كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : ميكانيك الموائع

المحاضرة: السابعة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

٤

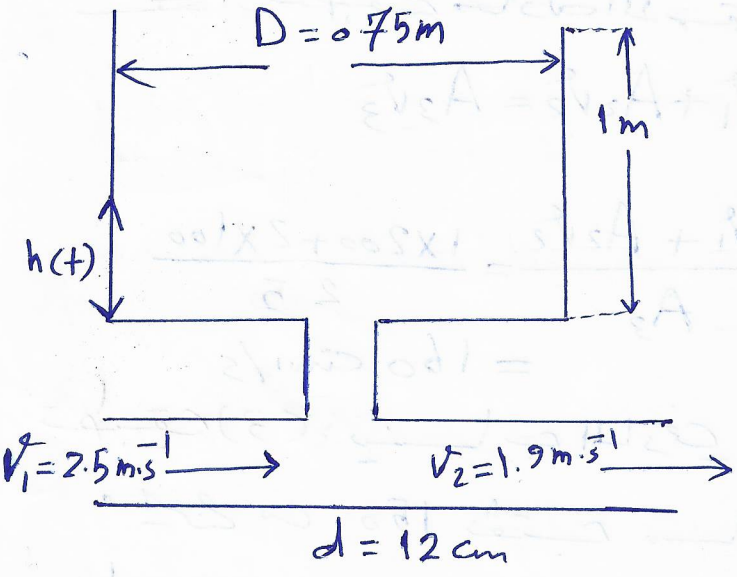
يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

مقرر: الموائع — السنة الثالثة

المحاضرة: السابعة — د. علي أسد

تطبيقات

تطبيق (1): يجري ماء في أنبوبة ليملأ حوضاً قطره $D=0.75m$ وارتفاعه $1m$. موصل مع الحوض بأنبوبة عند أسفل الحوض. إذا كان ارتفاع الماء داخل الحوض h ويدخل الماء في الأنبوبة السفلية بسرعة $2.5m.s^{-1}$ ويخرج من الأخرى بسرعة $1.9m.s^{-1}$ علماً أن قطر الأنبوبة $d=0.12m$ وكان ارتفاع الماء في الحوض قبل البدء $h_0=0.3m$ ما هو الزمن اللازم لملء الحوض؟



الحل: من معادلة الاستمرارية

$$\frac{d}{dt}\int \rho dV - \rho_1 Q + \rho Q_2 = 0$$

حيث $Q_1 = A_1 V_1 = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) V_1$ و $Q_2 = A_2 V_2 = \left(\frac{\pi}{4} d^2\right) V_2$

و $V = \frac{\pi}{4} D^2 h$ وبما أن h يتغير مع الزمن نكتب $h = h(t)$

وبالتعويض نحصل على:

$$\rho\left(\frac{\pi}{4} D^2\right)\frac{dh}{dt} + \rho\left(\frac{\pi}{4} d^2\right)(V_1 - V_2) = 0$$

وبالتالي:

$$\frac{dh}{dt} = \left(\frac{d}{D}\right)^2 (V_2 - V_1) = \left(\frac{0.75}{0.12}\right)(2.5 - 1.9) = 0.0153$$

بالمكاملة نجد:

$$h = 0.0153t + t_0$$

حيث $h_0 = 0.3m$ وبالتالي فإن الزمن اللازم هو

$$t = \frac{h - h_0}{0.0153} = \frac{1 - 0.3}{0.0153} = 46\ sec$$

تطبيق (2): أنبوبي تصريف يتصلان بثالث كما هو موضح في الشكل فإذا علمت أن $A_1 = 1cm^2$ و $V_1 = 200cm/s$ و $A_2 = 2cm^2$ و $V_2 = 100cm/s$ و $S_3 = 2.5cm^2$ احسب V_3

الحل: نطبق معادلة الاستمرار

$$A_1V_1 + A_2V_2 = A_3V_3$$

$$\Rightarrow V_3 = \frac{A_1V_1 + A_2V_2}{A_3} = \frac{1 \times 200 + 2 \times 100}{2.5}$$

$$= 160\ cm/s$$

تطبيق (3): ينساب الماء في رشاشة مياه بمعدل ثابت $3 \times 10^{-3} m^3/s$ ويخرج من 150 ثقب مساحة الثقب الواحد $2mm^2$ والمطلوب احسب السرعة المتوسطة لخروج الماء من الرشاشة؟

