代號：21930
頁次：3－1

114年公務人員高等考試一級暨二級考試試題

等　　別：高考二級
類　　科：水利工程
科　　目：高等流體力學
考試時間：2 小時　　座號：_____

※注意：㈠可以使用電子計算器。
㈡不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。
㈢請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
㈣本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、二維非黏性、不可壓縮水流的流場速度勢（velocity potential）為

$$\phi(x, y) = 2x^2 y - (\frac{2}{3})y^3$$

其中ϕ的單位為m^2/s，x和y的單位為 m。

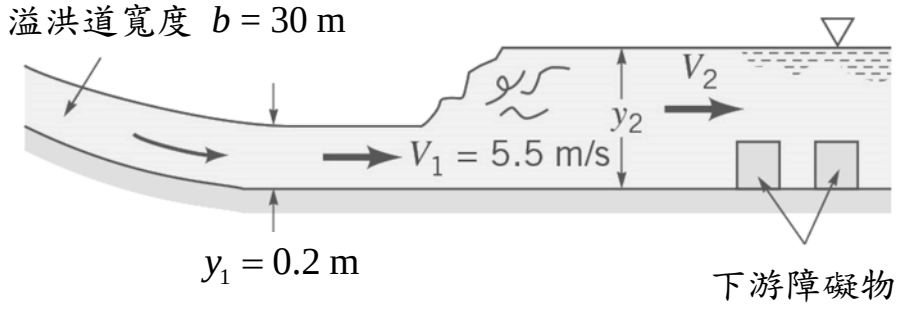
㈠請證明此速度勢函數滿足連續方程式（continuity equation），且為非旋性流場（irrotational flow）。（10 分）

㈡若$(x, y) = (1, 1)$處的壓力為 200 kPa，試求在$(x, y) = (2, 2)$處的壓力。（10 分）

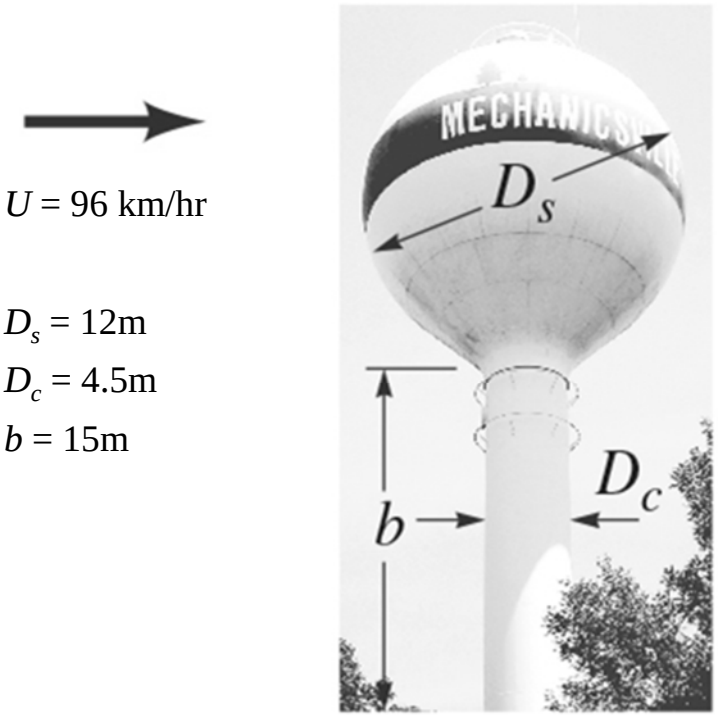
二、如下圖，溢洪道常以適當的發生水躍（hydraulic jump）現象來防止趾部沖刷，若水躍的上游水深$y_1 = 0.2$ m、速度$V_1 = 5.5$ m/s，溢洪道寬度$b = 30$ m。

