

類 科：機械工程
科 目：流體力學與工程力學
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、流體本身具有黏性，而且會受環境溫度影響而變化。牛頓觀察流體的行為並提出其牛頓黏性法則，也說明剪應力在這個法則上的角色。目前量測流體的黏性通常是在定溫下，將待測流體放入兩個圓桶之間。若兩個圓桶內圈的圓筒是靜止，而外圈圓筒保持一個定轉速在轉動。請問：

(每小題5分，共10分)

(一)牛頓黏性法則中，黏性與剪應力的關係為何？請寫出完整的公式。

(二)假設外圈的轉速固定，其切線速度為0.1 m/s，內外圈的間隙為0.1 mm。轉動外圈圓筒的剪應力為10 Pa，請問流體的黏性係數大小為何？

二、孔口板為一常見(Orifice)的裝置，主要用來測量管路中的流量。假設有一個圓管，內裝了一個孔口板，水平擺置。圓管的直徑為0.05 m，孔口的直徑為0.02 m。圓管內部是某種汽油在流動，其密度為830 kg/m³。一般來說我們會在孔口板的上游與孔口出口兩處量測壓差。請問：

(每小題5分，共15分)

(一)我們可以用那個法則來說明壓差與流速的關係？請寫出完整的公式。

(二)假設管內的流量為0.01 m³/s，請問通過孔口板的平均速度是多少？

(三)壓差為多少？

三、雷諾(Reynolds)為英國流體力學學者。他最有名的實驗為觀察圓管內的流動物理狀態。他以染料來將流場可視化，將流動型態分為層流、過渡、紊流三種。更重要的是他提出一個無因次參數來區分這三個狀態，請問：

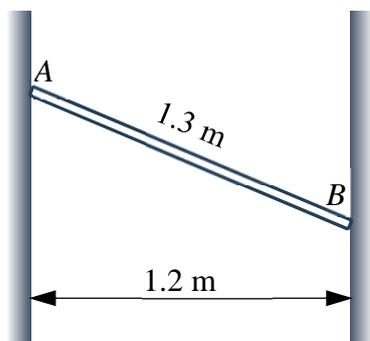
(一)這個無因次參數的定義為何？請寫出公式。(2分)

(二)假設他所觀察的圓管直徑為0.01 m，裡面流動的流體為水，其黏滯係數為0.001 kg/m·s，密度為1000 kg/m³，管內流動的平均速度大小為5 m/s。請問這個無因次參數數值為多少？管流內是層流還是紊流？(3分)

(三)更進一步，由於管內流動變化造成流動能量的損失，一般而言，可用摩擦因子 f 來表示，而Moody做了一系列實驗來量測 f ，請問他實際上是量測那個物理量？如何進一步將這個物理量轉為 f ？(5分)

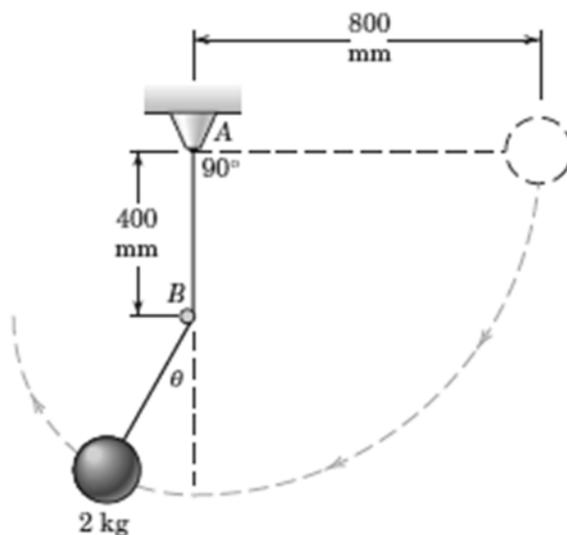
四、將長為 1.3 m 重量為 20 N 的均質細直桿 AB 兩端分別接觸相距 1.2 m 之兩垂直牆面並保持靜置，如圖所示。假設 A 端為光滑接觸而 B 端為摩擦接觸且有足夠的摩擦力來支撐直桿以維持平衡，試求解下列問題：

- (一) A 端的反作用力。(7 分)
(二) B 端接觸處之最小摩擦係數。(8 分)



五、一質量為 2 公斤之擺錘以繩索連接吊掛構成一平面運動之單擺如圖所示，單擺於水平靜止狀態釋放，當擺錘到達底部時，繩索接觸並纏繞固定於 B 處之光滑銷，且擺錘繼續沿著較小半徑的圓弧線運動，不計繩索質量，設重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，試求解下列問題：(每小題 10 分，共 20 分)

- (一) 當 $\theta = 60^\circ$ 時，擺錘的速度值為多少 m/s ? (10 分)
(二) 當 $\theta = 60^\circ$ 時，繩索張力為多少 N ? (10 分)



- 六、如圖所示，一直徑為 16 mm 之實心鋼製圓桿彎折成直角彎桿 ABC 置於 xz 平面上，其 A 端固定， C 端面施加外力 $F_y = -80\pi$ N，材料的彈性模數 $E = 200$ GPa，剪彈性模數 $G = 80$ GPa，不計桿重量，亦無應力集中，試求：
- (一) 彎桿 A 端之最大剪應力 τ_{\max} 為多少 MPa？（8 分）
 - (二) 彎桿 A 端之最大拉應力 σ_{\max} 為多少 MPa？（10 分）
 - (三) 彎桿 C 端向下位移量 δ_y 為多少 mm？（忽略剪力變形）（12 分）