الحل: نطبق معادلة الاستمرار

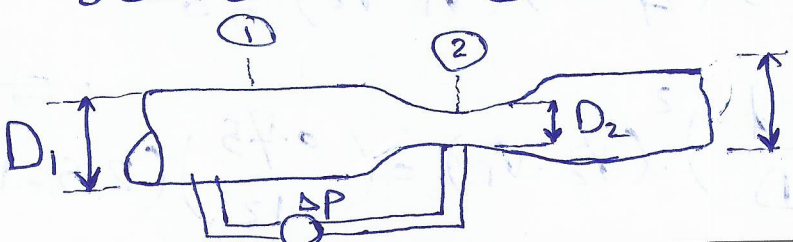
$$Q = nAV \Rightarrow V = \frac{Q}{nA}$$

$$= \frac{3 \times 10^{-3}}{150 \times 2 \times 10^{-6}} = 10m/s$$

تطبيق (4): من استنتاجات معادلة برنولي هي مقياس فنتوري لمعدل التدفق، كما موضح في الشكل أدناه

$D_1 = 0.1m$

$D_2 = 0.06m$



إذا مر كيروسين كثافته $\rho = 850 kg/m^3$ في هذه الأنبوبة فأوجد فرق الضغط بين طرفي الأنبوبة اللازم لقياس تدفق يتراوح من $0.005 m^3/s$ إلى $0.05 m^3/s$

الحل: بما أن الأنبوبة موضوعة أفقياً فإن فرق الضغط هو

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho g(V_2^2 - V_1^2)$$

ومن معادلة الاستمرارية $A_1V_1 = A_2V_2 = \Phi$ وبما أن $A = \frac{\pi}{4}D^2$

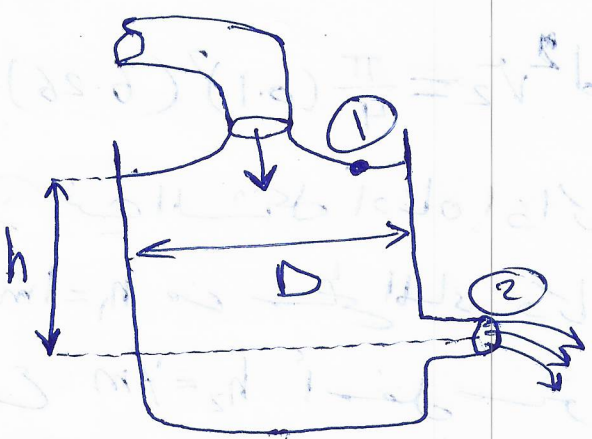
حيث D قطر الأنبوبة تصبح معادلة الاستمرارية في الصورة $V_1 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 V_2$ وبالتعويض في المعادلة أعلاه نحصل على

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{\Phi}{A_2}\right)^2\left(1 - \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2\right)$$

ومنها عند $\Phi = 0.005 m^3/s$ نجد أن $\Delta P = 1160 Pa$

وعند $\Phi = 0.05 m^3/s$ نجد أن $\Delta P = 116 \times 10^3 Pa$. نلاحظ أن زيادة معدل التدفق بعشرة أضعاف تتبع زيادة في الضغط مئة مرة.

تطبيق (5): يتدفق تيار من الماء خلال أنبوبة قطرها $d = 10cm$ من على ارتفاع $h = 2m$ من فتحة صرف على شكل قطع مكافئ قطره $D = 1m$ كما هو موضح في الرسم. أوجد معدل تدفق الماء اللازم من خلال الأنبوبة الداخلة لكي يبقى ارتفاع مستوى الماء مستقراً



$D = 1m$

$d = 10cm$

$h = 2m$

الحل: من معادلة برنولي

$$\frac{P_1}{\rho g}+Z_1+\frac{V_1^2}{2g}=\frac{P_2}{\rho g}+Z_2+\frac{V_2^2}{2g}$$

