التمرين العملي الخامس
التدفق في الأنابيب
- - - - - - - - - -
مسائل محلولة
- - - - - -

١ - يمر 1800 لتر في الدقيقة من الماء في ماسورة قطرها 0.3 م ، وتضيق هذه الماسـورة بعـد ذلك إلى قطر 0.15 م ، احسب السرعة المتوسطة في كل من المقطعين وحدد نـوع التـدفق لهما.

الحل

$Q = 1800$ L/min
$d_1 = 0.3$ m $\qquad$ $d_2 = 0.15$ m
$V_1 = ?$ $\qquad$ $V_2 = ?$
$R_e = ?$ $\qquad$ $R_e = ?$

$$\because Q = 1800\,\text{L/min} = \frac{1800}{60\times1000} = 0.030\,\text{m}^3/\text{s}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.030}{\frac{\pi}{4}(0.3)^2} = 0.4244\,\text{m/s}$$

$$R_{e1} = \frac{V_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{0.4244\times0.3}{1.0\times10^{-6}} = 1.27\times10^5$$

$\because R_e > 4000 \quad \Rightarrow$ اذا السريان مضطرب

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.030}{\frac{\pi}{4}(0.15)^2} = 1.7\,\text{m/s}$$

or $$V_2 = V_1\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 0.4244\left(\frac{0.30}{0.15}\right)^2 = 1.7\,\text{m/s}$$

$$R_{e2} = \frac{V_2 \cdot d_2}{\nu} = \frac{1.7\times0.3}{1.0\times10^{-6}} = 2.55\times10^5$$

$\because R_e > 4000 \quad \Rightarrow$ اذا السريان مضطرب

٢ - يتدفق ماء درجة حرارته 25^{o} م في أنبوب قطره 50 مم بـسرعة 0.8 م/ث . فمـاهو نـوع السريان أو التدفق ؟ وماهي السرعة التي عندها يتغير نوع السريان ؟

الحل

$d = 50\,mm$ $\qquad V = 0.8\,m/s$ $\qquad R_e = ?$

Water: مـاء

at $T = 25^{o}\,C \rightarrow$ من جدول ١ $\rightarrow \quad \nu = 0.897\times10^{-6}\,m^2/s$

$$R_e = \frac{V\cdot d}{\nu} = \frac{0.8\times0.05}{0.897\times10^{-6}} = 4.46\times10^{4}$$

$\because R_e > 4000 \quad \Rightarrow$ اذا السريان مضطرب

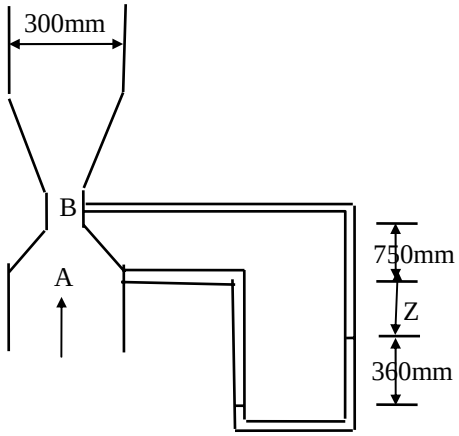
عند تغير نمط السريان :

بداية التحول إلى السريان الطبقي يكون عند $R_e = 2000$

$$\therefore 2000 = \frac{V\times0.05}{0.897\times10^{-6}}$$

$$\therefore V = 0.036\,m/s$$

٣ - إذا كان فرق منسوب الزئبق في المانومتر المتصل بالفينشوميتر المبين بالشكل ادناه هو 0.36 م وقطر العنق (الأختناق) عند B يساوي 150 مم . أوجد تصرف الماء المار . اهمل الفواقـد بين A و B .



الحل

$$\because P_1 = P_2$$

$$\therefore P_A + Z\cdot\gamma_w + 0.360\times\gamma_w = P_B + 0.75\times\gamma_w + Z\cdot\gamma_w + 0.36\times13.56\times\gamma_w$$

وبقسمة الطرفين على γ_W

$$\therefore \frac{P_A}{\gamma_w} + 0.36 = \frac{P_B}{\gamma_w} + 5.6316$$

$$\frac{P_A - P_B}{\gamma_w} = 5.2716 \qquad .....(1)$$

وبتطبيق معادلة الطاقة بين A,B وبفرض اهمال الفواقد

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma_w} + \frac{V_A^{\,2}}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma_w} + \frac{V_B^{\,2}}{2g} \quad ....(2)$$

وبالتعويض من معادلة (1) في المعادلة (2) ينتج ان:

$$0 + 5.2716 + \frac{V_A^{\,2}}{2g} = 0.75 + \frac{V_B^{\,2}}{2g}$$

$$\therefore \frac{V_B^{\,2} - V_A^{\,2}}{2g} = 4.5216$$

$$\therefore V_B^{\,2} - V_A^{\,2} = 88.713 \qquad ....(3)$$

$$V_B = V_A\left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2 = V_A\left(\frac{0.30}{0.15}\right)^2 = 4V_A \qquad ....(4)$$

وبالتعويض من معادلة (4) في معادلة (3)

