قسم الهندسة الميكانيكية — جامعة مصراتة — الفصل: ربيع 20-21
امتحان نهائي موائع II — كلية الهندسة — التاريخ : 19/02/2022
اسم الطالب: — الزمن : 180 دقيقة

ملاحظة: ما لم يذكر في السؤال اعتبر خواص الماء السائل عند درجة حرارة المحيط $\left(\rho = 1000\frac{kg}{m^3} \;\&\; \mu = 1.25\times10^{-3}\frac{kg}{m.s}\right)$

س1 - تتحرك كرة ملساء من المعدن عندما تكون مغمورة في مائع متدفق في حركة انتقالية بالنسبة للتدفق و بدون دوران (تدحرج) بحيث تعتمد قوة الكبح على كل من السرعة النسبية U وقطر الكرة D وكثافة المائع ρ ولزوجته μ

استخدم التحليل البعدي بنظرية باكنجهام باي لإيجاد المعاملات اللابعدية التي يمكن استخدامها لصياغة علاقة تجريبية عمليا . استنتج من ذلك التناسب العكسي بين معامل الكبح ورقم رينولدز

س2- يجري الماء على صفيحة مستوية ملساء طولها في اتجاه الجريان (4m) وعرضها (4m) و سرعة التيار الحر $U_\infty = 2\text{m/s}$

أ- احسب القيم الموضعية لكل من السمك الفعلي والسمك المزاح والسمك الظاهري لكمية الحركة للطبقة المتاخمة وكذلك إجهاد القص بعد تحديد حالة الطبقة المتاخمة عند الموضعين التالين:

1. على بعد 10cm من المقدمة from the leading edge
2. عند حافة المغادرة (trailing edge) للصفيحة.

ب- مبتدئا من علاقة معامل الاحتكاك السطحي الموضعي $C_{f,x}$ للحالة المضطربة اشتق علاقة لحساب قيمة معامل الكبح المتوسط C_D لجريان مضطرب (Turbulent from the leading edge) على صفيحة مستوية

ج- افترض هنا أن الطبقة المتاخمة مضطربة من المقدمة وقدر قيمة معامل الكبح المتوسط ومقدار قوة الكبح على الصفيحة.

س3- جريان مستقر ثنائي الأبعاد لمائع نيوتوني غير قابل للانضغاط كثافته ρ ولزوجته ثابتة μ تعطى سرعته

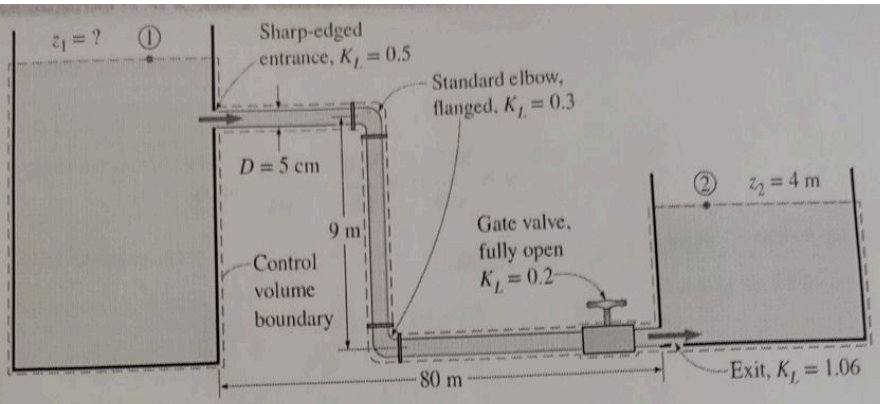
$$\vec{V} = (x^2 - y^2 + x)\vec{i} + (-y - 2xy)\vec{j}$$