نجد أن $Z_1=h$ ، $Z_2=0$ ، $P_1=P_2=P_0$ وبالتعويض نحصل على

$$h+\frac{V_1^2}{2g}=\frac{V_2^2}{2g}$$ أو

$2gh+V_1^2=V_2^2$ من معادلة الاستمرارية نجد أن

$$A_1V_1=A_2V_2=Q \qquad V_1=\frac{A_2}{A_1}V_2=\left(\frac{d}{D}\right)^2V_2$$

نحصل على

$$2gh+\left(\frac{d}{D}\right)^4V_2^2=V_2^2$$

أو

$$V_2^2\left(1-\left(\frac{d}{D}\right)^4\right)=2gh$$

ومنها نجد أن

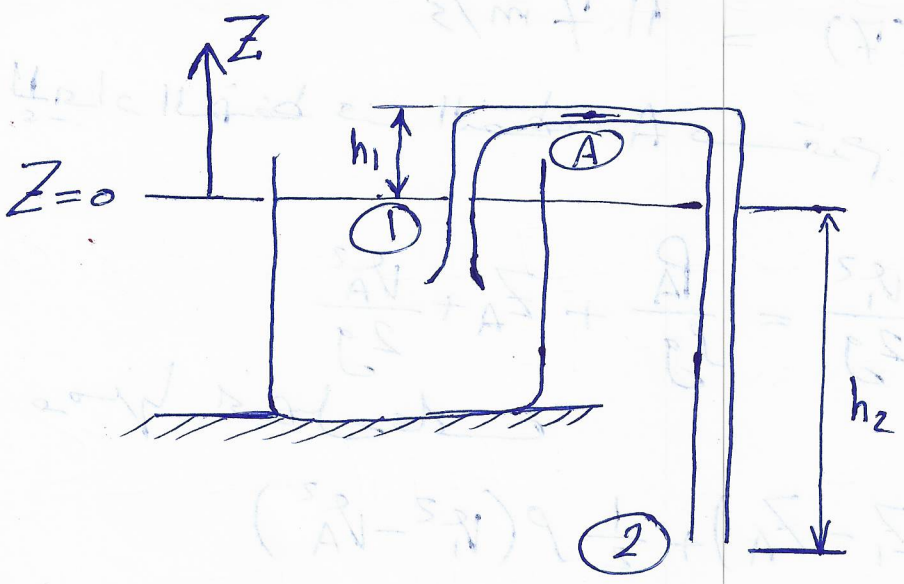
$$V_2=\sqrt{\frac{2gh}{1-\left(\frac{d}{D}\right)^4}}$$

$$=\sqrt{\frac{2(9.8)1}{1-\left(\frac{0.1}{1}\right)^4}}=6.26\ m/s$$

ويكون معدل التدفق

$$Q=A_2V_2=\frac{\pi}{4}d^2V_2=\frac{\pi}{4}(0.1)^2(6.26)=0.05\ m^3/s$$

تمرين (6): في الشكل أدناه إذا كان الماء والأنبوبة على ارتفاع $h_1=1m$ من سطح الماء وكان الجزء الخارجي من الأنبوبة على ارتفاع $h_2=7m$ أسفل مستوى الماء



أوجد سرعة الماء والضغط الكلي في الجزء السفلي من الأنبوبة

الحل: من معادلة برنولي للنقطتين ① و ② نجد أن

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

بما أن $P_1 = P_2 = P_0$ نجد أن $(V_1^2 - V_2^2) = 2g(Z_2 - Z_1)$ ومن معادلة الاستمرارية نجد

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

ومنها

$$\left(\left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 V_2^2 - V_1^2 \right) = 2g(Z_2 - Z_1)$$

أو

$$V_2^2 \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right) = 2g(Z_1 - Z_2)$$

ومنها تكون

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g(Z_1 - Z_2)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2}} = \sqrt{2gh_2}$$

حيث $Z_1 = 0$ و $Z_2 = -h_2$

ولدينا $A_2 \ll A_1$ مما يعني أن

$$V_2 = \sqrt{2(9.8)(7)} = 11.7 \text{ m/s}$$

لإيجاد الضغط عند النقطة A سنستخدم معادلة برنولي

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_A}{\rho g} + Z_A + \frac{V_A^2}{2g}$$

ومنها نحصل على

$$P_A - P_1 = \rho g (Z_1 - Z_A) + \frac{1}{2}\rho (V_1^2 - V_A^2)$$

من معادلة الاستمرارية $V_1 = \left(\frac{A_A}{A_1}\right) V_A$ نعوض المعادلة أعلاه بالشكل التالي:

$$P_A - P_1 = \rho g (Z_1 - Z_A) + \frac{1}{2}\rho V_A^2 \left(\left(\frac{A_A}{A_1}\right)^2 - 1\right)$$

$$A_A << A_1$$

$$P_A - P_1 = -\rho g h_1 - \frac{1}{2}\rho V_A^2 = -\rho\left(g h_1 + \frac{1}{2} V_A^2\right)$$

$$P_A - P_1 = -1000\left(9.8 \times 1 + \frac{1}{2}(11.7)^2\right)$$

$$P_A - P_1 = -78255 \text{ Pa}$$

ويكون الضغط الكلي (المطلق)

$$P_A = P_o - 78255 \text{ Pa} = 101.3 - 78.255 = 23 \text{ KPa}$$

$$P_a = 23 \text{ KPa}$$

مكتبة A to Z