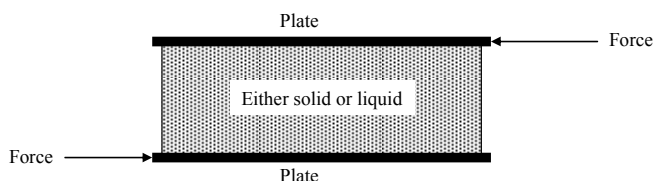


# 2015 全國大專生力學競賽 流體力學初試

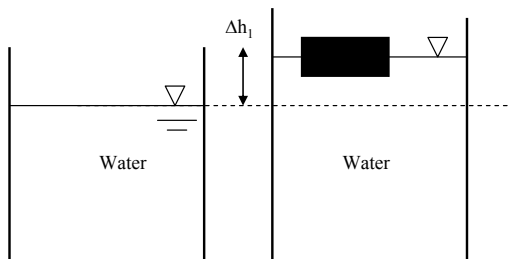
此試卷共 4 頁，包含 11 題單選題(各 5 分)以及 3 題問答題(各 15 分)

## 單選題(55%)

1. 如圖，上下兩塊有間距的黑色木板間填充了固體或液體，固體與兩木板間緊密接合，若兩板如圖受力時，並不會與固體發生滑移的現象；相同的，若填充的是流體，則應滿足無滑移(no-slip)的邊界條件。請問以下對於固體或流體為平衡受力的反應，哪個是完全正確的？

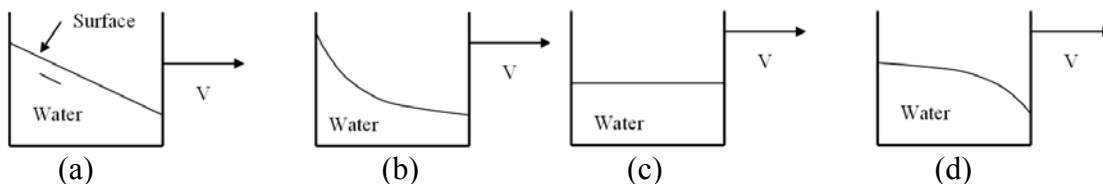


- (a) 固體變形到一靜止平衡態，流體則以特定的運動狀態一直連續運動變形下去  
 (b) 固體不會動，流體則以特定的運動狀態一直連續運動變形下去  
 (c) 固體和流體均變形到一靜止平衡態，只是流體變形量較大  
 (d) 固體和流體均以一特定形態連續運動變形下去
2. 有個固體塊被放入左圖的水缸，最後如右圖漂浮著，水面也跟著上升了 $\Delta h_1$ ；待此固體塊取出後，放入另一個等重但是體積較小的物體塊，也飄浮在水中，造成水面上升 $\Delta h_2$ 。下列 $\Delta h_1$ 和 $\Delta h_2$ 的關係何者正確？

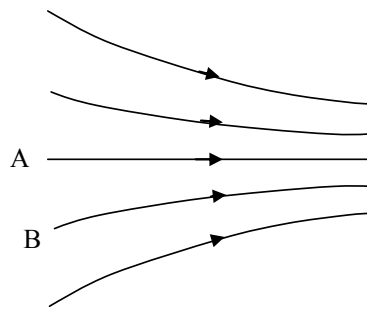


- (a)  $\Delta h_2 < \Delta h_1$  (b)  $\Delta h_2 = \Delta h_1$  (c)  $\Delta h_2 > \Delta h_1$  (d) 水面上升與密度有關，因此無法以所給的敘述判定

3. 某日社區里火警，熱心的居民用車載了一缸水火速開往現場，下列哪張圖正確地描述了車子剛啟動時的液面？



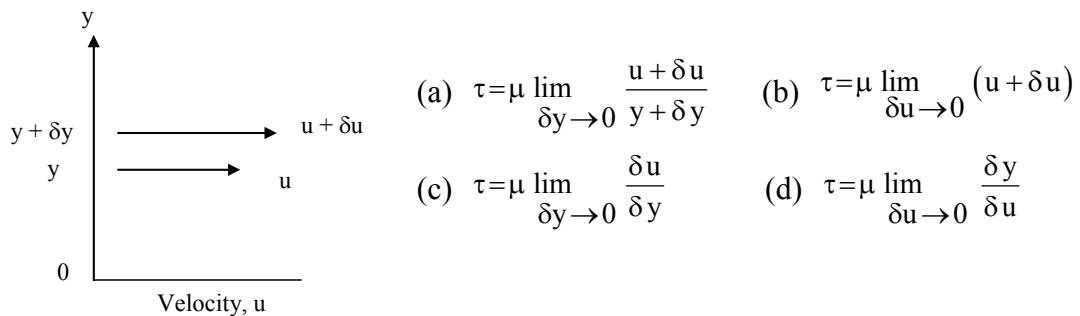
4. 有一穩態流線如下圖，下列哪個敘述正確地形容延流線 A的流場?



