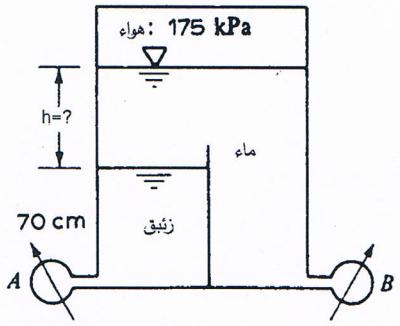
جامعة العربي بن مهيدي
كلية العلوم والعلوم التطبيقية
قسم الميكانيك

يوم 18/01/2023
سنة 2 ليسانس
المدة ساعة ونصف

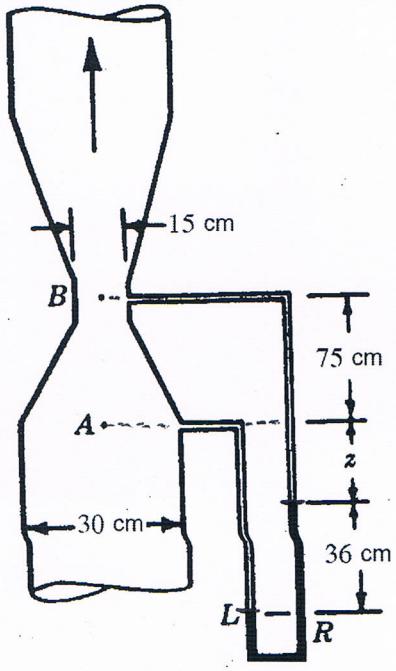
امتحان ميكانيك الموائع



مسألة 1 (5 نقاط):

خزان يحتوي على هواء تحت ضغط **175 KPa** وماء وزئبق. الخزان مزود في القعر بجهازي قياس الضغط (مانومتر)، انظر الشكل.

1. إذا كان الجهاز **A** يشير الى **290 KPa** فما هو ارتفاع الماء **h** ؟
2. الى أي ضغط يشير المقياس **B**؟



مسألة 2 (8 نقاط):

يجري الماء عبر أنبوب Venturi مزود بمانومتر يعمل بالزئبق. إذا كان الاحتكاك مهمل والفرق في ارتفاع الزئبق هو **36 cm** يطلب:

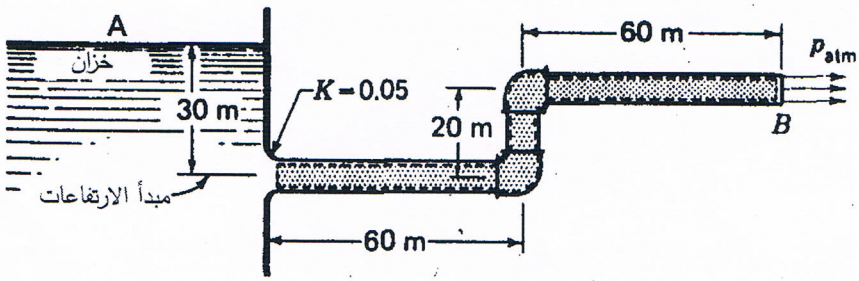
1. كتابة الفرق في الضغط $P_A - P_B$ بدلالة السرعة v_B؟
2. حساب الفرق في الضغط $P_A - P_B$ من أنبوب المانومتر ؟
3. حساب تدفق الماء عبر الانبوب ؟

تعطي الكتلة الحجمية للماء **1.0 kg/l** و للزئبق **13.6 kg/l**.

مسألة 3 (7 نقاط):

يحمل نظام القنوات المبين ادناه الماء ذو لزوجة 0.0113×10^{-4} **m²/sec** من خزان ليفرغه في الهواء بتدفق **0.125 m³/sec** .
قطر القنوات هو **200 mm**، خشونتها **0.000046 m** و تعطى قيمة معامل الاحتكاك عند المدخل **0.05** و في الاكواع **0.4**.

1. أحسب سرعة و عدد رينولدس جريان الماء في القنوات ؟
2. أستعمل معادلة هالاند لحساب معامل الاحتكاك الخطي ؟
3. أحسب الارتفاع في الخسارة الخطية ؟
4. أحسب الارتفاع في الخسارة الخاصة ؟



الحل النموذجي لامتحان مسابقة
الطاقة

1 المسألة : حساب ارتفاع h.

