta z = 50\text{m}$. Xác định áp suất cần thiết p_1 và công suất yêu cầu H của bơm, nếu áp suất tại điểm cuối ống $p_2 = 2\text{at}$ và hiệu suất bơm $\eta = 0,80$.

Đáp số : $p_1 = 10\text{at}$.

$$N = 25,2\text{m.l} = 18,5\text{kN}.$$

8.56 - Bơm đẩy dầu có độ nhớt $\nu = 0,3\text{St}$, trọng lượng riêng $\gamma = 900\text{kG/m}^3$ (8.829N/m^3) và (536) lưu lượng trong ống đẩy là $Q = 200\text{l/s}$. Ống đẩy dài $k = 300\text{m}$, đường kính $d = 357\text{mm}$, có 2 khóa "Ludlô" ($\zeta_k = 0,3$), một khuỷu uốn 90° ($\zeta_u = 1,7$), một chỗ phân nhánh thẳng ($\zeta_c = 0,1$) và 5 khuỷu uốn 45° ($\zeta_u = 0,3$). Vị trí cuối ống đẩy cao hơn bơm $\Delta z = 20\text{m}$, còn chân không kể trong ống hút chỉ $h_{ck} = 50\text{mmHg}$.

Xác định công suất yêu cầu của máy bơm, nếu hiệu suất toàn phần của nó $\eta = 0,80$.

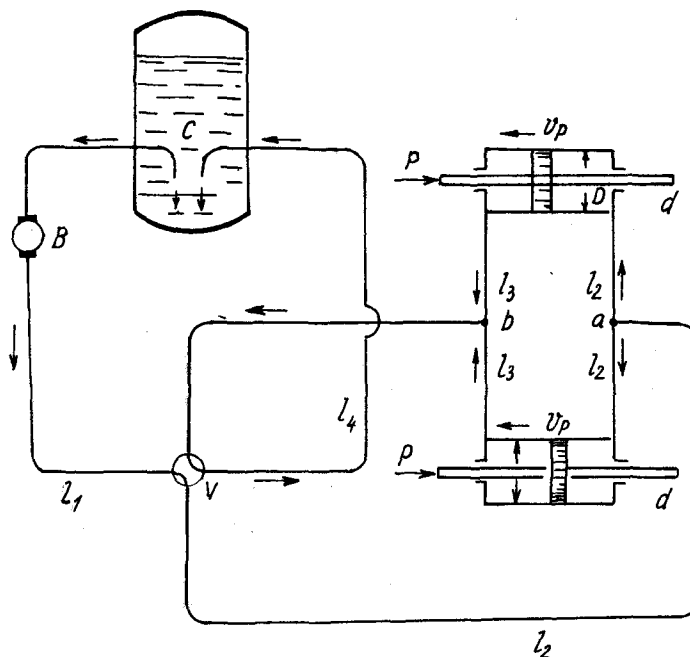
Đáp số : $N = 77,53\text{m.l} = 57\text{kW}$.

8.57
(537)

- Xác định áp suất cần thiết mà máy bơm B phải tạo nên trong hệ thống ống dẫn kín nối với hai xilanh thủy lực mắc song song. Nhờ bơm B chất lỏng từ bình chứa C qua van chỉnh lưu V chuyển dịch vào khoảng trống bên phải của 2 xylanh và đẩy các pittông chuyển dịch sang bên trái. Lúc đó chất lỏng ở phía trái của pittông sẽ qua van chỉnh lưu V mà về bình chứa C (tức là dòng chất lỏng chuyển động trong hệ thống tuần hoàn). Muốn đẩy được các pittông trở lại vị trí bên phải thì cần có một lực $P = 1.600\text{kG} = 15.696\text{N}$ tác động lên mỗi một pittông.

Vận tốc dịch chuyển của pittông $v_p = 0,05\text{m/s}$; đường kính các xilanh $D = 60\text{mm}$; đường kính cầu truyền của pittông $d_c = 20\text{mm}$. Biết kích thước các ống dẫn từ bể chứa C đến điểm a (điểm chia nhánh các ống) $l_1 = 4\text{m}$, từ điểm a đến mỗi xilanh $l_2 = 2\text{m}$, từ các xilanh đến điểm b: $l_3 = 2\text{m}$, từ điểm b đến bình chứa: $l_4 = 4\text{m}$; đường kính ống dẫn $d = 10\text{mm}$, độ nhớt của chất lỏng $\nu = 4\text{St}$, trọng lượng riêng của nó là $\gamma = 850\text{kG/m}^3$ ($8.338,5\text{m/s}$); tổn thất cục bộ có thể bỏ qua.

Đáp số: $p_B = 99,2\text{kG/cm}^2$
 $= 973,15\text{N/cm}^2 \approx 99,2\text{at}$.



II. bài 8-57

8.58 - Không tính đến sự biến dạng của ống và chất lỏng, xác định tổn thất cột áp cực đại
(538) do quán tính gây nên h_i trong ống có đường kính $d = 156\text{mm}$, dài $l = 100\text{m}$, nếu vận tốc của pittông bơm tác động đơn được biểu thị bằng công thức $v = \omega r \sin \omega t$, với:

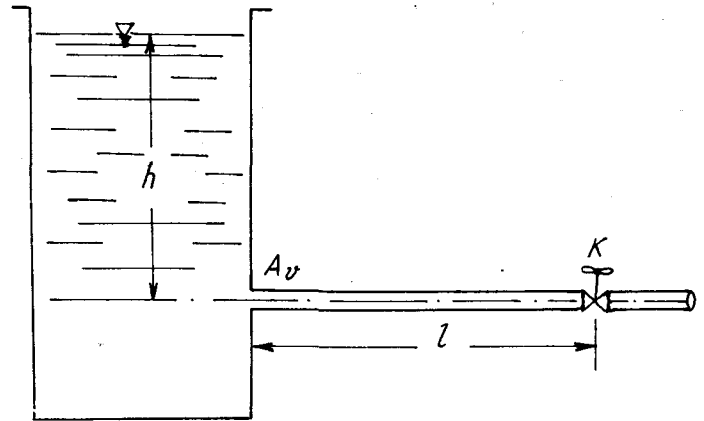
r - bán kính vô lăng bằng 5cm ;

ω - vận tốc góc tương ứng 80vg/ph .

Đường kính xilanh bơm $D = 100\text{mm}$ (bơm làm việc không có bình khí).

Đáp số: $h_i = 14,7\text{m}$.

8.59 - Tìm quy luật biến thiên vận tốc dòng chảy trong giai đoạn đầu khi dòng chất lỏng lí tưởng chảy từ bể chứa qua ống dẫn có đường kính cố định mà ra ngoài. Sau một thời gian bao lâu thì dòng trở nên dừng ? Chiều dài ống từ bể chứa đến khóa K, nơi điều khiển dòng chảy.



Đáp số : $\frac{dv}{d\tau} = \frac{g}{l} \left(h - \frac{v^2}{2g} \right)$

khi $\tau = \infty$ thì dòng trở nên dừng : $v_0 = \sqrt{2gh}$.

H. bài 8-59

8.60 - Nước chảy từ bể chứa theo ống dẫn thẳng nằm ngang ra ngoài. Bể chứa nước có cột áp H so với trục ống ; ống dài l, có đường kính $d = \text{const}$.

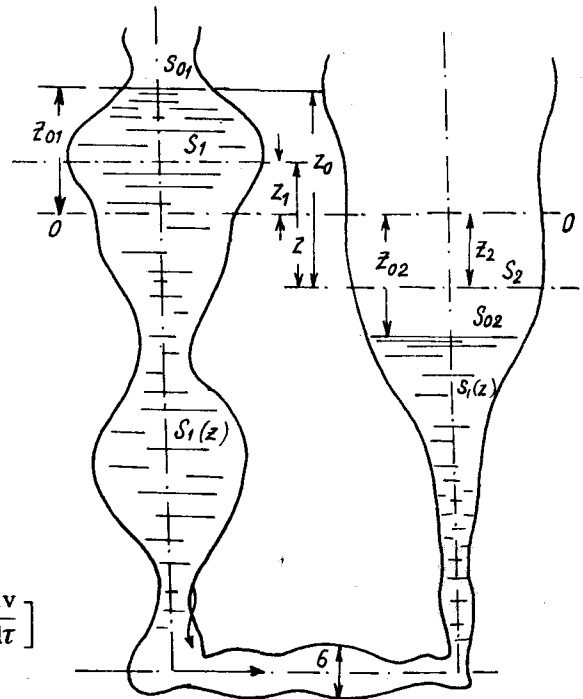
Khi từ từ đóng khóa K ở cuối ống thì dòng nước cũng bị hãm dần lại.

Xác định sự biến đổi áp suất ở cuối ống khi phụ thuộc vào sự biến đổi vận tốc. Cho rằng hệ số cản thủy lực (λ và ζ) không phụ thuộc vào vận tốc.

Đáp số :

$$p_k = \gamma \left[h - \frac{v^2}{2g} \left(\zeta + \lambda \frac{l}{d} \right) - \frac{l}{d} \cdot \frac{dv}{d\tau} \right]$$

Trong đó v - vận tốc tức thời và lấy trung bình theo tiết diện.



H. bài 8-61

8.61 - Lập phương trình vi phân chuyển dịch dao động của chất lỏng thực trong hai bình (541) thông nhau đặt thẳng đứng có tiết diện thay đổi $S_1 = f_1(z_1)$ và $S_2 = f_2(z_2)$. Hai bình nối với nhau bằng một ống có tiết diện thay đổi.

Tại thời điểm ban đầu, do kết quả của chấn động tức thời, mức chất lỏng trung bình bên trái ở vị trí cao hơn một khoảng z_{01} và ở bên phải thấp hơn một khoảng z_{02} so với vị trí cân bằng thủy tĩnh 0-0. Tại hai vị trí trên các mặt thoáng có các diện tích

(theo mặt cắt ngang của bình) là S_{01} và S_{02} . Tổng các tổn thất cột áp h_w được xem là cố định.

$$\text{Đáp số : } z \frac{S_1 S_2}{S_1 + S_2} \int_{S_1}^{S_2} \frac{dS}{S} - \frac{z^2}{2} \cdot \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} + gz = \text{gh.}$$

với $S_s = f(S)$ - diện tích tiết diện của bình và của ống nối hai bình đó.

$z = z_1 + z_2$ - hiệu các mặt mức trong các bình (tại thời điểm ban đầu thì $z_0 = z_{01} + z_{02}$).

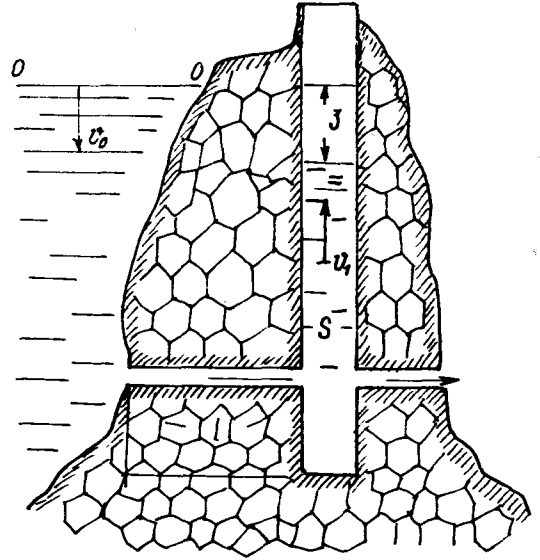
- 8.62 - Nước theo cống ngầm dài $L = 1.200\text{mm}$ (542) có đường kính $d = 2\text{m}$ mà vào tháp đo mức có diện tích mặt cắt $S = 10\text{m}^2$. Lưu lượng nước trong cống ngầm $Q = 2\text{m}^3/\text{s}$.

Xác định độ dao động của mặt mức trong tháp đo mức nước z khi khóa đột ngột dòng nước chảy ra khỏi tháp.

Tìm chu kỳ τ của các dao động đó, nếu bỏ qua tổn thất trong cống.

Đáp số : $z_{\max} = 3,96\text{m}$.

$$\tau = 124\text{s} = 2\text{ph}04\text{s}.$$



H. bài 8-62

- 8.63 - Theo điều kiện bài 8.62 giải bằng phương pháp gần đúng nếu cho biết tổn thất cột (543) áp trong cống phụ thuộc vào độ nhám $n = 0,012$ (theo Pavlốpski).

