

1. (a) 試推導：流體密度 ρ 與靜壓 P 及彈性模數 E 之關係式。
 (b) 已知海水之彈性模數 $E = 2.2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ ，試求海下 10,000 公尺之海水密度為海面海水密度之若干倍？
 (c) 有一圓柱體質量為 m ，原本靜止，今沿著圓管垂直下滑(如圖 a 所示)，圓柱體與圓管之縫隙間距為 h ，其間充滿黏滯係數 μ 之牛頓油液，已知圓柱體之直徑為 D 、長度為 L ，試求：(1) 圓柱體在時間 t 時下滑速度 $V(t) = ?$
 (2) 若圓管甚長，圓柱體下滑達到終端速度 V_L ，則油液之黏滯係數 μ 為何？ (25%)

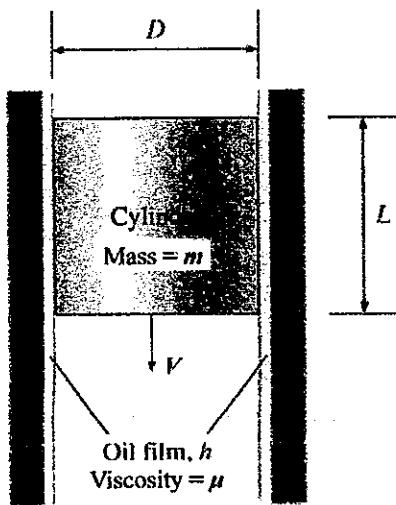


圖 a

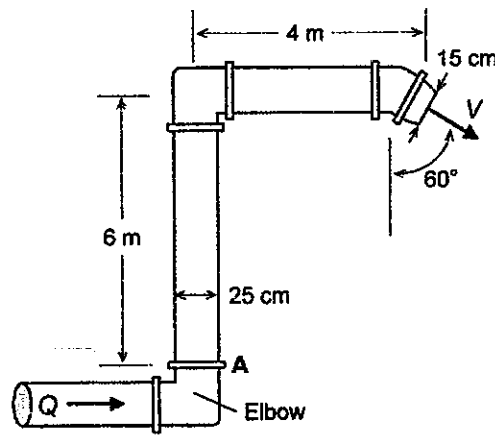


圖 b

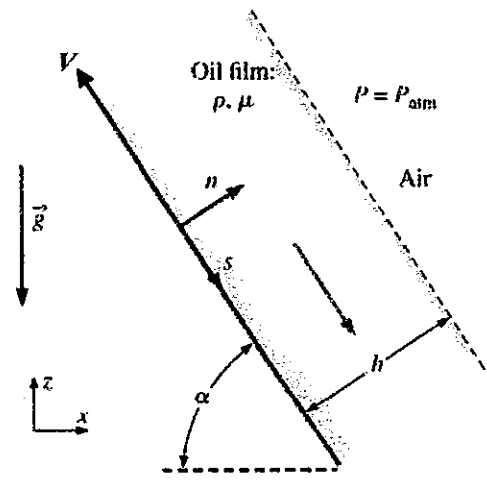


圖 c

2. (a) 全導數 DB/Dt 與局部導數 $\partial B/\partial t$ 均為流場特性 B 之變化率，其主要差別為何？分別屬於何種觀測方式？
 (b) 二維流場之 x 、 y 方向流速分別為 $u = a + bx$ 、 $v = -by$ ，式中 a 、 b 均為常數，試求流線方程式為何？
 (c) 承題(b)，試列式說明此流體為可壓縮流體或不可壓縮流體？此流場為旋流或非旋流？
 (d) 承題(b)，流場中有 A、B 兩質點，時間 = 0 時，兩質點在 x 方向之距離為 η ，時間 = t 時，兩質點在 x 方向之距離變為 $\eta + \Delta\eta$ ，試求 $\Delta\eta/\eta$ 為何？利用 $\Delta\eta/\eta$ 結果及線變形率定義，試求 $\dot{\epsilon}_{xx}$ 為何？ (25%)
3. 管流末段由長度 6 m 之垂直段與長度 4 m 之水平段組成(圖 b)，管徑 25 cm、噴嘴口徑 15 cm，水流以 $V = 22 \text{ m/s}$ 速度噴出，其方向與垂直夾角 60 度，已知單位長度水管加水之質量為 78 kg/m ，垂直段水管底部 A 斷面固定於 90 度彎接頭(Elbow)。試回答下列問題： (25%)
 (a) 彎接頭在 A 斷面所承受之力 F_x 與 F_y 分別為若干 N？方向為何？
 (b) 彎接頭在 A 斷面所承受之轉矩為若干 N-m？方向為何？
4. 有一傾斜平板與水平夾角 α ，如圖 c 所示，平板上一層牛頓油液薄膜受重力影響往下流動，其厚度 h 、密度 ρ 、黏滯係數 μ ，平板以定速 V 往上拉動，回答下列問題：(a) 試利用連續方程式、Navier-Stokes 方程式及邊界條件，推求油液之流速分布，並繪出流速剖面。請使用 (s, y, n) 座標， y 為垂直紙面方向，流速分量分別為 (u_s, v_s, u_n) ，須先列出所有假設條件。(b) 試求油液內部壓力分布。(c) 試以 h 、 V 為特性長度與速度，將(a)小題求得之流速分布無因次化，須包含兩種無因次參數。 (25%)