الضغط المطلق عند A:

$$P_A = P_{air} + P_{eau} + P_{Hg} = P_{air} + \rho_{eau} g h + \rho_{Hg} g h' \quad \checkmark \quad h' = 10\,cm$$

$$h = \frac{P_a - P_{air} - \rho_{Hg} g h'}{\rho_{eau} g} \quad \checkmark$$

$$= \frac{290.10^3 - 175.10^3 - 13600 \times 9.81 \times 0.1}{1000 \times 9.81} \quad \checkmark$$

$$= 2.20\,m$$

حساب الضغط عند B.

$$P_B = P_{air} + P_{eau}$$

$$= P_{air} + \rho_{eau} g (h + h') \quad \checkmark$$

$$175.10^3 + 10^3 \times 9.81 (2.2 + 0.1) = 203,4\,kPa \quad \checkmark$$

2 المسألة : حساب $\Delta P = P_A - P_B$ ثم استنتاج V_B.

1) كتابة معادلة برنولي بين النقطتين A و B:

$$P_A + \frac{1}{2}\rho V_A^2 + \rho g z_A = P_B + \frac{1}{2}\rho V_B^2 + \rho g z_B \quad \checkmark$$

$$P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho (V_B^2 - V_A^2) + \rho g (z_B - z_A)$$

$z_B - z_A = h = 75\,cm$ حيث

$$q_v = V_A S_A = V_B S_B \Rightarrow V_A = V_B \frac{D_B^2}{D_A^2} \quad \checkmark$$

بالتعويض نجد:

$$P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho V_B^2 \left[1 - \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^4\right] + \rho g h \quad \checkmark$$

2) حساب $P_A - P_B$ بتطبيق نظرية توريشيلي:

$$P_A + \sum_{\text{جزء}1} (\rho g h)_{\downarrow} - \sum_{\text{جزء}2} (\rho g h)_{\uparrow} = P_B$$

$$P_A + \rho g (z + h') - \rho_{Hg} g h' - \rho g (z + h) = P_B \quad \checkmark$$

$$P_A - P_B = g h' (\rho_{Hg} - \rho) + \rho g h \quad \checkmark \quad h' = 36\,cm$$

3) حساب السرعة V_B ثم $q_v = V_A S_B$:

$$\frac{1}{2}\rho V_B^2 \left[1 - \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^4\right] + \rho g h = g h' (\rho_{Hg} - \rho) + \rho g h$$

$$\rightarrow V_B = \sqrt{\frac{2 g h' (\rho_{Hg} - \rho)}{\rho \left[1 - (D_B/D_A)^4\right]}} \Rightarrow q_v = \frac{\pi D_B^2}{4} \sqrt{\frac{2 g h' (\rho_{Hg} - \rho)}{\rho \left[1 - (D_B/D_A)^4\right]}} = 0,172 \frac{m^3}{sec} \quad \checkmark$$

$V_B = 9.74\,m/s$

التمرين 5 :

1) حساب سرعة جريان الماء في الأنبوب ثم استنتاج التدفق الحجمي.

$$Q = VS \Rightarrow V = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi D^2/4} = \frac{4 \times 0,125}{3,14 \times 0,2^2} = 4 \text{ m/s}$$ ✓

2) حساب عدد رينولدز

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{VD}{\nu} = \frac{4 \times 0,2}{0,0113 \times 10^{-4}} = 707964$$ ✓

3) حساب معامل الاحتكاك f بواسطة علاقة Haaland

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right]$$ ✓

$$\varepsilon/D = \frac{0,000046}{0,2} = 0,00023$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[\left(\frac{0,00023}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{707964} \right] = 8,11$$

$$\Rightarrow f = 0,0152$$ ✓

4) حساب الضياع الخطية على طول الأنبوب

$$h_{lf} = \sum_i f_i \left(\frac{L_i}{D_i} \right) \frac{V_i^2}{2g} = f \left(\frac{V^2}{2D} g \right) \sum L_i$$ ✓

$$h_{lf} = 0,0152 \times \left(\frac{4^2}{2 \times 0,2 \times 9,81} \right) (60 + 20 + 60) = 8,68 \text{ m}$$ ✓

5) حساب ضياع الحمل المحلية

$$h_{ls} = \sum k_i \frac{V_i^2}{2g} = (0,05 + 0,4 + 0,4) \times \frac{4^2}{2 \times 9,81} = 0,693 \text{ m}$$ ✓

2,25