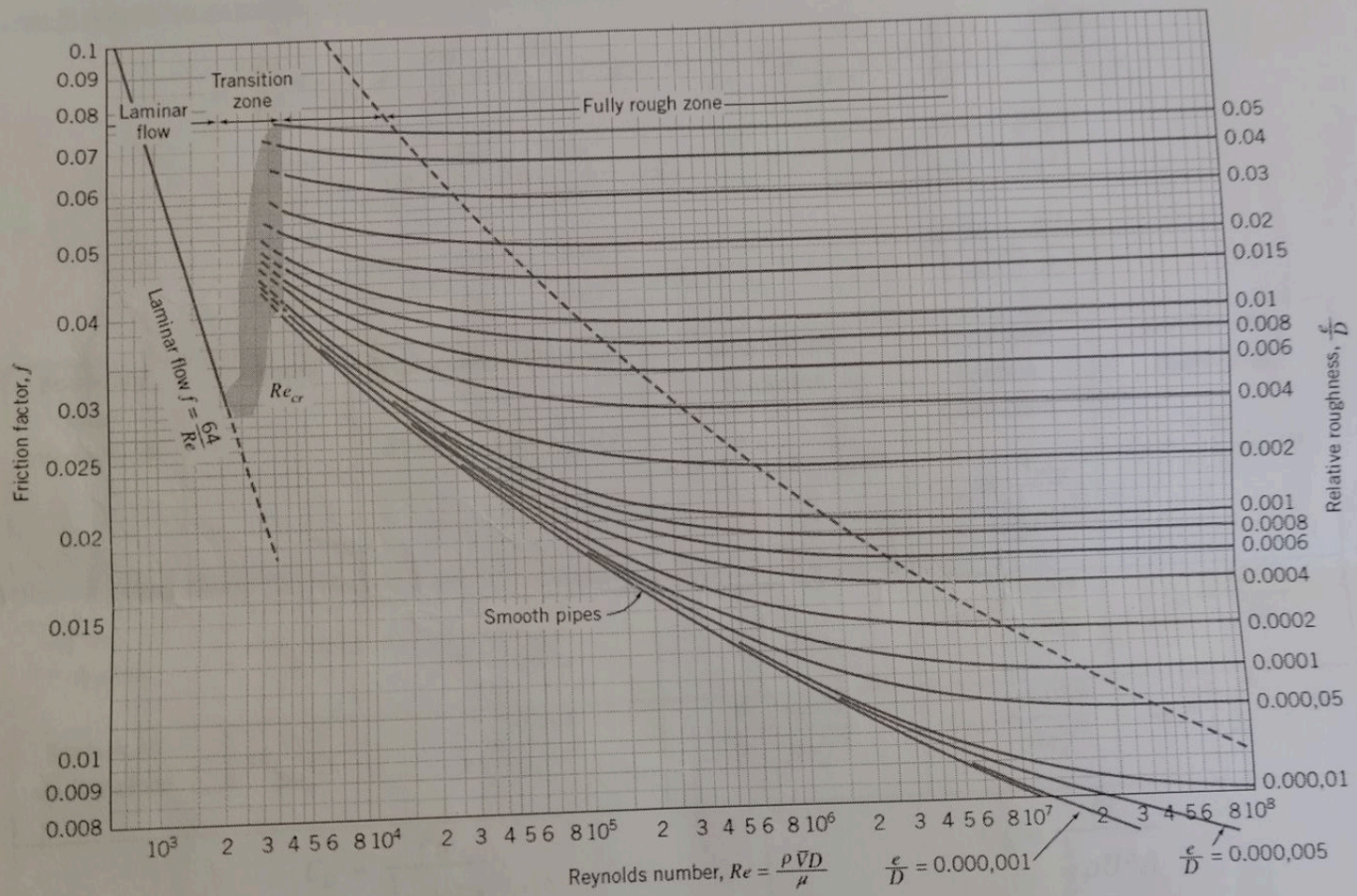
أ- أوجد صيغة لمتجه العجلة: $\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j}$ وأوجد مقداره عند الموضع (2,-1)

ب- هل يحقق توزيع السرعة المعطى مبدأ حفظ الكتلة ؟ اثبت ذلك.