㈠試求水躍的下游水深y_2、速度V_2及因發生水躍的能量損失功率。（10 分）

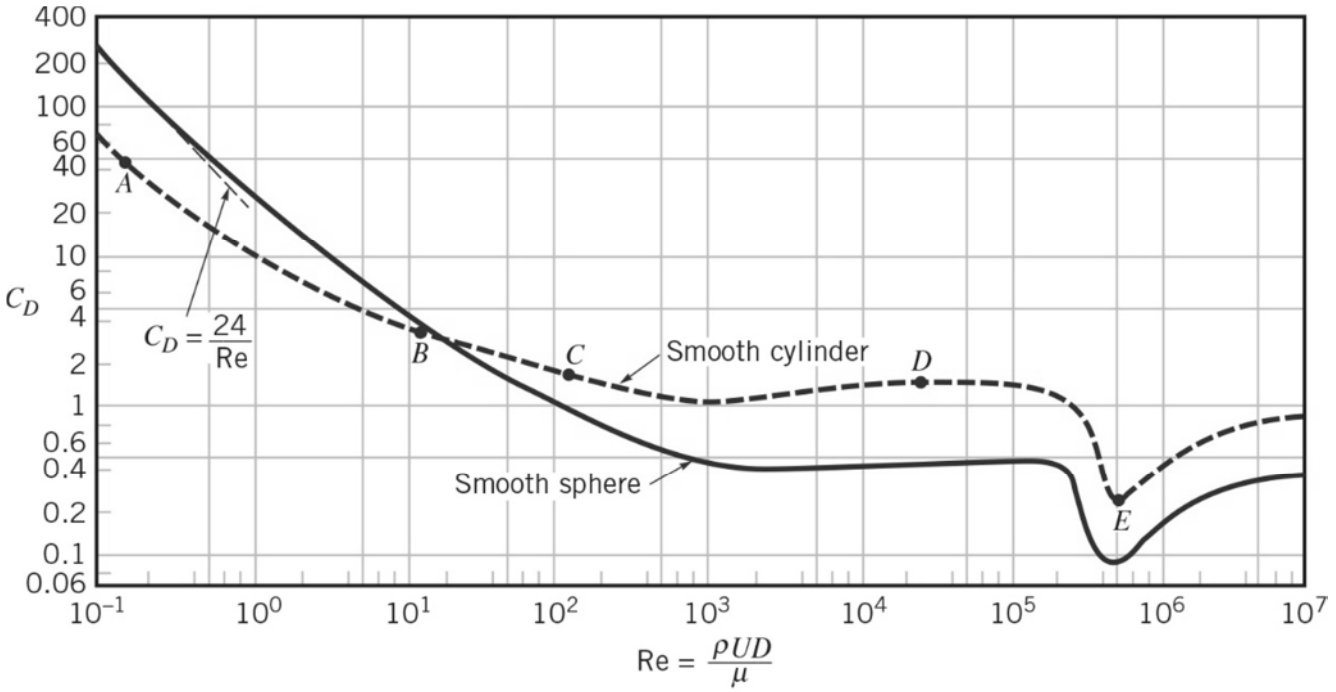
㈡說明水躍的上、下游水流屬何種特性之流況；請以一例說明如何適當的發生水躍現象來防止趾部沖刷。（10 分）



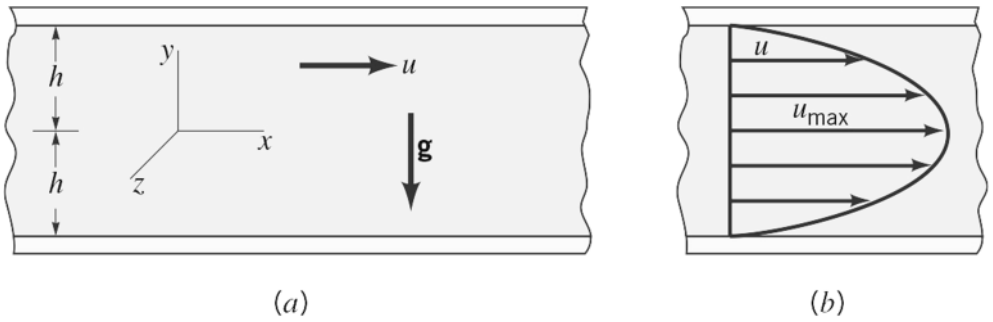
三、如下圖，風（密度$\rho = 1.23\ \text{kg/m}^3$，黏滯度$\mu = 1.75\times10^{-5}\ \text{N}\cdot\text{s/m}^2$）以每小時96 km的速度作用於水塔結構物，水塔為球型，置於圓柱的上方，球型水塔的直徑$D_s = 12\ \text{m}$，圓柱高度$b = 15\ \text{m}$、直徑$D_c = 4.5\ \text{m}$。球體及圓柱的阻力係數（drag coefficient）與 Reynolds 數的關係如附圖，試求圓柱底部固定端所需的抵抗力矩（torque），以維持水塔結構物免於傾倒。（20 分）



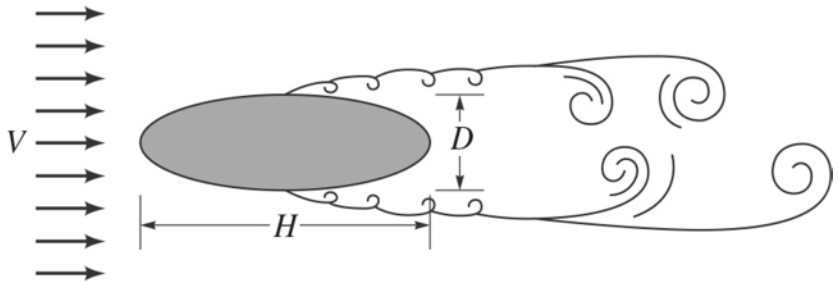
阻力係數與 Reynolds 數的關係圖：



四、兩平行固定板間的定量黏性流（steady viscous flow）如下圖所示，試以連續方程式及 Navier-Stokes 方程式推導速度剖面（velocity profile），並證明平均速度 V 與最大速度 $u_{\max}$ 的關係為 $V=\frac{2}{3}u_{\max}$。（20 分）



五、如下圖，流體流經橢圓形斷面結構物後發生週期性渦漩分離（vortex shedding）現象，該渦漩分離頻率（shedding frequency）ω 與斷面尺度 D、H 及流速 V、流體密度 ρ、黏滯度（viscosity）μ 相關。

㈠請利用「Buckingham π 定理」推導渦漩分離頻率 ω 與相關參數之無因次關係式。（10 分）

㈡若原型尺度之 $D=0.2$ m、$H=0.6$ m 及流速 $V=5$ m/s，模型實驗採和原型相同之流體，模型尺度之 $D=5$ cm，則模型的流速應為多少？如果在模型測得的渦漩分離頻率為 48 Hz，則原型的渦漩分離頻率為多少 Hz？（10 分）