Xác định chiều cao của tháp h .

Đáp số : $h \geq 8,56\text{m}$.

- 8.64 - Xác định độ chênh áp suất Δp trong ống dẫn và ứng suất tại thành ống khi đóng (544) khóa đột ngột. Cho biết : áp suất ban đầu trong ống tại khóa : $p_1 = 1,5\text{at}$, lưu lượng nước trong ống $Q = 145\text{l/s}$, đường kính ống $d = 300\text{mm}$ và chiều dày ống $\delta = 4\text{mm}$. Ống làm bằng thép.

Đáp số : $\Delta p = 22,5\text{kG/cm}^2 = 2208\text{kN/m}^2$;

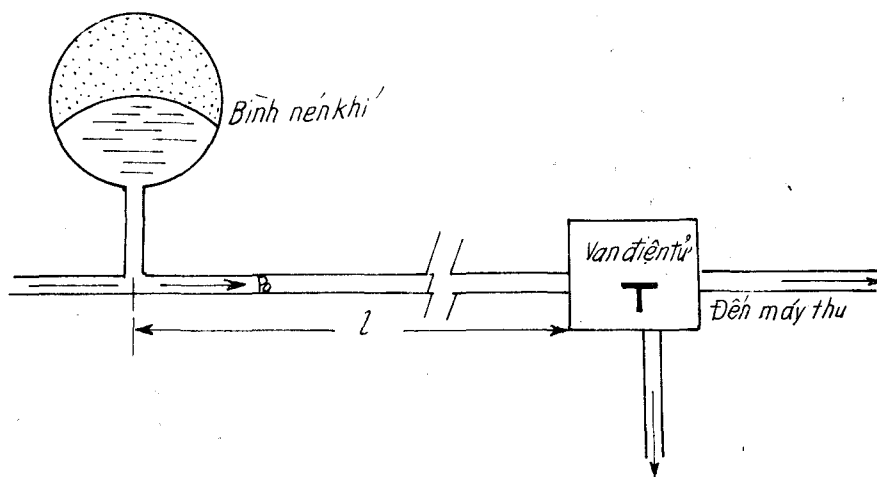
$$\sigma = 900\text{kG/cm}^2 = 88.300\text{kN/m}^2.$$

- 8.65 - Máy chép hình trong hệ thống truyền động thủy lực của máy bay hoạt động được (545) nhờ có van điện từ T. Thời gian đóng van hoàn toàn là $\tau = 0,02\text{s}$.

Xác định độ chênh áp suất tại van T theo các điều kiện sau : chiều dài đường ống từ van đến bình nén khí $l = 4\text{m}$; đường kính ống $d = 12\text{mm}$, bề dày của ống $\delta = 1\text{mm}$, ống làm

bằng thép : môđun đàn hồi của dầu AM - 10 là $K = 13.300 \text{kg/cm}^2$. Khối lượng riêng của dầu $\rho = 90 \text{kg/cm}^3$, vận tốc trung bình của dòng chảy trong ống $v_0 = 4,5 \text{m/s}$.

Đáp số : $\Delta p = 16,2 \text{kg/cm}^2$ ($158,8 \text{N/cm}^2$).



H. bài 8-65

- 8.66 - Khi đóng khóa đột ngột, áp suất $p = 147 \text{N/cm}^2$; như vậy vận tốc chuyển động của (546) nước trong ống v_0 phải bằng bao nhiêu cho biết ống làm bằng gang, có đường kính $d = 250 \text{mm}$ bề dày $\delta = 6 \text{mm}$, áp suất ban đầu khi chưa đóng khóa $p_0 = 118 \text{kN/m}^2$.

Đáp số : $v_0 = 1,29 \text{m/s}$.

- 8.67 - Xác định bề dày δ của ống dẫn nước bằng gang để ứng suất tại thành ống (547) không vượt quá $\sigma = 14.700 \text{kN/m}^2$ khi đóng khóa đột ngột. Biết : ống có đường kính $d = 300 \text{mm}$, vận tốc của nước trước khi đóng khóa $v_0 = 1,50 \text{m/s}$.

Đáp số : $\delta = 19 \text{mm}$.

- 8.68 - Dầu có trọng lượng riêng $\gamma = 856 \text{kg/m}^3$ ($8.397,36 \text{N/m}^3$) và lưu lượng (548) 50.000kg/ph (490.500N/ph) chuyển vận trong ống thép có đường kính $d = 305 \text{mm}$ và bề dày $\delta = 10 \text{mm}$. Biết môđun nén thực của dầu là $K = 13.500 \text{kg/cm}^2 = 1,325 \cdot 10^9 \text{N/m}^2$; xác định trị số tăng áp do va đập của dầu và vận tốc sóng âm trong dầu ở trong ống dẫn.

Đáp số : $\Delta p = 13,2 \text{kg/cm}^2 = 1,29 \cdot 10^6 \text{N/m}^2$.

- 8.69 - Xác định ứng suất σ tại thành ống dẫn làm bằng gang khi đóng khóa từ từ (thời (549) gian đóng khóa $\tau = 6 \text{s}$) làm xuất hiện nước va. Sự thay đổi vận tốc là tuyến tính, áp suất ban đầu $p_0 = 1,6 \text{at}$; đường kính ống $d = 400 \text{mm}$, bề dày ống $\delta = 12 \text{mm}$, chiều dài ống $l = 745 \text{m}$ kể từ bề áp lực đến khóa ; vận tốc ban đầu của nước $v_0 = 1,28 \text{m/s}$.

Đáp số : $\sigma = 6640 \text{kN/m}^2 = 67,5 \text{kg/cm}^2$.

8.70 - Xác định khoảng thời gian sau khi đóng khóa đột ngột trong ống để từ đó độ chênh (550) áp suất Δp truyền đến tiết diện nằm cách khóa một khoảng 580m. Trị số áp suất này bằng bao nhiêu, nếu đường ống $d = 250\text{mm}$, dày $\delta = 5\text{mm}$, lưu lượng chất lỏng $Q = 81\text{l/s}$; ống bằng thép.

Giải bài toán này cho hai trường hợp :

a - Chất lỏng của nước ;

b - Chất lỏng là dầu ($\gamma_d = 8.830\text{N/m}^3$).

Đáp số : a) $\tau = 0,5\text{s}$; $\Delta p = 1.920\text{kN/m}^2 = 19,6\text{at}$

b) $\tau = 0,56\text{s}$; $\Delta p = 1.550\text{kN/m}^2 = 15,8\text{at}$.

8.71 - Ống nước bằng thép dẫn nước từ bể chứa đến van điều chỉnh tự động của tuabin nhà (551) máy thủy điện có chiều dài $l = 1.200\text{m}$, đường kính $d = 600\text{mm}$ và bể dày $\delta = 11\text{mm}$. Mức chênh của nước trong bể chứa và van điều chỉnh $H = 85,0\text{m}$ lưu lượng của dòng trong điều kiện bình thường $Q = 800\text{l/s}$. Xác định thời gian đóng khóa τ và ứng suất σ tại thành ống để độ chênh áp suất cực đại $\Delta p_{\max}$ không vượt quá 40N/cm^2 . Sự biến thiên vận tốc tuân theo luật tuyến tính.

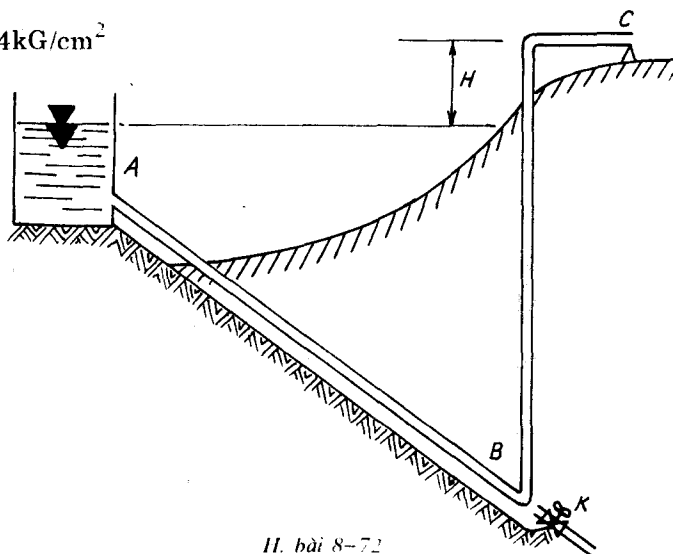
Đáp số : $\tau \geq 17\text{s}$.

$$\sigma = 23.700\text{kN/m}^2 = 344\text{kg/cm}^2$$

8.72 - Ống thép có đường kính $d = 300\text{mm}$, (552) bể dày $\delta = 4\text{mm}$ và dài $l = 510\text{m}$ (kể từ bể áp lực đến khóa K) cho thoát nước với lưu lượng $Q = 81\text{l/s}$. Xác định thời gian đóng khóa τ để độ chênh áp suất cực đại trong ống nhỏ hơn 3 lần so với khi đóng khóa đột ngột.

Giả sử sự biến thiên vận tốc theo luật tuyến tính.

Đáp số : $\tau = 2,84\text{s}$.



8.73 - Xác định độ chênh áp suất cực đại $\Delta p_{\max}$ tại khóa của ống dẫn theo các điều kiện (553) của bài toán 8.71, nếu thời gian đóng khóa $\tau = 10\text{s}$ và quy luật biến thiên vận tốc theo thời gian cho theo bảng dưới đây :

t(s)	0	2	4	6	8	10
v(m/s)	2,83	2,20	1,80	1,10	0,5	0

Đáp số : $\Delta p'_{\max} = 1080\text{kN/m}^2 = 11\text{at}$.

(sau 6,5s khi bắt đầu đóng khóa).

8.74 - Một nhà tắm có 40 vòi nước được bố trí như hình vẽ (H. bài 8-74) mỗi vòi nước lắp (554) một ống nằm ngang dài 1m ; trên mỗi hàng có 10 vòi, mỗi vòi cách nhau 4m.

- đường kính ống chính $d_5 = 40\text{mm}$ vận tốc dòng chảy $v = 4\text{m/s}$.

- các đường kính $d_1, d_2, d_3, d_4 \dots$ chọn trong các ống tiêu chuẩn 6, 8, 10, 12, 15, 21, 27, 33, 40mm.

a) Tính đường kính của các ống và các vận tốc tương ứng, tính các tổn thất cột áp nếu cho lưu lượng lớn nhất qua một vòi 0,1l/s.

b) Tính tổng tổn thất cột áp, áp suất trong bình chứa.

Đáp số : a) từ biểu thức

$$d \geq \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

suy ra

$$d_1 \geq 6,5\text{mm chọn } d_1 = 8\text{mm} ;$$

$$d_2 \geq 20,7 \text{ mm chọn } d_2 = 21\text{mm} ;$$

$$d_3 \geq 29,1\text{mm chọn } d_3 = 33\text{mm} ;$$

$$d_4 \geq 35,7\text{mm chọn } d_4 = 40\text{mm} ;$$

$$v_1 = 2\text{m/s} ; \Delta H_1 = 0,702\text{m} ;$$

$$v_2 = n \frac{Q_1}{S_2} = n \cdot 0,289\text{m/s}, n = (1 \div 10) ;$$

$$\Delta H_2 = 7,2\text{m} ;$$

$$v_3 = \frac{Q_3}{S_3} = 2,34\text{m/s} ; \Delta H_3 = 0,5\text{m} ;$$

$$v_4 = \frac{Q_4}{S_4} = 2,4\text{m/s} ; \Delta H_4 = 0,43 ;$$

$$v_5 = \frac{Q_5}{S_5} = 3,2\text{m/s} ; \Delta H_5 = 5,75\text{m}.$$

b) Viết phương trình Bécnu-li cho hai mặt ở trên bình chứa và ở vòi phun N°10 ta có :

$$p_R + \gamma h_R + \rho \frac{v_R^2}{2} = p_{10} + \gamma h_{10} + \rho \frac{v_1^2}{2} + \gamma \sum \Delta H,$$