- (a) 流場在流線及垂直流線方向均加速
- (b) 流場在流線及垂直流線方向均不加速
- (c) 流場在垂直流線方向加速，但流線方線不加速
- (d) 流場在流線方向加速，但垂直流線方線不加速

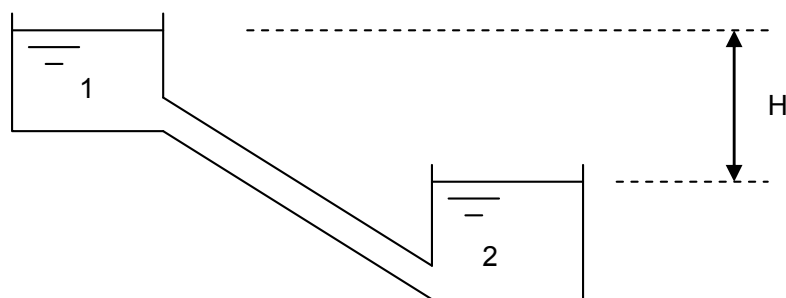
5. 承題 4 及其選項，哪個敘述正確地形容延流線 B的流場?

6. 運動流體中任兩點的順時速度量測後以下圖表示分佈，流體於  $y$  點之黏滯應力 (viscous stress) 在滿足連續體的假設下該如何表示?

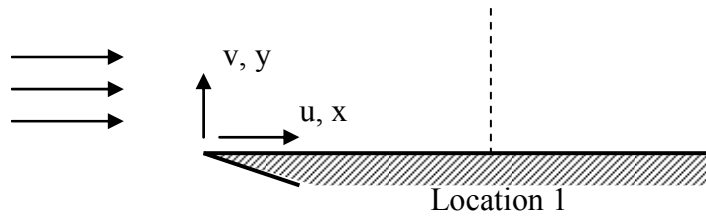


7. 流體經由圓管由海拔較高的儲存槽 1 號流到儲存槽 2 號，若兩儲存槽海拔差異  $H$  增加，下列哪個敘述正確?

- (a) 質量流率會減少
- (b) 質量流率不改變
- (c) 質量流率會增加
- (d) 質量流率之改變與管內水流為層流或紊流有關，因此無法以所提供的資訊判斷



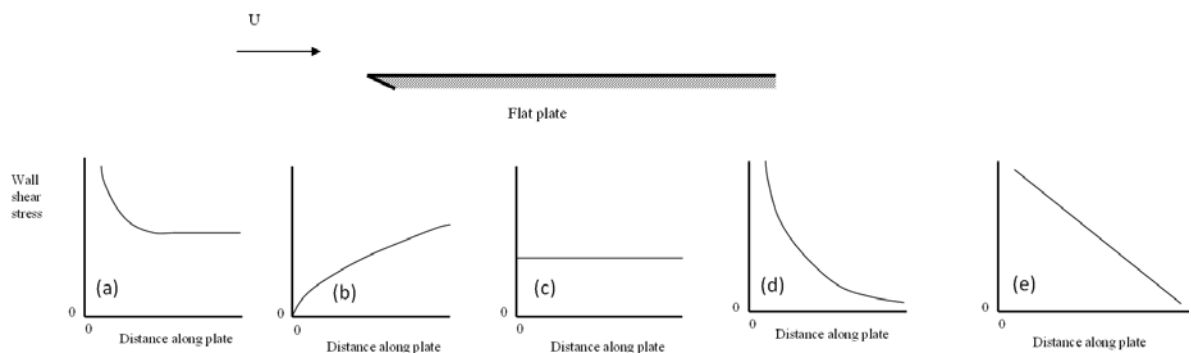
8. 有一黏性不可壓縮流體流經一靜止固體平板，座標及速度場分量定義如圖。



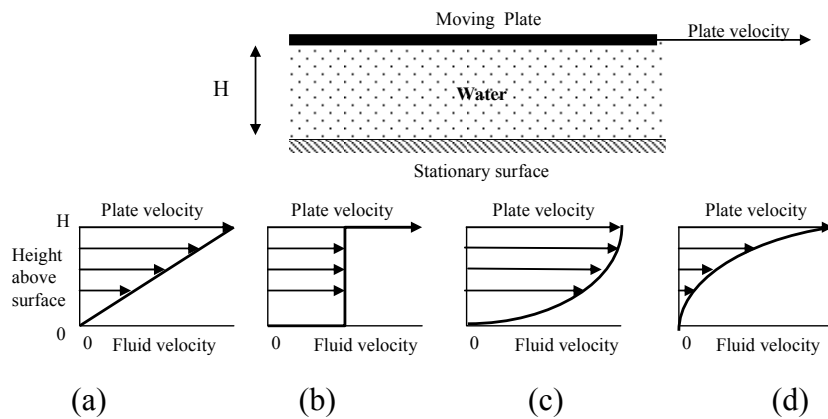
請問下列關於 Location 1 平板位置上，速度場及其速度梯度之形容何者正確？