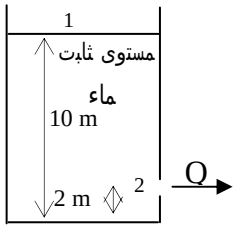
$$15V_A^{\,2} = 88.713$$

$$\therefore V_A = 2.432\ \mathrm{m/s}$$

$$\therefore Q = V_A \times A_A = 2.432\times\frac{\pi}{4}(0.30)^2 = 0.172\ \mathrm{m^3/s}$$

٤ - من الشكل المرفق أوجد تصرف الفتحة الدائرية التي قطرهـا 0.3 م. واحـسب الفاقـد بـين النقطتين 1 , 2 إذا علمت ان معامل السرعة C_V يساوي 0.95 ومعامل الإنكماش C_C يـساوي 0.65 .

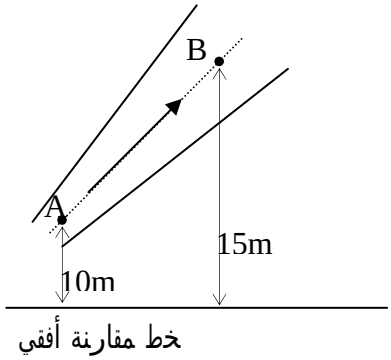
الحل



$$Q_{act} = ? \qquad d = 0.3\,m$$
$$C_V = 0.95 \qquad C_C = 0.65 \qquad hL_{1\to2} = ?$$
$$V_{the} = \sqrt{2gH} = \sqrt{2g\times 8} = 12.528\,m/s$$
$$V_{act} = C_v \times V_{the} = 0.95\times 12.528 = 11.9\,m/s$$
$$A_{the} = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}(0.3)^2 = 0.0707\,m^2$$
$$A_{act} = C_C \cdot A_{the} = 0.65\times 0.0707 = 0.046\,m^2$$
$$Q_{act} = V_{act} \times A_{act} = 11.9\times 0.046 = 0.547\,m^3/s$$
$$\because H_1 = H_2 + hL_{1\to2}$$
$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + hL_{1\to2}$$
$$10 + 0 + 0 = 2 + 0 + \frac{(11.9)^2}{2\times 9.81} + hL_{1\to2}$$
$$hL_{1\to2} = 8 - 7.22 = 0.78\,m$$

٥ - من الشكل ادناه اذا علمت ان القطر عند المقطع A هو 0.30 م وعند المقطع B يساوي 0.60 م احسب الضاغط عند B إذا كان تصرف الماء الساري بالأنبوب هو 0.4 م/ث والضاغط عنـد A هو 7.0 م . مع اهمال الفواقد.

الحل



$$\because H_A = H_B$$
$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma_w} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma_w} + \frac{V_B^2}{2g} \quad ...(1)$$
$$\because V_A = \frac{Q}{A_A} = \frac{0.40}{\frac{\pi}{4}(0.3)^2} = 5.66\,m/s$$
$$\because V_B = \frac{Q}{A_B} = \frac{0.40}{\frac{\pi}{4}(0.6)^2} = 1.415\,m/s$$

وبالتعويض في معادلة (1) بقيم V_A و V_B:

$$\therefore 10 + 7 + \frac{(5.66)^2}{2\times 9.81} = 15 + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{(1.415)^2}{2\times 9.81}$$

$$\therefore \frac{P_B}{\gamma} = 2.19m$$

٦ - زيت كثافته النسبية 0.80 ينساب خلال ماسورة يتغير قطرها من 150 مم عند المقطع S إلـى 450 مم عند المقطع R . ويقع المقطع S أسفل المقطع R بمقدار 4.0 م . الضغط يساوي 0.9 بار عند المقطع S ويساوي 0.69 بار عند المقطع R . أوجد فاقد الطاقة واتجـاه الـسريان اذا كان التصرف 0.15 م^3/ث.

الحل

$S = 0.8 \qquad d_s = 150\,mm \qquad d_R = 450\,mm$

$Q = 0.15\,m^3/s \qquad P_s = 0.9\,bar \qquad P_R = 0.69\,bar$

$$\because V_S = \frac{Q}{A_S} = \frac{0.15}{\frac{\pi}{4}(0.15)^2} = 8.49\,m/s$$

$$\because V_R = \frac{Q}{A_R} = \frac{0.40}{\frac{\pi}{4}(0.45)^2} = 0.943\,m/s$$

$$\because H_s = Z_s + \frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^{\,2}}{2g}$$

$$\therefore H_s = 0 + \frac{0.9\times100}{0.8\times9.81} + \frac{(8.49)^2}{2\times9.81} = 15.14\,m$$

$$\because H_R = Z_R + \frac{P_R}{\gamma} + \frac{V_R^{\,2}}{2g}$$

$$\therefore H_R = 4 + \frac{0.69\times100}{0.8\times9.81} + \frac{(0.943)^2}{2\times9.81} = 12.84\,m$$

$$\because H_S > H_R$$

اذا السريان من S إلى R :

$$hL_{S\to R} = H_S - H_R = 15.14 - 12.84 = 2.3\,m$$