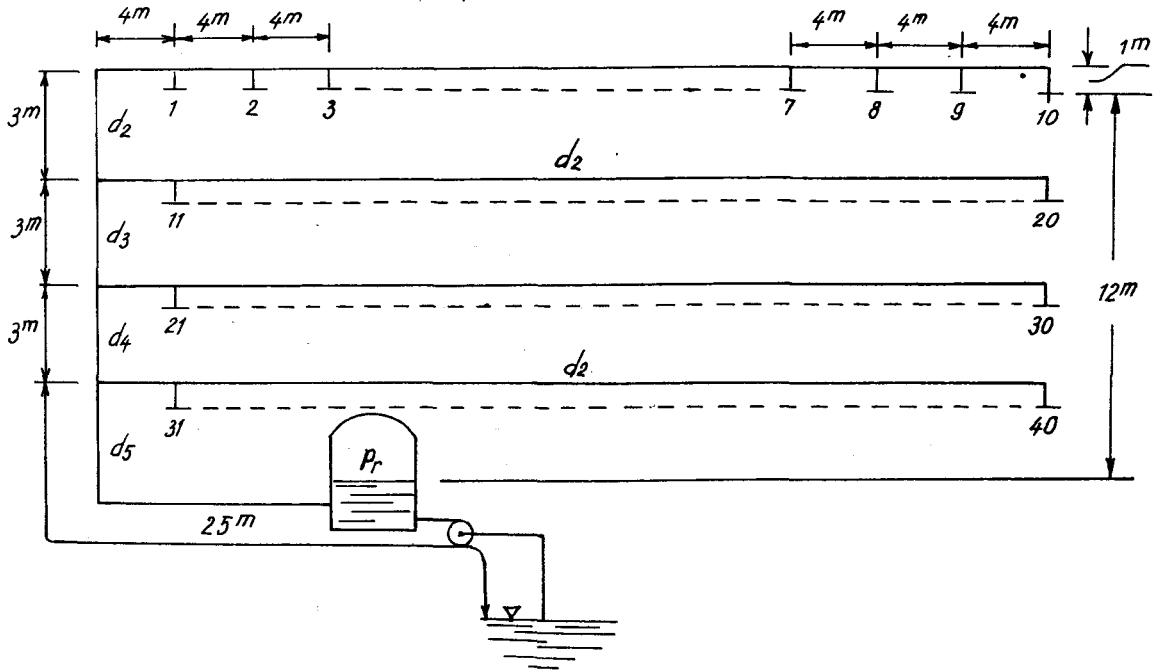
trong đó :

$$\frac{p_{10}}{\gamma} = 10\text{m}, h_{10} - h_R = 12\text{m}.$$

$$\sum \Delta H = 16,59\text{m}, \frac{v_1^2}{2g} = 0,20\text{m}$$

Từ đó suy ra :

$$\frac{p_B}{\gamma} = 38,79 \text{ m H}_2\text{O}.$$



H. bài 8-74

8.75 - Một khớp ống hình trụ đặt nằm ngang gồm :
(555)

Đoạn đầu là đoạn ngắn ống lớn đường kính $D = 0,40 \text{ m}$;

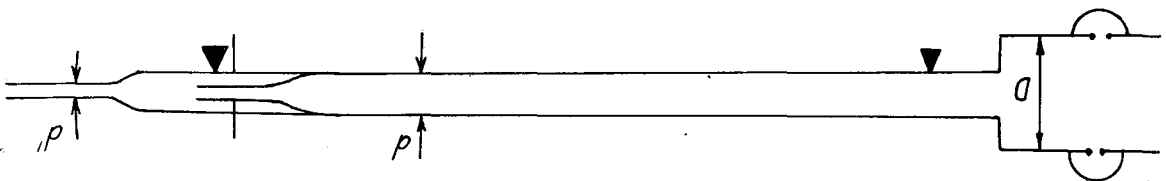
Đoạn chính có chiều dài $L = 20 \text{ m}$, và đường kính $d = 0,20 \text{ m}$;

Đoạn cuối là một nón cụt ngắn, đường kính miệng ra $d' = 0,15 \text{ m}$.

Dòng nước chảy ra không khí, tại mặt cát co hẹp có hệ số co hẹp $0,80$. Tìm tổng lực ngang T của toàn khớp ống tác dụng lên bệ đỡ. Biết rằng lưu lượng $Q = 100 \text{ l/s}$; hệ số ma sát thủy lực của đường ống chính $\lambda = 0,02$; hệ số tổn thất cục bộ của đoạn nón cụt là $\rho = 0,3$ (tính với vận tốc tại mặt cát co hẹp). Hệ số tổn thất đột thu từ diện tích lớn Ω đến diện tích mặt cát nhỏ ω tính theo công thức :

$$\zeta_u = 0,5 \left(1 - \frac{\omega}{\Omega} \right).$$

Tính áp suất p_1 và lực kéo T .



H. bài 8-75

Đáp số : Tính các đại lượng

$$\begin{aligned}
 D &= 0,4\text{m} ; & \Omega &= 0,1257\text{m}^2 ; & v_1 &= 0,80\text{m/s} ; & \frac{v_1^2}{2g} &= 0,03\text{m} ; \\
 d &= 0,2\text{m} ; & \omega &= 0,0314\text{m}^2 ; & v_2 &= 3,18\text{m/s} ; & \frac{v_2^2}{2g} &= 0,52\text{m} ; \\
 d' &= 0,15\text{m} ; & \omega' &= 0,0177\text{m}^2 ; & \omega_c &= 0,0142\text{m}^2 ; \\
 v_c &= 7,06\text{m/s} ; & \frac{v_c^2}{2g} &= 2,54\text{m}.
 \end{aligned}$$

a) Viết phương trình Bécnuili cho mặt cắt đầu ống lớn (tại khớp) và mặt cắt co hẹp với

$$h_{dt} = 0,75.0,52 = 0,39\text{m},$$

$$h_d = 8.0,52 = 4,16\text{m},$$

$$h_{min} = 0,3.2,54 = 0,76\text{m}.$$

Ta có :

$$\frac{p}{\gamma} = 7,85\text{m}.$$

b) Viết phương trình động lượng cho 2 mặt cắt trên ta được :

$$T = P_1 + \rho Q v_1 - (P_c + \rho Q v_c) ;$$

$$P_c \approx ; \rho = 102 \frac{\text{kG} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$$

Thay số vào ta có :

$$T = 9,017\text{kN}.$$

CÁC PHỤ LỤC

PHỤ LỤC CHƯƠNG I

Phụ lục 1-1

Quan hệ giữa các hệ đơn vị đo lường

Đại lượng vật lí	Đơn vị đo lường			Quan hệ giữa các đơn vị đo lường
	SI	MKGS	CGS	
Lực (F)	N	kG	G	1kG = 9,81N
Áp suất (p)	N/m ²	kG/m ²		1kG/m ² = 9,81N/m ²
				1kG/cm ² = 9,81.10 ⁴ N/m ²
Trọng lượng riêng (γ)	N/m ³	kG/m ³	G/cm ³	1kG/m ³ = 10 ³ G/m ³
				= 9,81N/m ³
Khối lượng riêng (ρ)	Ns ² /m ³	kg/m ³	g/m ³	-
Độ nhớt động lực (μ)	Ns/m ²	kGs/m ²	dyn.s/cm ²	1P = 1dyn.s/cm ² = 0,1Ns/m ² = 0,0102kGs/m ²
				= 1cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
Độ nhớt động học (ν)	m ² /s	-	cm ² /s	

Phụ lục 1-2

Trọng lượng riêng và khối lượng riêng của nước thường phụ thuộc vào nhiệt độ

p = 1at			p = 20at		
t ^o C	ρ (kGs ² m ⁻⁴)	γ (kGm ⁻³)	t ^o C	ρ (kGs ² m ⁻⁴)	γ (kGm ⁻³)
0	101,88	999,87	0	102,01	1000,8
4	101,90	1000,0	20	101,8	999,0
10	101,87	999,73	40	101,2	993,0
20	101,72	998,23	60	100,3	984,1
30	101,40	995,68	80	99,2	978,8
40	101,11	992,25	100	97,8	959,3
50	100,69	988,1	120	96,2	944,0
60	100,19	983,2	140	94,5	926,9
70	99,84	977,8	160	92,6	908,2
80	99,03	971,8	180	90,5	887,5
90	98,36	965,3	200	88,2	865,0
100	97,66	958,4	-	-	-

**Khối lượng riêng và trọng lượng riêng của nước biển
phụ thuộc vào nồng độ muối**

S, ‰	t°C	ρ ($\text{kg}\cdot\text{s}^2\cdot\text{m}^{-4}$)	γ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	S, ‰	t°C	ρ ($\text{kg}\cdot\text{s}^2\cdot\text{m}^{-4}$)	γ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
10	0	102,7	1008,0	30	0	104,4	1024,1
	4	102,7	1008,0		4	104,4	1024,8
	15	102,6	1006,8		15	104,2	1022,2
	25	102,4	1004,6		25	103,9	1019,6
10	0	103,5	1016,0	40	0	105,2	1032,2
	4	103,6	1016,9		4	105,2	1032,8
	15	103,4	1014,5		15	104,9	1029,8
	25	103,1	1012,1		25	104,7	1027,1

**Khối lượng riêng và trọng lượng riêng của một số chất lỏng
ở các nhiệt độ khác nhau**

Chất lỏng	Nhiệt độ °C	Trọng lượng riêng γ (kg/m^3)	Khối lượng riêng ρ ($\text{kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$)
Nước	0	999,87	101,92
	4	1.000,00	101,93
	10	999,75	101,91
	20	998,26	101,75
	40	992,35	101,15
	60	983,38	100,24
	80	971,94	99,08
	100	958,65	97,72
Dầu xăng (loại 1)	-	700-720	71,3-73,4
Dầu xăng (loại 2)	-	740-750	73,4-76,4
Dầu lửa (thường)	-	820-830	83,6-84,6
Dầu mazút (thường)	-	890-920	90,7-93,8
Dầu mazút (đen)	-	930-940	94,8-95,8
Dầu mỏ (loại nhẹ)	-	850-880	86,6-89,7
Dầu mỏ (loại nặng)	-	920-930	93,8-94,8
Dầu mỏ (loại trung)	-	880-900	89,7-91,7
Dầu mỡ bôi trơn	-	890-920	90,7-93,8
Nước bể	15	1.020-1.030	103,9-104,9
Dầu ép	15	890-960	90,7-97,8
Dầu truyền động	20	887	90,4
Thủy ngân	0	13596	1.385,9
	20	13546	1.380,8
Ête	15-18	740	75,4
Gang lỏng	1200	7.000	713,5

Hệ số nén β_p của nước theo áp suất

Áp suất (at)	$\beta_p \cdot 10^6$ (giá trị trung bình)
1 - 500	47,5
1.000 - 1.500	35,8
2.500 - 3.000	26,1

Môđun đàn hồi E của nước phụ thuộc vào áp suất và nhiệt độ ($\text{kG} \cdot \text{m}^{-2}$)

$t^\circ\text{C}$	p (at)				
	5	10	20	40	80
0	$1,89 \cdot 10^8$	$1,90 \cdot 10^8$	$1,92 \cdot 10^8$	$1,95 \cdot 10^8$	$1,98 \cdot 10^8$
5	$1,93 \cdot 10^8$	$1,95 \cdot 10^8$	$1,97 \cdot 10^8$	$2,01 \cdot 10^8$	$2,07 \cdot 10^8$
10	$1,95 \cdot 10^8$	$1,97 \cdot 10^8$	$2,01 \cdot 10^8$	$2,05 \cdot 10^8$	$2,12 \cdot 10^8$
15	$1,97 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^8$	$2,09 \cdot 10^8$	$2,17 \cdot 10^8$
20	$1,98 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^8$	$2,06 \cdot 10^8$	$2,12 \cdot 10^8$	$2,22 \cdot 10^8$

Hệ số giãn nở của nước phụ thuộc áp suất và nhiệt độ

p (at)	$t^\circ\text{C}$				
	1 ÷ 10	10 ÷ 20	40 ÷ 50	60 ÷ 70	90 ÷ 100
1	$14 \cdot 10^{-6}$	$150 \cdot 10^{-6}$	$422 \cdot 10^{-6}$	$556 \cdot 10^{-6}$	$719 \cdot 10^{-6}$
100	$13 \cdot 10^{-6}$	$165 \cdot 10^{-6}$	$425 \cdot 10^{-6}$	$548 \cdot 10^{-6}$	$704 \cdot 10^{-6}$
200	$72 \cdot 10^{-6}$	$183 \cdot 10^{-6}$	$426 \cdot 10^{-6}$	$539 \cdot 10^{-6}$	-
500	$149 \cdot 10^{-6}$	$236 \cdot 10^{-6}$	$429 \cdot 10^{-6}$	$523 \cdot 10^{-6}$	$661 \cdot 10^{-6}$
900	$229 \cdot 10^{-6}$	$289 \cdot 10^{-6}$	$437 \cdot 10^{-6}$	$514 \cdot 10^{-6}$	$621 \cdot 10^{-6}$

