قسم الهندسة الميكانيكية — كلية الهندسة — الفصل: ربيع 20-21
امتحان نصفي موائع II — جامعة مصراتة — التاريخ: 19/01/2022
اسم الطالب: — الزمن: 80 دقيقة

ملاحظة: ما لم يذكر في السؤال اعتبر خواص الماء السائل عند درجة حرارة المحيط $\left(\rho = 1000\frac{kg}{m^3} \;\&\; \mu = 1.2\times10^{-3}\;\frac{kg}{m.s}\right)$

س1- جريان مستقر ثنائي الأبعاد لمائع نيوتوني غير قابل للانضغاط كثافته ρ ولزوجته ثابتة $\mu$ 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 (-1,-1)

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

ج- أوجد معادلتين لتدرج الضغط في الاتجاهين $x$ & $y$ أي $\frac{\partial P}{\partial x}$ & $\frac{\partial P}{\partial y}$ علما أن تأثير الجاذبية مهمل

س2- يجري الماء على صفيحة مستوية طولها في اتجاه الجريان (L=2m) وعرضها (W= 4m)

حيث سرعة التيار الحر $U_\infty = 0.4\text{m/s}$

أ- احسب القيم الموضعية لكل من السمك الفعلي والسمك المزاح للطبقة المتاخمة وكذلك إجهاد القص على بعد 25cm من المقدمة

ب- احسب القيم الموضعية لكل من السمك الفعلي والسمك الظاهري لكمية الحركة وكذلك إجهاد القص عند حافة النهاية للصفيحة.

ج- افترض وكأن الطبقة المتاخمة رقائقية laminar حتى النهاية وقدر قيمة معامل الكبح المتوسط ومقدار قوة الكبح على الصفيحة.

س3- أنبوب قطره الخارجي 2.2cm يمتد بطول 70m تحت مياه النهر يجري الماء بسرعة 4m/s احسب مقدار قوة الكبح التي تسلطها مياه النهر على الأنبوب

## Formula Sheet:

العجلة Acceleration

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

معادلة الاستمرارية في الاحداثيات الكارتيزية(Continuity Equation):

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

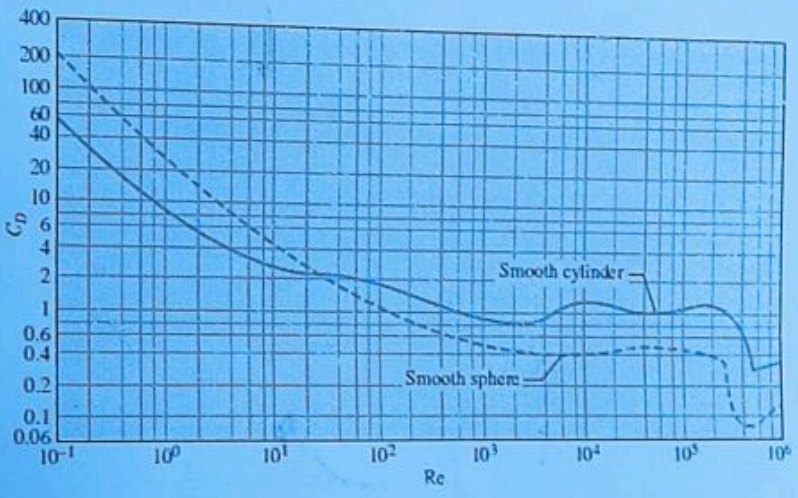
Navier-Stokes for an incompressible constant-viscosity newtonian fluid flow:

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

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

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

| 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 | $\frac{\delta}{x} = \frac{0.38}{Re_x^{1/5}}$ | $\frac{\delta^*}{x} = \frac{0.048}{Re_x^{1/5}}$ | $\frac{\theta}{x} = \frac{0.037}{Re_x^{1/5}}$ | $C_{f,x} = \frac{0.059}{Re_x^{1/5}}$ | $C_D = \frac{0.0742}{Re_L^{1/5}}$ |
| $C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$ | | | | $C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho U^2 A}$ | |




الشكل 1: متوسط معامل الكبح لسطح أملس لاسطوانة دائرية وكرة على جريان مستعرض