- (a)  $u=0, \left. \frac{du}{dy} \right|_0 = 0$  (b) finite  $u, \left. \frac{du}{dy} \right|_0 = 0$  (c) finite  $u$  and  $\left. \frac{du}{dy} \right|_0$  (d)  $u=0, \left. \frac{du}{dy} \right|_0 = 0$

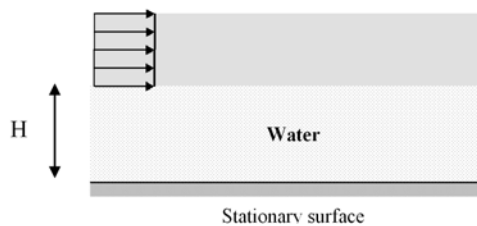
9. 一空氣以層流方式流經一平板，請問平板表面之切向應力如何隨距離改變？



10. 兩固體平板中充滿黏性不可壓縮之流體，上板突然開始移動造成間隙流體的運動發展，請問下圖哪個最能代表仍在發展的流場速度分布？

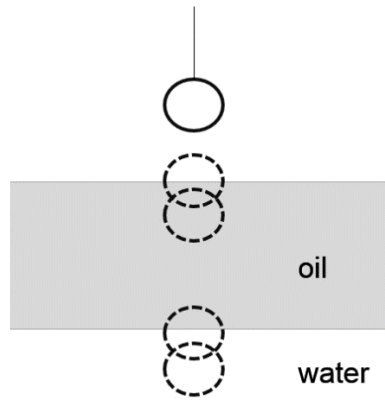


11. 若有一層黏性且不可壓縮之油以均勻速度及厚度流經靜止厚度為 H 之水層，油水不互融。請請問題 11 之選項中哪個最能代表穩態水流場之速度分布？

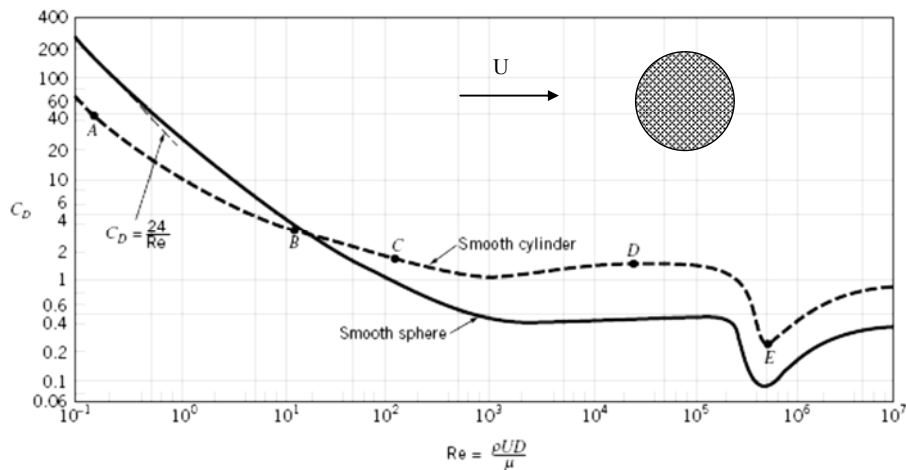


簡答題 (45%)

1. (15%) 一泡在油、水分層液體裡的金屬塊將被吊車以等速度吊出液面，請以  $x$  軸表示時間、 $y$  軸表示應力，定性地描繪張力對時間的變化，並解釋結果。



2. (15%) 直徑為  $D$  長度為  $L$  之光滑圓柱在速度為  $U$  的均勻流場中，其阻力係數定義為  $C_D = F_{\text{drag}} / (1/2 \rho U^2 DL)$ ，其中  $F_{\text{drag}}$  為圓柱所受總阻力， $\rho$  為流場密度。 $C_D$  對圓柱流場雷諾數  $Re$  之變化如下圖所示，請簡單明瞭地回答下列問題。



- (1) 請問雷諾數之物理意義
  - (2) 請問為何在  $10^{-1} < Re < 10^3$  區間  $C_D$  隨  $Re$  單調遞減?
  - (3) 請問為何在  $10^3 < Re < 10^5$  區間  $C_D$  不太隨  $Re$  改變?
  - (4) 在  $10^3 < Re < 10^5$  區間  $C_D$  大約為 1.1。在此區間中，有一圓柱以 2 m/s 運動時所受阻力為 3 N，請問當其速度加倍至 4 m/s 時，其阻力為何?
  - (5) 請問為何在  $10^5 < Re < 10^6$  區間  $C_D$  有一明顯下降?
3. (15%) 若臨時需要知道某液體之密度，身邊能利用的東西有兩個體積未知但大小不同的桶子、一條長繩子、一根沒有標示的木棒、一把剪刀、一個塑膠袋、一支筆、一條布、很多石頭、和無限量的室溫水。請利用槓桿原理設計一流程來估算此未知液體之密度，並請清楚交代所需的假設。