Môđun đàn hồi E của một số vật liệu ở điều kiện bình thường

Vật liệu	Môđun đàn hồi		Tỷ số giữa các môđun đàn hồi của nước và vật liệu ống dẫn
	kG/m^2	kN/m^2	
Nước	$2,07 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^6$	1
Dầu, dầu ép	$1,35 \cdot 10^8$	$1,324 \cdot 10^6$	
Dầu lửa	$1,40 \cdot 10^8$	$1,37 \cdot 10^6$	
Thủy ngân	$3,30 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^7$	
Ống bằng chì	$2 \cdot 10^7 \div 5 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^5 \div 4,9 \cdot 10^6$	$10,0 \div 0,4$
Ống bằng gỗ	$1,00 \cdot 10^9$	$9,81 \cdot 10^6$	0,2
Ống bằng bê tông	$2,00 \cdot 10^9$	$19,62 \cdot 10^6$	0,1
Ống bằng gang	$1,00 \cdot 10^{10}$	$9,81 \cdot 10^7$	0,02
Ống bằng thép	$2,00 \cdot 10^{10}$	$19,62 \cdot 10^7$	0,01

Độ nhớt động học ν của các sản phẩm dầu mỏ

Các loại dầu	ν (m ² /s.10 ⁻⁴) ở t°C						
	0	10	20	30	40	50	60
Dầu hỏa	0,0080	0,0072	0,0064	0,0058	—	—	—
Dầu xăng	0,0410	0,032	0,025	0,021	—	—	—
Dầu biến thế	1,35	0,66	0,36	0,23	0,15	0,11	0,077
Dầu máy	6,0	2,39	1,15	0,61	0,36	0,23	0,13
Dầu motor	38,00	13,0	5,20	2,38	1,23	0,69	0,43
Dầu nguyên chất MC-20	76,0	—	1,2	—	2,7	—	—
Dầu mazút đặc 12	55,0	19,3	7,90	3,30	1,69	0,93	0,55
" 20	113,0	44,0	16,0	6,60	3,10	1,58	0,92
Dầu diesel	0,126	0,097	0,080	0,060	0,046	0,035	—
Dầu motor M3	11,0	1,50	2,07	1,10	0,61	0,37	0,24
" M4	24,0	9,40	4,0	1,87	1,01	0,58	0,36
" M5	37,0	13,2	5,25	2,40	1,27	0,70	0,44

**Độ nhớt động lực và độ nhớt động
của một số chất lỏng**

Chất lỏng	t°C	μ (P)	ν (St)
Nước	0	0,01792	0,01792
	10	0,01306	0,01306
	20	0,01004	0,01006
	30	0,00802	0,00805
	40	0,00654	0,00659
	50	0,00549	0,00556
	60	0,00471	0,00480
	80	0,00352	0,00370
	100	0,00274	0,00295
Xăng	15	0,0065	0,0093
Rượu cồn	20	0,0119	0,0145
Thủy ngân	15	0,0154	0,0011
Dầu lửa	15	0,0217	0,0270
Mỡ truyền động	20	0,2750	0,3100
Mỡ (dùng cho các máy thông gió)	20	0,4270	0,4800
Mỡ (dùng cho tuốcbin)	20	0,8600	0,9600
Glixêrin (80% dung dịch nước)	20	1,2970	1,0690
Glixêrin (50% dung dịch nước)	20	0,0603	0,0598
Mỡ vazelin	20	1,3800	1,5700
Glixêrin nguyên chất	20	14,9900	11,8900
Mỡ bôi máy C	50	47,0000	52,2000

Trị số μ của một số loại dầu

Loại dầu	(t°C)	μ , poazơ (P)					
		p = 0 (at)	100	200	300	400	500
Dầu biến thể	22°	0,346	0,374	0,418	0,489	0,562	0,650
Dầu máy	22°	0,228	3,416	4,176	5,184	6,822	8,640
Dầu ô tô	37°	1,440	1,940	2,450	3,060	3,672	4,896

Liên hệ giữa hệ đơn vị đo độ nhớt động học stốc
và các đơn vị khác

Tên đơn vị	Kí hiệu	Trị số tính bằng stốc (St), cm ² /s
Độ Engle (Liên xô)	°E	0,0731°E - $\frac{0,0631}{\text{°E}}$
Giây Xêbôn (Mỹ)	°S	0,00220°S - $\frac{1,80}{\text{°S}}$
Giây Redut (Anh)	°R	0,00260°R - $\frac{1,72}{\text{°R}}$
Độ Bécê (Pháp)	°B	$\frac{48,5}{\text{°B}}$

Bảng tương quan giữa các đơn vị đo độ nhớt °E, °S, °D, cencistoc (cSt)

cSt	°E	"S	"R	cSt	°E	"S	"R	cSt	°E	"S	"R	cSt	°E	"S	"R
1,0	1,0	30,0	26,2	35,7	4,8	172,0	137,9	240,0	31,60	1091,0	972,0	530	68,7	2400,0	2146,0
1,4	1,1	34,0	29,2	37,3	5,0	180,0	144,0	250,0	32,90	1137,0	1012,0	540	71,1	2155,0	2186,0
2,8	1,2	37,5	32,0	41,2	5,5	195,0	156,0	260,0	34,3	1182,0	1053,0	550	72,4	2500,0	2227,0
3,0	1,3	41,4	35,0	15,1	6,0	216,0	172,3	270,0	35,5	1228,0	1093,0	560	73,7	2546,0	2267,0
5,0	1,4	45,0	38,0	49,0	6,5	230,0	184,0	280,0	36,8	1273,0	1134,0	570	75,0	2591,0	2308,0
6,25	1,5	49,0	40,9	52,9	7,0	253,0	201,5	290,0	38,2	1319,0	1174,0	580	76,3	2637,0	2348,0
7,45	1,6	52,6	43,8	56,8	7,5	272,0	216,2	300,0	39,4	1364,0	1215,0	590	77,6	2682,0	2389,0
8,5	1,7	56,5	46,8	60,6	8,0	290,0	230,5	310,0	40,8	1410,0	1255,0	600	78,9	2727,0	2429,0
9,0	1,8	60,0	49,7	64,5	8,5	309,0	215,0	320,0	42,1	1455,0	1296,0	620	81,6	2818,0	2510,0
10,7	1,9	64,0	52,6	68,4	9,0	326,5	259,0	330,0	43,3	1500,0	1336,0	640	84,2	2909,0	2591,0
11,8	2,0	67,9	55,5	76,0	10,0	363,0	288,0	340,0	44,7	1546,0	1377,0	660	86,8	3000,0	2672,0
12,8	2,1	71,5	58,5	80,0	10,51	365,0	325,0	350,0	46,1	1591,9	1417,0	680	89,5	3091,0	2753,0
13,8	2,2	75,1	61,4	85,0	11,20	388,0	346,0	360,0	47,4	1637,0	1458,6	700	92,1	3182,0	2834,0
14,8	2,3	79,1	64,3	90,0	11,86	411,0	365,0	370,0	48,7	1682,0	1498,0	720	94,7	3273,0	2915,0
15,7	2,4	83,0	67,3	95,0	12,51	433,0	385,0	380,0	50,0	1728,0	1539,0	740	97,4	3364,0	2996,0
16,6	2,5	86,8	70,2	100,0	13,70	456,0	405,0	390,0	51,3	1773,0	1579,0	760	100,0	3455,0	3077,0
17,5	2,6	90,8	73,2	110,0	14,48	501,0	446,0	400,0	52,6	1819,0	1620,0	780	102,6	3546,0	3158,0
18,4	2,7	94,2	76,1	120,0	15,8	547,0	486,0	410,0	53,9	1864,0	1680,0	800	105,6	3637,0	3239,0
19,3	2,8	98,0	79,1	130,0	17,11	592,0	527,0	420,0	55,3	1909,0	1701,0	850	111,8	3864,0	3441,0
20,2	2,9	102,0	82,1	140,0	18,43	637,0	567,0	430,0	56,6	1955,0	1741,0	900	118,1	4091,0	3644,0
21,2	3,0	105,0	85,0	150,0	19,74	683,0	608,0	440,0	57,9	2000,0	1781,0	950	125,0	4318,0	3864,0
22,8	3,2	113,2	90,9	160,0	21,06	728,0	618,0	450,0	59,2	2046,0	1822,0	1000	131,6	4546,0	4049,0
24,5	3,4	120,0	96,7	170,0	22,37	774,0	689,0	460,0	60,5	2091,0	1862,0	1100	144,7	5000,0	4453,0
26,1	3,6	128,0	102,1	180,0	23,60	819,0	729,0	470,0	61,8	2137,0	1903,0	1200	157,9	5455,0	4858,0
27,7	3,8	135,0	107,0	190,0	25,00	864,0	769,0	480,0	63,2	2182,0	1943,0	1300	171,1	5909,0	5263,

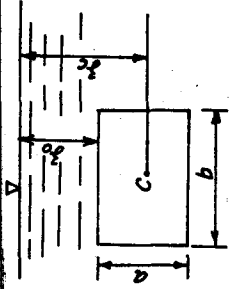
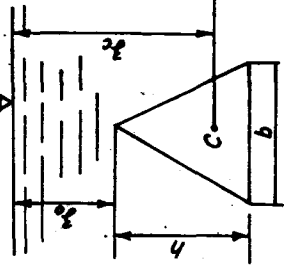
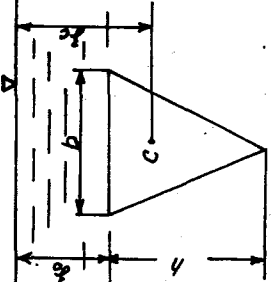
PHỤ LỤC CHƯƠNG 2

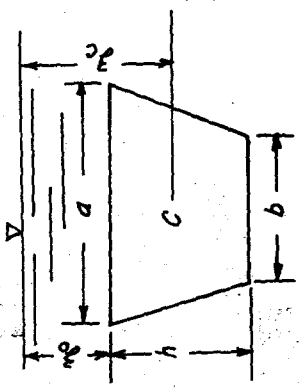
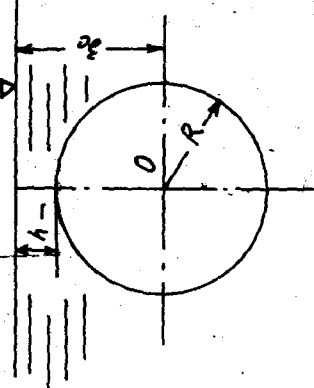
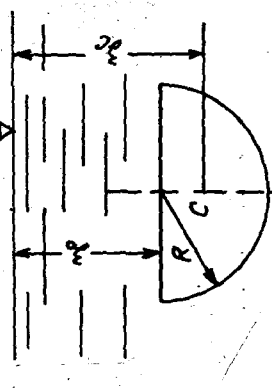
Phụ lục 2-1

Bảng đổi đơn vị đo áp suất

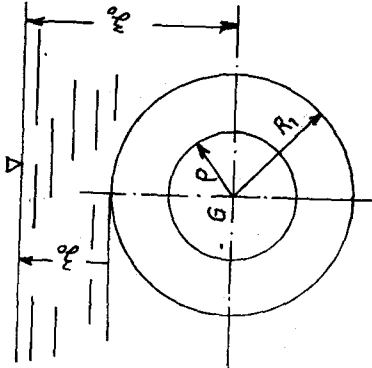
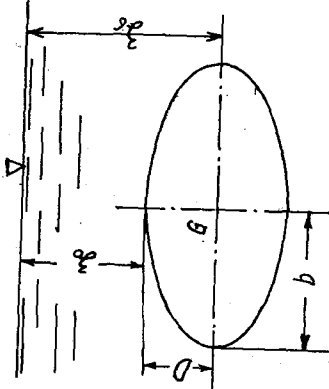
Môt đơn vị → bảng ↓	N/m^2 (Pa)	at	tor. (mmHg)	mH_2O	kG/cm^2	bari (dyn/cm^2)	bar	piezo
N/m^2 (Pa)	1	$9,81.10^4$	133,322	9496	$9,496.10^4$	10^{-1}	105	10^3
at	$1,020.10^{-5}$	1	$1,316.10^{-5}$	$9,68.10^{-2}$	0,968	$0,987.10^{-6}$	0,987	$0,987.10^{-2}$
tor (mmHg)	$7,50.10^{-3}$	760	1	73,6	736	$7,50.10^{-4}$	$7,50.102$	7,50
mH_2O	$1,053.10^{-4}$	10,33	$13,59.10^{-3}$	1	10	$1,020.10^{-5}$	10,53	0,102
kG/cm^2	$1,053.10^{-5}$	1,033	$13,59.10^{-4}$	10^{-1}	1	$1,020.10^{-6}$	1,053	$1,020.10^{-2}$
bari (dyn/cm^2)	10	$1,013.10^6$	$1,333.10^3$	0,981.105	$9,81.10^5$	1	10^4	10^4
bar	10^{-5}	1,013	$1,333.10^{-3}$	$9,5.10^{-2}$	0,950	10^{-6}	1	10^{-2}
piezo	10^3	$1,013.10^2$	0,1333	9,81	98,1	10^{-4}	102	1