ج- أوجد معادلتين لتدرج الضغط بالنسبة لمحوري الموضع $y \;\&\; x$ علما أن الكثافة تعادل $\rho = 10\ units$ وعجلة الجاذبية $\vec{g} = -10\vec{j}$

س4- ينتقل ماء بالانسياب الطبيعي بين خزانين معرضين للضغط الجوي ودرجة حرارة المحيط في خط انابيب من الحديد الزهر نصف قطره 5cm معاملات الفقد للعوائق كما هو موضح في الرسم التالي حيث معدل الجريان المتوسط 360kg/min ، احسب فواقد الضغط الناتجة عن الاحتكاك في الأنبوب فقط وإجمالي الفواقد بالباسكال و قدر أقل ارتفاع للماء في الخزان الأكبر للمحافظة على ارتفاع الماء في الخزان الأصغر 4m





Roughness for Pipes of Common Engineering Materials

Pipe	Roughness, e	
	Feet	Millimeters
Riveted steel	0.003–0.03	0.9–9
Concrete	0.001–0.01	0.3–3
Wood stave	0.0006–0.003	0.2–0.9
Cast iron	0.00085	0.26
Galvanized iron	0.0005	0.15
Asphalted cast iron	0.0004	0.12
Commercial steel or wrought iron	0.00015	0.046
Drawn tubing	0.000005	0.0015

Formula Sheet:

Acceleration العجلة

$$a = \frac{DV}{Dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + u\frac{\partial V}{\partial x} + v\frac{\partial V}{\partial y} + w\frac{\partial V}{\partial z}$$

معادلة الاستمرارية في الاحداثيات الكارتيزية(Continuity Equation):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0$$

Navier-Stokes for an incompressible constant-viscosity newtonian fluid flow:

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right) = \rho g_x - \frac{\partial P}{\partial x} + \mu\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right]$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}\right) = \rho g_y - \frac{\partial P}{\partial y} + \mu\left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right]$$

$$\rho\left(\frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}\right) = \rho g_z - \frac{\partial P}{\partial z} + \mu\left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right]$$

Boundary layer Property →	Thickness	Displacement Thickness $\delta^* = \int_0^\infty \left(1 - \frac{u}{U}\right) dy$	Momentum Thickness $\theta = \int_0^\infty \frac{u}{U}\left(1 - \frac{u}{U}\right) dy$	Local Skin Friction Coefficient $C_{f,x} = \frac{\tau_{w,x}}{\frac{1}{2}\rho U^2}$	Friction drag coefficient $C_D = \frac{1}{L}\int_0^L C_{f,x}\, dx$
Laminar on flat plate	$\frac{\delta}{x} = \frac{5}{\sqrt{Re_x}}$	$\frac{\delta^*}{x} = \frac{1.72}{\sqrt{Re_x}}$	$\frac{\theta}{x} = \frac{0.664}{\sqrt{Re_x}}$	$C_{f,x} = \frac{0.664}{\sqrt{Re_x}}$	$C_D = \frac{1.328}{\sqrt{Re_L}}$
Turbulent on flat plate	$\frac{\delta}{x} = \frac{0.38}{Re_x^{1/5}}$	$\frac{\delta^*}{x} = \frac{0.048}{Re_x^{1/5}}$	$\frac{\theta}{x} = \frac{0.037}{Re_x^{1/5}}$	$C_{f,x} = \frac{0.059}{Re_x^{1/5}}$	$C_D = \frac{1}{L}\int_0^L C_{f,x}\, dx$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A} \qquad C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$$

Friction Factor for internal pipe flow:

Laminar: $f = \frac{64}{Re}$

Turbulent:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0\, log\left(\frac{e/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

e/D is the relative roughness

Total pressure loss

$$\Delta P = \left(f\frac{L}{D} + \Sigma K_L\right)\frac{\rho V_m^2}{2}$$

Total head loss

$$h_L = \left(f\frac{L}{D} + \Sigma K_L\right)\frac{V_m^2}{2g}$$