

等 別：四等考試  
類 科：環境工程  
科 目：流體力學概要  
考試時間：1 小時 30 分

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、已知一半導體工廠，其清洗晶片的超純水供水系統的水管內徑為  $R$ ，管內水的流速分布函數為  $V(r) = V_{max} \left( 1 - \frac{r^n}{R^n} \right)$ ，其中  $r$  為管內任意一點到管的中心軸線垂直距離（即徑向距離），假設超純水的動力黏滯係數（dynamic viscosity）為  $\mu$ ，試推導超純水供水系統中每單位長度水管中水流作用在管壁上的阻力（Drag force）大小。（20 分）

（註：流動流體剪應力（ $\tau$ ）公式  $\tau = -\mu \frac{dV}{dr}$ ）

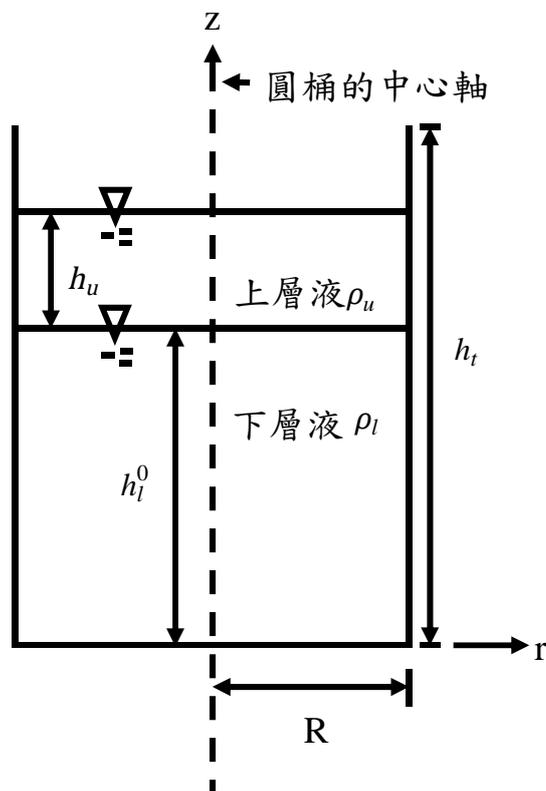
二、一座節能工廠，擬設計一套以兩片平行垂直置於水槽中玻璃片，將水槽中固定水面高的水，送到比固定水面高出 1 公分的機台上使用，若此時水的溫度為  $20^\circ\text{C}$ 、密度（ $\rho$ ）為 1000 公斤/立方公尺，且水的表面張力（ $\sigma$ ）為 0.073 牛頓/公尺，倘若水與玻璃片間的接觸角（Contact angle,  $\theta$ ）為 15 度時，請問此兩平行玻璃片的間距為何？（20 分）

（註：平行玻璃片內水的表面張力公式  $\sigma = \frac{\rho g h d}{2 \cos \theta}$ ，其中  $d$  為兩平板間距， $h$  為平行玻璃片間水的上升高度）

三、一科技廠為了資源循環再利用，擬將兩種液體中的上層液，透過圓柱桶旋轉方式將上層液分離出來回收再利用。如圖所示，桶高 $h_t$ 及半徑為 $R$ ，其中上層液密度( $\rho_u$ )小於下層的液體密度( $\rho_l$ )，且靜止時的下層液高為 $h_l^0$ ，上層液在下層液上方厚度為 $h_u$ ，今將圓柱桶繞中心軸旋轉，請寫出將上層液完全從旋轉圓柱桶中心分離出來的旋轉角速率 $W$ 。所以，若 $h_l = 0.6\text{ m}$ ， $R = 0.3\text{ m}$ ， $h_l^0 = 0.4\text{ m}$ ， $h_u = 0.1\text{ m}$ ， $\rho_l = 1.25\text{ kg/m}^3$ ， $\rho_u = 0.62\text{ kg/m}^3$ ，求此時圓柱桶中的旋轉角速率 $W$ 。(30分)

(註：其中 $h_l^0 > \frac{h_t}{2}$ 且 $h_l - h_l^0 > h_u$ ；當旋轉達穩態時，單一液體中心軸線的

$$\text{液面高度 } h_l = h_l^0 - \frac{W^2 R^2}{4g}$$



四、在污水處理廠中，廢污水的流動速度非常慢（此時雷諾數遠小於1），此種流況又稱慢速流（Creeping flows），若今天在廢污水中有很多極細小的微生物體受此慢速流流況下，今欲分析微生物體所受水流的阻力大小，在分析後發現阻力大小是流速 $V$ ，微生物個體特徵長度 $L$ ，及廢污水的黏滯係數 $\mu$ 等的函數。請以因次分析（Dimensional analysis）方法，分析此阻力（ $F_D$ ）與 $V$ 、 $L$ 及 $\mu$ 的關係。(30分)