Diện tích S, mômen quán tính J_c , áp lực P, tọa độ trọng tâm z_c và tọa độ áp tâm Z_D của một số hình phẳng

Sơ đồ	Diện tích S	Mômen quán tính J_c	Tọa độ trọng tâm Z_C	Tọa độ áp tâm Z_D	Áp lực P
1	2	3	4	5	6
	ab	$\frac{ba^3}{12}$	$z_0 + \frac{a}{2}$	$z_0 + \frac{a}{2} + \frac{a^2}{6(2z_0 + a)}$	$\gamma \left(z_0 + \frac{a}{2} \right) ab$
	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$	$z_0 + \frac{2}{3} h$	$z_0 + \frac{2h}{3} + \frac{h^2}{6(3z_0 + 2h)}$	$\gamma \left(z_0 + \frac{2}{3} h \right) \frac{bh}{2}$
	$\frac{bh}{2}$	$\frac{bh^3}{36}$	$z_0 + \frac{1}{3} h$	$z_0 + \frac{h}{3} + \frac{h^2}{6(3z_0 + h)}$	$\gamma \left(z_0 + \frac{h}{3} \right) \frac{bh}{2}$

1	2	3	4	5	6
	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)}$	$z_0 + \frac{h(a+2b)}{3(a+b)}$	$z_0 + \frac{h(a+2b)}{3(a+b)} + \frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{6(a+b)[3z_0(a+b) + h(a+2b)]}$	$\gamma \left[z_0 h \left(\frac{a+b}{2} \right) + \frac{1}{6} (a+2b) \right]$
	πR^2	$\frac{\pi R^4}{4}$	$z_0 + R$	$z_0 + R + \frac{R^2}{4(z_0 + R)}$	$\gamma \pi R^2 (z_0 + R)$
	$\frac{\pi R^2}{2}$	$\frac{9\pi^2 - 64}{72\pi} R^4$	$z_0 + \frac{4R}{3\pi}$	$\frac{12\pi z_0 + 32z_0 R + 3\pi R^2}{4(3\pi z_0 + 4R)}$	$\frac{1}{2} \pi \gamma R^2 \left(z_0 + \frac{4R}{3\pi} \right)$

Phụ lục 2-2 (tiếp theo)

1	2	3	4	5	6
	$\pi(R^2 - r^2)$	$\frac{\pi(R^4 - r^4)}{4}$	$z_0 + R$	$z_0 + R + \frac{R^2 + r^2}{4(z_0 + R)}$	$\gamma\pi(z_0 + R)(R^2 - r^2)$
	πab	$\frac{\pi a^3 b}{4}$	$z_0 + a$	$z_0 + a + \frac{a^2}{4(z_0 + a)}$	$\gamma\pi ab(z_0 + a)$

Độ cao z (km)	p (mmHg)	T (°K)	ρ (kg/m ³)	Hàng số R	Khoảng cách giữa hai phân tử l(m)
0	760	288	1,22	28,96	$6,63 \cdot 10^{-8}$
10	199	223	0,413	28,96	$1,96 \cdot 10^{-7}$
20	41,5	217	$8,889 \cdot 10^{-2}$	28,96	$9,14 \cdot 10^{-7}$
30	8,08	226	$1,84 \cdot 10^{-2}$	28,96	$4,41 \cdot 10^{-6}$
40	2,15	250	$3,99 \cdot 10^{-3}$	28,96	$2,03 \cdot 10^{-5}$
50	$5,98 \cdot 10^{-1}$	271	$1,03 \cdot 10^{-3}$	28,96	$7,91 \cdot 10^{-5}$
60	$1,68 \cdot 10^{-1}$	256	$3,06 \cdot 10^{-4}$	28,96	$2,65 \cdot 10^{-4}$
70	$4,14 \cdot 10^{-2}$	220	$8,75 \cdot 10^{-5}$	28,96	$9,28 \cdot 10^{-4}$
80	$7,77 \cdot 10^{-3}$	181	$1,99 \cdot 10^{-5}$	28,96	$4,06 \cdot 10^{-3}$
90	$1,23 \cdot 10^{-3}$	181	$3,17 \cdot 10^{-6}$	28,96	$2,56 \cdot 10^{-2}$
100	$2,25 \cdot 10^{-4}$	210	$4,97 \cdot 10^{-7}$	28,88	$1,63 \cdot 10^{-1}$
120	$1,89 \cdot 10^{-5}$	340	$2,44 \cdot 10^{-8}$	28,07	2,25
140	$5,56 \cdot 10^{-6}$	714	$3,39 \cdot 10^{-9}$	27,20	3,23
160	$2,77 \cdot 10^{-6}$	1.022	$1,16 \cdot 10^{-9}$	26,66	64,5
180	$1,61 \cdot 10^{-6}$	1.156	$5,86 \cdot 10^{-10}$	26,15	125,0
200	$1,00 \cdot 10^{-6}$	1.236	$3,32 \cdot 10^{-10}$	25,56	215,0

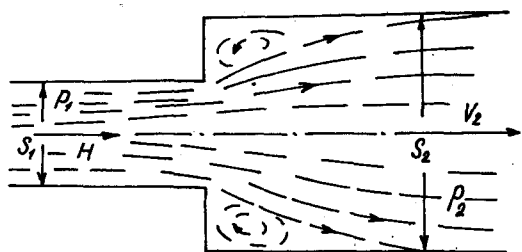
PHỤ LỤC CHƯƠNG 6

Phụ lục 6-1

GIÁ TRỊ CÁC HỆ SỐ CÁN CỤC BỘ (ứng với vận tốc dòng sau vị trí bị cản)

1. Dòng mở rộng đột ngột (đột mở) :

$$\zeta_m = k \left(\frac{S_2}{S_1} - 1 \right)^2$$



$\frac{S_2}{S_1}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ζ_m	81	64	49	36	25	16	9	4	1	0

Chú ý : Đối với các ống có đường kính từ 1,25 đến 12cm khi $\frac{S_2}{S_1} = 2 \div 12$ thì hệ số điều chỉnh k được xác định theo công thức :

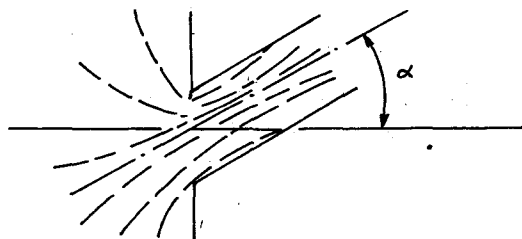
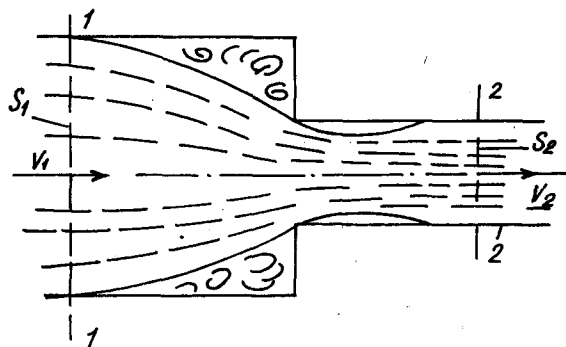
$$k = 1,025 + 0,0025 \frac{S_2}{S_1} - 0,0079d_1 ;$$

(d_1 - đường kính đoạn ống nhỏ).

2. Dòng thu hẹp đột ngột (đột thu) :

$$\zeta_t = 0,5 \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right)$$

$\frac{S_2}{S_1}$	0,00	0,10	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
ζ_t	0,50	0,45	0,40	0,30	0,20	0,10	0,00



3. Chảy vào ống :

a) Ống hình trụ gắn vào lỗ thành mỏng của bể lớn nghiêng một góc α :

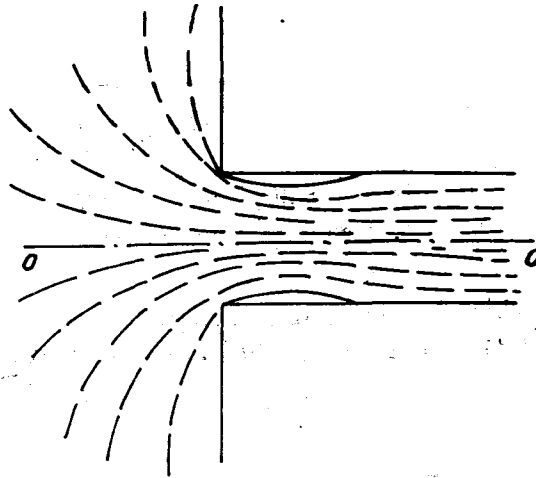
$$\zeta_v = 0,505 + 0,803\sin\alpha + 0,226\sin^2\alpha$$

b) Ống trụ tròn gắn thẳng góc với thành bể lớn :

- đầu ống gắn là nhọn : $\zeta_v = 0,50$,

- đầu ống gắn là tròn và đều đặn : $\zeta_v = 0,20 + 0,25$,

- đầu ống gắn rất êm, có dạng gắn theo hình đường dòng : $\zeta_v = 0,05$.



4. Dòng chảy từ ống vào bể lớn :

Lúc đó $S_2 \gg S_1$ và lấy $k = 1$ ta có $\zeta = 1,00$.

5. Dòng chảy qua đoạn ống hình côn và loe :

a) Dòng chảy qua ống loe : ζ_c xác định theo công thức :

$$\zeta_c = \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{n^2 - 1}{n^2} \right) + \left(\frac{n - 1}{n} \right)^2 \sin \alpha,$$

trong đó, λ - hệ số cản thủy lực dọc đường ;

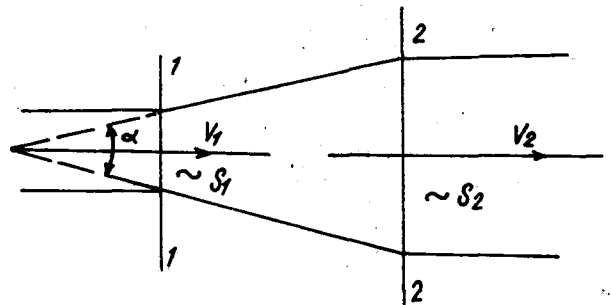
α - góc đỉnh hình chóp cắt ;

$n = \frac{S_2}{S_1}$ - độ mở rộng.

b) Dòng chảy qua đoạn ống hình côn :

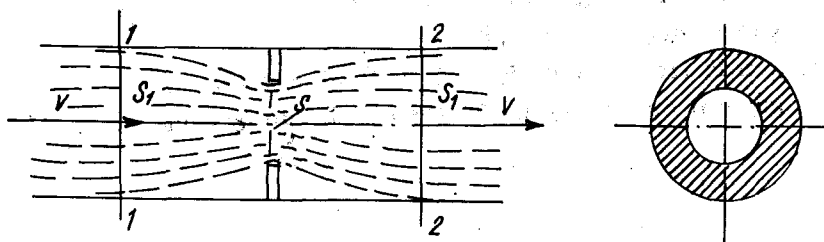
hệ số ζ_c có thể xác định theo công thức :

$$\zeta_c = \frac{\lambda}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2}.$$



6. Màn chắn :

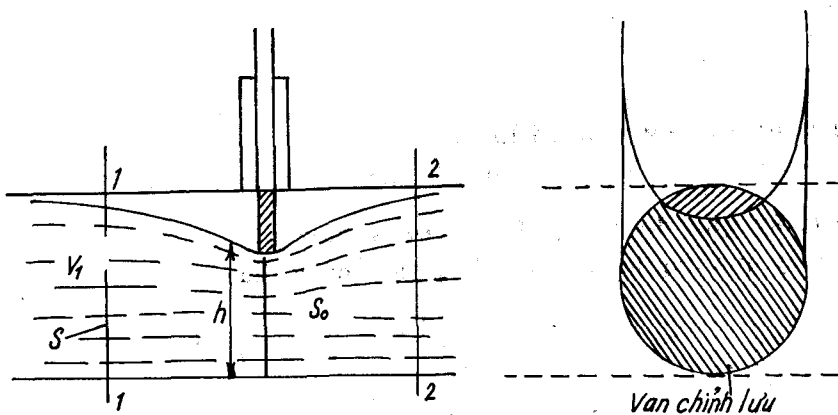
$$\zeta_c = \left(1 + \frac{0,707}{\sqrt{1 - \frac{S}{S_1}}} \right)^2 \left(\frac{S_1}{S} - 1 \right)^2$$



$\frac{S}{S_1}$	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
ζ_c	1.070	245	51,0	18,4	8,20	4,0	2,0	0,97	0,41	0,13	0,00

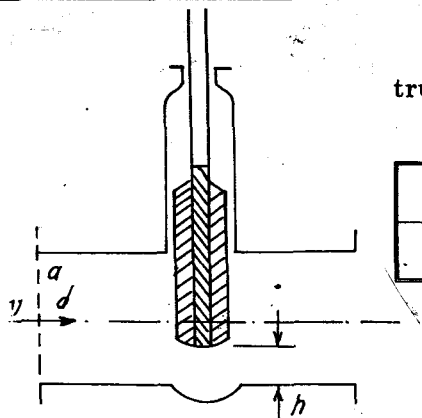
7. Van chỉnh lưu.

a) Hệ số cản của van chỉnh lưu đơn giản phụ thuộc vào độ mở của nó. Giá trị của nó được dẫn ra theo bảng dưới đây, trong đó S_0 - diện tích cửa mở, S - diện tích mặt cắt ống dẫn.



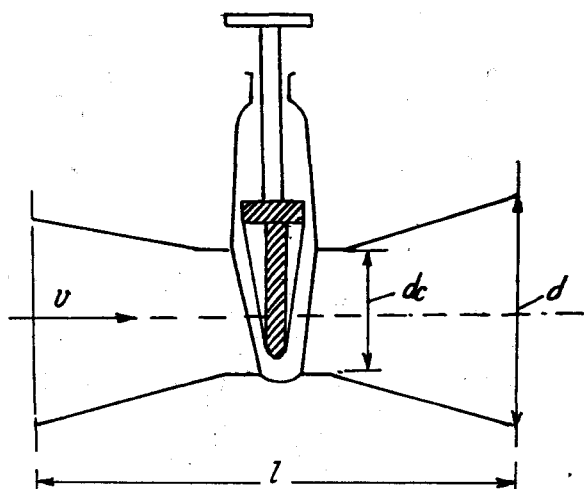
$\frac{d-h}{h}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$
$\frac{S_0}{S}$	1,00	0,948	0,856	0,740	0,609	0,466	0,315	0,159
ζ	0,00	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8

b) Hệ số cản của van chỉnh lưu Ludlô trong ống trụ tròn



h/d	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
ζ	30,0	22,0	12,0	5,30	2,80	1,50	0,80	0,30	0,15

c) Hệ số cản của van chỉnh lưu trong ống trụ tròn ở vị trí có đoạn thắt đều, đối xứng.

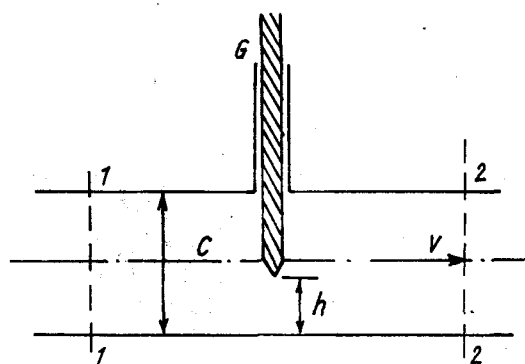


d(mm)	300	300	250	200
d_v/d	0,67	0,67	0,80	0,75
l/d	2,50	1,68	1,50	1,33
ζ	1,45	1,80	0,39	0,60

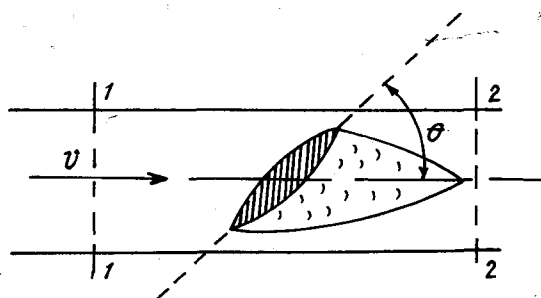
d) Hệ số cản van chỉnh lưu trong ống tiết diện hình chữ nhật (H. phụ lục 7-1d₇).

$\frac{a}{c}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ	∞	193	44,5	17,8	8,12	4,02	2,08	0,95	0,39	0,09	0

e) Hệ số cản của van chỉnh lưu đĩa tròn có tâm cố định trong ống trụ tròn (H. phụ lục 7-1e₇).



H. phụ lục 7-1d₇



H. phụ lục 7-1e₇

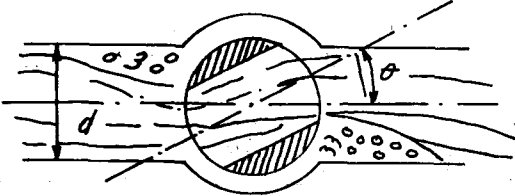
θ°	5	10	15	20	25	30	40	50	60	65	70	90
ζ	0,24	0,52	0,90	1,54	2,51	3,91	10,8	32,6	118	256	751	∞

f) Hệ số cản của van chỉnh lưu có tâm cố định trong ống tiết diện chữ nhật.

θ°	5	10	15	20	25	30	40	50	60	65	70	90
ζ	0,28	0,45	0,77	1,34	2,16	3,54	9,30	24,9	77,4	158	368	∞

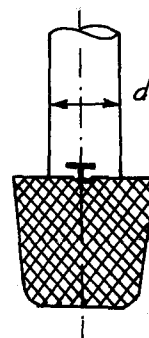
8. Van quay

Hệ số cản ζ của van quay thông thường.

θ°	5	10	15	20	25	30	35
$\frac{S_o}{S}$	0,926	0,850	0,772	0,692	0,613	0,535	0,458
ζ	0,05	0,29	0,75	1,56	3,10	5,47	9,68
40	45	50	55				
0,385	0,315	0,250	0,190				
17,30	31,2	52,6	106				
60	65	70	32,5				
0,187	0,091	0,008	0				
206	486	1523	∞				

9. Van một chiều và lưới

Hệ số cản ζ của van một chiều và lưới.



$d(mm)$	40	50	70	100	150	200	300	500	700
ζ	12	10	8,5	7,0	6,0	5,2	3,7	2,5	1,6

hệ số cản của mạng lưới chắn rác trong các máy bơm thường trong khoảng $\zeta = 4 \div 6$ (nếu không có van một chiều).

10. Van đĩa không đế dưới :

Hệ số tổn thất cục bộ ζ cho bằng công thức :

$$\zeta = 0,55 + 4 \left(\frac{b}{d_1} - 0,1 \right) + \frac{0,155}{\left(\frac{h}{d_1} \right)^2}$$

$$\text{với } 0,1 < \frac{h}{d_1} < 0,25 \text{ và } 0,1 < \frac{b}{d_1} < 0,25$$

trong đó : d_1 - đường kính đĩa ;

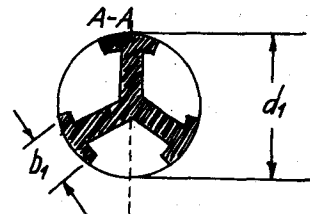
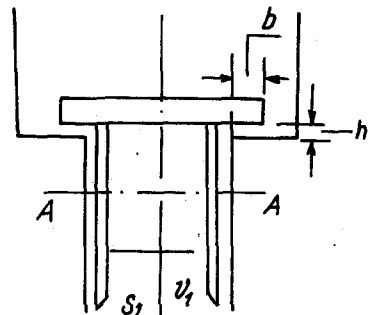
b ; h - tương tự như các đặc trưng của van đĩa có đế dưới.

11. Van đĩa có đế dưới :

Hệ số tổn thất cục bộ tính theo công thức :

$$\zeta = (0,8 \div 1,6) \left[0,55 + 0,4 \left(\frac{b}{d_1} - 0,1 \right) + \frac{1,73}{\left(\frac{h}{d_1} \right)^2 \left(\pi - \frac{i b_1}{d_1} \right)^2} \right]$$

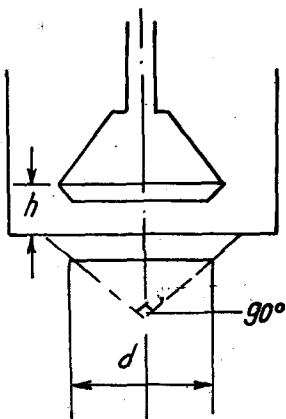
với i là số chân đế.



12. Van hình côn đáy phẳng.

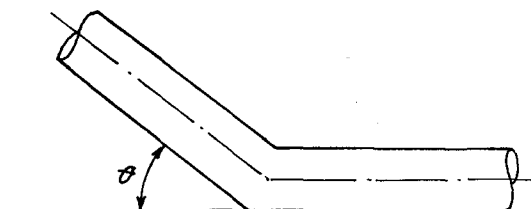
Hệ số tổn thất cục bộ :

$$\zeta = 2,6 - 0,8 \frac{d}{h} + 0,14 \left(\frac{d}{h} \right)^2 \text{ với } h = 0,1d \div 0,25d.$$



13. Đoạn ống gấp khúc thẳng.

Hệ số tổn thất cục bộ theo bảng (phụ lục góc lệch θ).



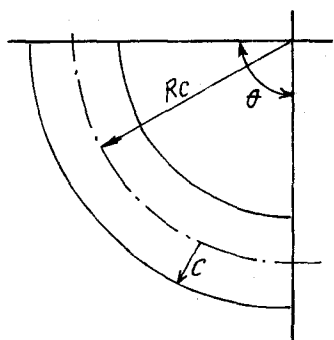
θ°	30	40	50	60	70	80	90
ζ	0,2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90	1,1

Bảng trên, chỉ đúng khi $d < 55\text{mm}$, nếu đường kính tăng lên thì hệ số ζ giảm đi.

14. Đoạn ống gấp cong tròn.

Hệ số cản của nó với $\theta = 90^\circ$ có thể tính :

r/R_c	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ	0,131	0,138	0,158	0,206	0,294	0,440	0,661	0,977	1,408	1,978

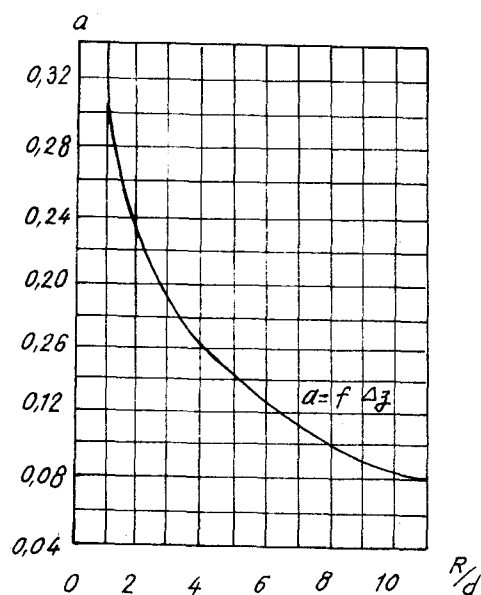
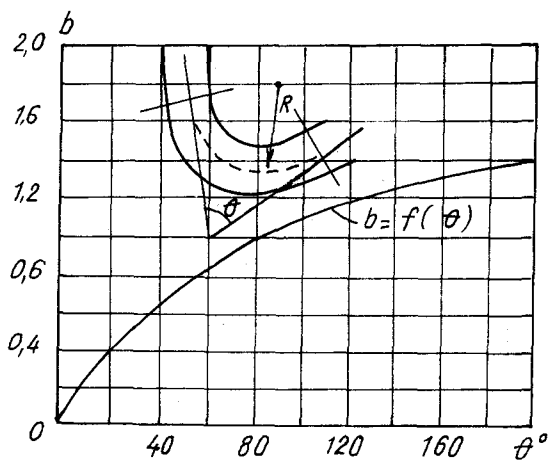


nếu $\theta \neq 90^\circ$ thì giá trị hệ số cản ζ phải nhân với tỉ số $\frac{\theta}{90}$

Theo G.N. Abramovich hệ số cản của đoạn ống gấp cong tròn tuân theo :

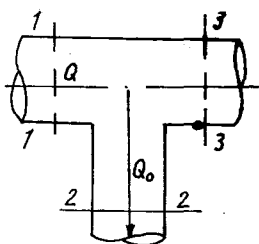
$$\zeta = 0,73ab,$$

trong đó $a = f_1\left(\frac{R_c}{d}\right)$ và $b = f_2(\theta)$ (R_c - bán kính cong, d - đường kính ống và θ - góc quay dòng). Giá trị a và b theo đồ thị bên.



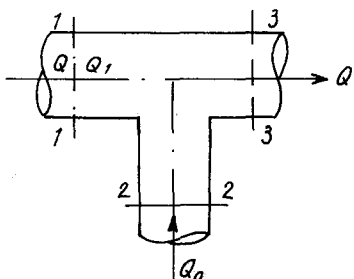
15. Phân dòng và hội dòng. (khi $\theta = 90^\circ$)

a) Giá trị hệ số cản cục bộ ζ_{1-2} (dòng phân nhánh) và ζ_{1-3} (dòng chính) của phân dòng được tính :



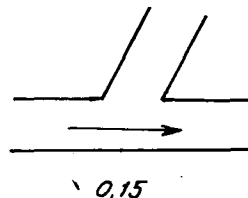
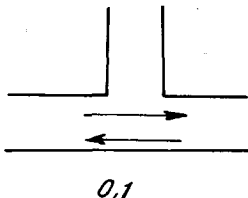
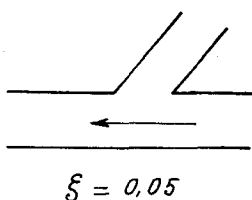
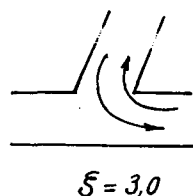
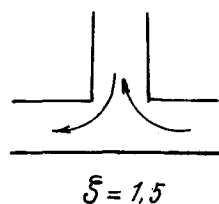
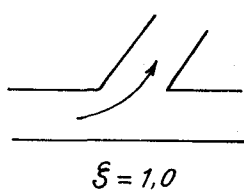
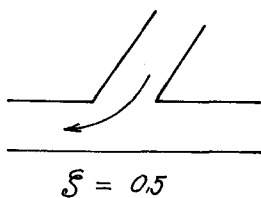
Hệ số ζ	Hệ thức Q_0/Q		
	0	0,2	0,4
ζ_{1-2}	0,55	0,35	0,25
ζ_{1-3}	0,04	-0,06	-0,05

b) Giá trị hệ số cản cục bộ ζ_{1-2} và ζ_{1-3} của hội dòng được tính :



Hệ số ζ	Hệ thức Q_0/Q					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
ζ_{1-2}	-1,20	-0,40	0,08	0,47	0,72	0,01
ζ_{1-3}	0,04	0,17	0,30	0,41	0,51	0,60

c) Đối với những điều kiện phân dòng khác nhau hệ số cản cục bộ bằng những trị số cho trên hình vẽ sau :



Các công thức cơ bản để xác định hệ số cản λ trong công thức Darcy

Trạng thái dòng chảy	Công thức tính toán	Tên tác giả
chảy tầng $Re < 2300$	$\lambda = \frac{64}{Re}$	Poazoi
Chảy rối thành trơn $2300 < Re < 56 \frac{d}{\Delta}$	$\lambda = \frac{1}{(1,81 \lg Re - 1,5)^2}$ $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$ $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \lg (Re \sqrt{\lambda}) - 0,8$	Cônacóp Bolaziut Nicuratze
Chảy rối, khu quá độ : $56 \frac{d}{\Delta} < Re < Re_{gh}$	$\lambda = 0,11 \left(\Delta + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$ $\lambda = \frac{a_{qd}}{d^x} \left(1 + \frac{\nu}{bv} \right)^x$	Antosun Sêvêlêp
Chảy rối thành hoàn toàn nhám - khu bình phương sức cản $Re \gg Re_{g,h}$	$\lambda = \frac{78,5n^2}{R^2}$ $\lambda = 124,6 \frac{n^2}{3\sqrt{d}}$ $\lambda = \frac{a_{bp}}{d^x}$ $\lambda = \left(1,74 + 2 \lg \frac{r}{\Delta} \right)^{-2}$	Pavolôpski Maning Sêvêlêp Nicurate
Đối với ống có độ nhám tự nhiên	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_{td}}{3,7d} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$	Coloborúc

Các thông số a_{qd} , a_{bp} , x , b và $\frac{v_{g,h}}{\nu}$ dùng trong các công thức của Sêvêlêp đối với một vài loại ống được cho ở bảng dưới đây :

Loại ống	x	q_{qd}	$b \cdot 10^6, m$	a_{bp}	$\frac{v_{g,h}}{\nu} \cdot 10^{-6}, l/m$
Ống xi măng	1,90	0,0110	0,37	0,0103	6,00
Ống thép mới	0,226	0,0159	1,90	0,0121	2,40
Ống gang mới	0,284	0,0144	0,55	0,0143	2,70
Ống thép và gang cũ	0,300	0,0179	1,50	0,0210	0,92

Phụ lục 7-3

Bảng tính trị số λ theo công thức Cônacôp

$$\lambda = \frac{1}{(1,8 \lg Re - 1,5)^2}$$

Re	$\lambda_{trơn}$	Re	$\lambda_{trơn}$	Re	$\lambda_{trơn}$
4.000	0,0403	45.000	0,0212	450.000	0,0133
5.000	0,0376	50.000	0,0207	500.000	0,0130
6.000	0,0356	60.000	0,0198	600.000	0,0126
7.000	0,0340	70.000	0,0192	700.000	0,0123
8.000	0,0328	80.000	0,0186	800.000	0,0121
10.000	0,0308	100.000	0,0178	1.000.000	0,0116
15.000	0,0276	150.000	0,0164	1.500.000	0,0108
20.000	0,0257	200.000	0,0155	2.000.000	0,0103
25.000	0,0243	250.000	0,0148	2.500.000	0,0100
30.000	0,0233	300.000	0,0143	3.000.000	0,0096
35.000	0,0224	350.000	0,0141	3.500.000	0,0095
40.000	0,0217	400.000	0,0136		

Phụ lục 7-4

Trị số độ nhám tương đương Δ_{td} của ống dẫn làm bằng các vật liệu khác nhau

$$\left[\text{Công thức Cólôbruc } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \lg \left(\frac{\Delta_{td}}{3,7d} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \right]$$

Số TT	Đặc tính mặt ống	$\Delta_{td} (mm)$
1	Ống sạch bằng đồng thau, đồng và thủy tinh	0,0015 ÷ 0,01
2	Ống thép mới đặt cẩn thận	0,04 ÷ 0,17
3	Ống thép để dẫn hơi sau một năm sử dụng	0,12
4	Ống thép sau vài năm sử dụng	0,19
5	Ống gang mới	0,31
6	Ống gỗ mặt trát xi măng sạch	0,25 ÷ 1,25
7	Ống cũ bị rỉ	0,60
8	Ống kim loại bẩn	0,75 ÷ 0,97
9	Ống thoát nước	0,25 ÷ 6,60
10	Ống sành thoát nước	0,45 ÷ 6,00

PHỤ LỤC CHƯƠNG 7

Phụ lục 7-1

Hệ số lưu lượng μ của lỗ to

Loại lỗ	μ
1. Lỗ vừa, dòng co hẹp đều đặn về mọi phương không có tám hướng dòng	0,65
2. Lỗ to, dòng co hẹp đều đặn về mọi phương nhưng co hẹp không hoàn toàn	0,70
3. Lỗ ở đáy, không co hẹp ở cạnh đáy, các phương khác ảnh hưởng mạnh lên sự co hẹp	$0,65 \div 0,70$
4. Như trường hợp 3 nhưng các phương khác ảnh hưởng vừa	$0,70 \div 0,75$
5. Như trường hợp 3 nhưng ở hai bên co hẹp đều đặn	$0,80 \div 0,85$
6. Như trường hợp 3 nhưng co hẹp ở hai bên rất bé	0,90

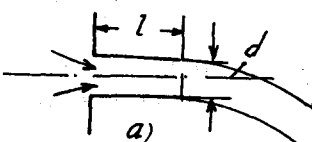
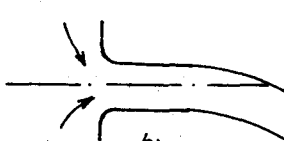
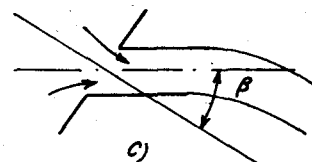
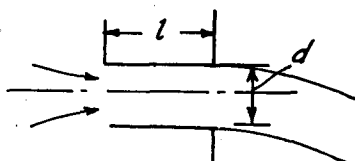
Phụ lục 7-2

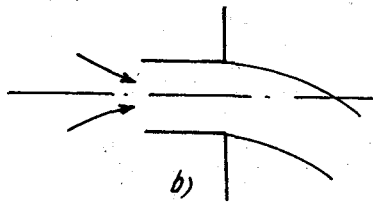
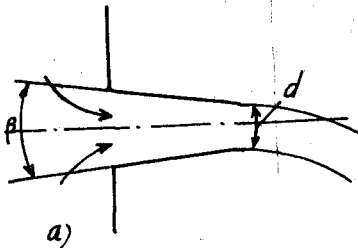
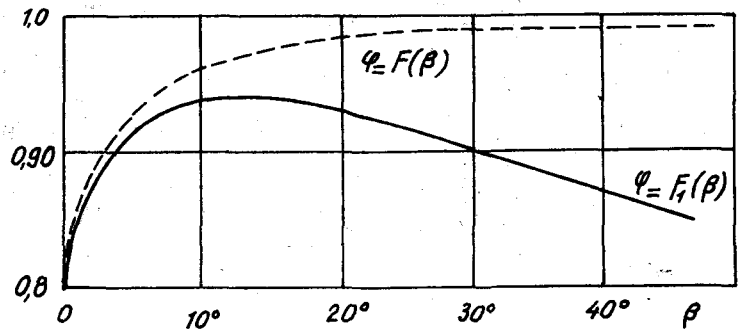
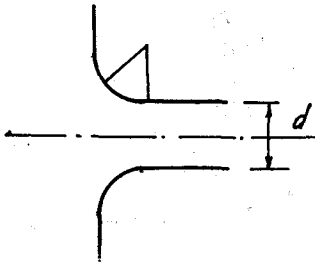
Hệ số lưu lượng μ của vòi

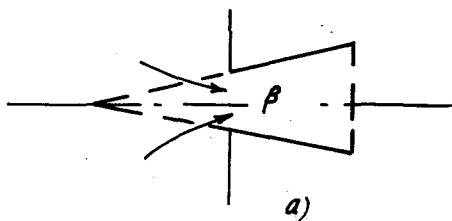
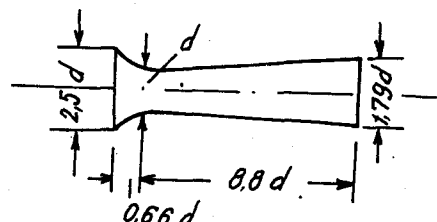
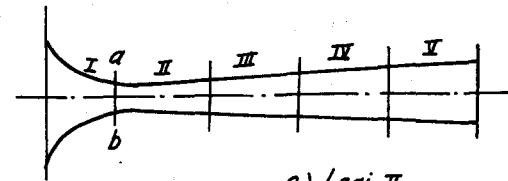
Loại vòi	ζ	ε	φ	μ	$\frac{v^2}{2g} = \varphi^2 H_0$
Lỗ hình tròn	0,06	0,63	0,97	0,62	$0,95H_0$
Vòi hình trụ tròn gắn ngoài	0,50	1,00	0,82	0,82	$0,67H_0$
Vòi hình trụ tròn gắn trong	1,00	1,00	0,707	0,707	$0,50H_0$
Vòi hình nón cắt mở rộng (difuzor) $\theta = 5 \div 7^\circ$	$4,0 \div 3,0$	1,00	$0,45 \div 0,50$	$0,45 \div 0,50$	$(0,20 \div 0,23)H_0$
Vòi nón cắt thu hẹp	0,09	0,98	0,96	0,94	$0,90H_0$

Chú ý : Những trị số trên tính cho mặt cắt ra của vòi.

Trị số các hệ số μ , φ , ε , ζ .

Thứ tự	Loại vòi và điều kiện chảy	Hệ số			
		μ	φ	ε	ζ
1	2	3	4	5	6
1	Vòi trụ tròn :				
	a) Cạnh vào sắc ($l \geq 3d$)	0,82	0,82	1,00	0,50
	b) Cạnh vào tròn chảy vào đều, trung bình	0,95	0,95	1,00	0,06
	c) Cạnh vào sắc : trục vòi nghiêng một góc β so với mặt phẳng cột nước				
	 a)				
	$\beta = 0^\circ$	0,82	-	-	-
	$\beta = 10^\circ$	0,80	-	-	-
	$\beta = 20^\circ$	0,78	-	-	-
	 b)				
	$\beta = 30^\circ$	0,76	-	-	-
	$\beta = 40^\circ$	0,75	-	-	-
	$\beta = 50^\circ$	0,73	-	-	-
	$\beta = 60^\circ$	0,72	-	-	-
	 c)				
	d) Khi chiều dài vòi $l \geq 3d$ (theo giáo sư V. D. Jurin) nếu :				
	$l' = \frac{l}{d}$				
	$l' = 1$	0,62	-	-	-
	$l' = 3$	0,82	-	-	-
	$l' = 5$	0,79	-	-	-
	$l' = 10$	0,77	-	-	-
	$l' = 25$	0,71	-	-	-
	$l' = 50$	0,64	-	-	-
	$l' = 75$	0,59	-	-	-
	$l' = 100$	0,55	-	-	-
2	Vòi trụ tròn gần phía trong :				
	 a)				
	a) Khi $l > 3d$	0,71	0,71	1,00	1,00

1	2	3	4	5	6	
	 b)	b) Khi $l < 3d$	0,51	0,97	0,53	0,06
3.	Vòi hình chóp (hình a ở dưới) :					
	a) Khi góc hình chóp					
	Khi $\beta = 12^\circ$ đến 15° .		0,94	0,96	0,98	0,09
	Khi $\beta = 13^\circ 24'$		0,946	0,9663	0,983	0,08
Quan hệ giữa μ , φ với góc hình chóp được biểu diễn trong đồ thị dưới đây :						
	 a)					
Vòi Kônôit (lưu tuyến, theo dạng dòng chảy)						
	a) Theo dạng như hình vẽ		0,97	0,97	1,00	0,06
	b) Theo dạng khác nhưng cũng xuất phát từ dạng trên có phụ thuộc cột nước		0,959 ÷ + 0,994	0,959 ÷ + 0,994	1,00	0,08 ÷ + 0,01
						
5	Vòi theo kiểu đặt ở đầu ống chứa cháy : Phụ thuộc hình dạng đầu ống		0,97 ÷ + 0,99			

1	2	3	4	5	6
6	Vòi hình chóp mở rộng : a) Góc hình chóp I với $\theta = 7^\circ$ b) Theo kiểu I với $\theta = 5^\circ$ c) Theo kiểu II (đoạn I theo xyclôit, đoạn II, III, IV, V theo hình chóp $\theta = 5^\circ$)  a)  b) Loại I  c) Loại II	$0,45 \div 0,50$ $0,483$	$0,45 \div 0,50$ $0,483$	$1,00$ $1,00$	$3,94 \div 3,00$ $3,30$
7	Ứng với điều kiện cấu tạo khác nhau : 1. Vòi gồm đoạn I 2. Vòi gồm đoạn I và II 3. Vòi gồm đoạn I, II và III 4. Vòi gồm đoạn I, II và III và IV 5. Vòi gồm đoạn I, II, III, IV và V	$0,927 \div 0,944$ $1,481 \div 1,595$ $0,726 \div 0,782$ $1,893 \div 2,123$ $0,359 \div 0,402$ $2,080 \div 2,437$ $0,209 \div 0,244$ $2,055 \div 2,261$ $0,128 \div 0,140$			

Ghi chú : Các con số đầu tiên ứng với mặt cắt a-b, các con số thứ hai ứng với mặt cắt ra. Các trị số của hệ số được tính với chiều dài mỗi đoạn 0,305m, đường kính trong mặt cắt a-a, $d = 0,306\text{m}$ và trong mặt cắt ra của nó.

PHỤ LỤC CHƯƠNG 8

Phụ lục 8-1

Vận tốc cho phép đối với một số loại ống

Chế độ làm việc của ống	Vận tốc cho phép v_{cp} , (m/s)
Ống hút từ bình chứa dầu có mặt thoáng tự do	1,5 ÷ 2,0
Ống hút của bơm	1,2
Hệ thống ống hở, dầu tự chảy	3 ÷ 5
Ống đẩy của bơm :	
Khi $p = 25 \text{ at}$	3
$= 50 \text{ at}$	4
$= 100 \text{ at}$	5
$= 152 \text{ at}$	5

Phụ lục 8-2

Trị số độ nhám tuyệt đối Δ của ống dẫn làm bằng những vật liệu khác nhau

Thứ tự	Loại thành ống	Δ (mm)
1	Ống sạch, kéo liên khối bằng đồng thau, đồng đỏ và thủy tinh	0,0015 ÷ 0,01
2	Ống thép mới, đặt cẩn thận, không hàn	0,04 ÷ 0,17
3	Ống thép dẫn hơi đốt sau một năm sử dụng	0,12
4	Ống thép đặt trong điều kiện bình thường	0,19
5	Ống thép tráng nhựa đường	0,12 ÷ 0,24
6	Ống sạch bằng thép tráng kẽm	0,25
7	Ống gang mới với các mối hàn mài nhẵn	0,31
8	Ống làm bằng thép lá và ống xi măng mài nhẵn	0,33
9	Ống thép tráng kẽm thông thường	0,39
10	Ống gang mới thông thường	0,25 ÷ 0,42
11	Ống gỗ và ống có bề mặt bằng xi măng nguyên chất	0,25 ÷ 1,25
12	Ống gang mới, đặt kém cẩn thận, hay rửa chưa cẩn thận	0,45
13	Ống thép tráng kẽm thô	0,50
14	Ống cũ đã han rỉ	0,60
15	Ống thép bị han rỉ nhiều	0,67
16	Ống kim loại bản	0,75 ÷ 0,97
17	Ống tháo có tráng men	0,25 ÷ 6,00
18	Lớp hồ trát ngoài bằng dung dịch xi măng hay gạch tráng men	0,5 ÷ 3,00
19	Ống thoát nước bằng đất sét nung (sành)	0,45 ÷ 6,00
20	Kênh bê tông	0,80 ÷ 9,00

Hệ số đặc trưng lưu lượng K của các ống dẫn nước tròn

tính theo công thức của Pavlópki. $C = \frac{1}{R} R^y$; $y = f(n, R)$

Đường kính d (m)	Diện tích S^2 (m ²)	Trị số đặc trưng lưu lượng K (m ³ /s) với các trị số nhám n khác nhau			
		0,011	0,020	0,030	0,040
1,0	0,7854	29,086	14,707	8,934	6,185
1,5	1,7672	86,664	44,307	27,638	19,716
2,0	3,1416	184,573	96,618	61,747	44,644
2,5	4,9087	328,123	174,196	112,663	82,338
3,0	7,0690	535,31	288,90	188,636	140,02
3,5	9,6210	801,70	436,92	288,762	215,18
4,0	12,566	1140,00	628,32	418,67	314,16
5,0	19,635	2049,87	1142,71	707,21	582,86
6,0	28,271	3311,98	1865,37	1270,16	969,02
7,0	38,481	4961,79	2813,88	1926,71	1479,38
8,0	50,266	7052,81	4025,73	2766,80	2133,78
9,0	63,617	9600,30	5501,31	3795,18	2935,30
10,0	78,540	12702,26	7302,86	5051,05	3918,91
12,0	113,097	20427,94	11798,90	8198,57	6359,27
14,0	153,938	30628,30	17703,39	1232,40	9585,74
16,0	201,062	43469,17	25132,50	17532,43	13632,00

Hệ số đặc trưng lưu lượng K của các ống dẫn nước

theo công thức Manning $C = \frac{1}{n} R^{1,6}$

d, mm	ω/m^2	K, (l/s)		
		Ống sạch $C_o = \frac{1}{n}$ = 90 (n = 0,01)	Các điều kiện $C_o = \frac{1}{n}$ = 80 (n = 0,0125)	Ống bẩn $C_o = \frac{1}{n}$ = 70 (n = 0,0143)
50	0,00196	9,624	8,460	7,403
75	0,00442	28,37	24,94	21,83
100	0,00785	61,11	53,72	47,01
125	0,01227	110,80	97,40	85,23
150	0,01767	180,20	158,40	138,50
170	0,02405	271,80	238,90	209,00
200	0,03142	388,00	341,10	298,50
225	0,03976	531,20	467,00	408,60
250	0,04909	703,50	418,50	511,20
300	0,07068	$1,144 \cdot 10^3$	$1,006 \cdot 10^3$	880,00
350	0,09621	$1,726 \cdot 10^3$	$1,517 \cdot 10^3$	$1,327 \cdot 10^3$
400	0,12566	$2,464 \cdot 10^3$	$2,166 \cdot 10^3$	$1,895 \cdot 10^3$
450	0,15904	$3,373 \cdot 10^3$	$2,965 \cdot 10^3$	$2,594 \cdot 10^3$
500	0,19635	$4,467 \cdot 10^3$	$3,927 \cdot 10^3$	$3,436 \cdot 10^3$
600	0,28374	$7,264 \cdot 10^3$	$6,386 \cdot 10^3$	$5,587 \cdot 10^3$
700	0,38485	$10,96 \cdot 10^3$	$9,632 \cdot 10^3$	$8,428 \cdot 10^3$
750	0,44179	$13,17 \cdot 10^3$	$11,580 \cdot 10^3$	$10,13 \cdot 10^3$
800	0,50266	$15,64 \cdot 10^3$	$13,75 \cdot 10^3$	$12,03 \cdot 10^3$
900	0,63617	$21,42 \cdot 10^3$	$13,83 \cdot 10^3$	$16,47 \cdot 10^3$
1.000	0,78540	$28,36 \cdot 10^3$	$24,93 \cdot 10^3$	$21,82 \cdot 10^3$
1.200	1,13090	$46,12 \cdot 10^3$	$40,55 \cdot 10^3$	$35,48 \cdot 10^3$
1.400	1,5394	$69,57 \cdot 10^3$	$61,16 \cdot 10^3$	$53,52 \cdot 10^3$
1.600	2,0106	$99,33 \cdot 10^3$	$87,32 \cdot 10^3$	$76,41 \cdot 10^3$
1.800	2,5147	$136,00 \cdot 10^3$	$119,50 \cdot 10^3$	$104,6 \cdot 10^3$
2.000	3,1416	$180,10 \cdot 10^3$	$158,30 \cdot 10^3$	$138,5 \cdot 10^3$

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<i>Lời giới thiệu</i>	3
CHƯƠNG 1 : Một số tính chất vật lí cơ bản của chất lỏng	5
CHƯƠNG 2 : Tĩnh học chất lỏng	9
CHƯƠNG 3 : Động học chất lỏng	47
CHƯƠNG 4 : Động lực học chất lỏng lí tưởng	68
CHƯƠNG 5 : Động lực học chất lỏng thực	119
CHƯƠNG 6 : Chuyển động một chiều của chất lỏng	135
CHƯƠNG 7 : Dòng chảy qua lỗ và vòi	187
CHƯƠNG 8 : Tính toán thủy lực đường ống	209
CÁC PHỤ LỤC	
Phụ lục chương 1	243
Phụ lục chương 2	249
Phụ lục chương 6	254
Phụ lục chương 7	264
Phụ lục chương 8	268