

等 別：三等考試

類 科：機械工程

科 目：流體力學

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

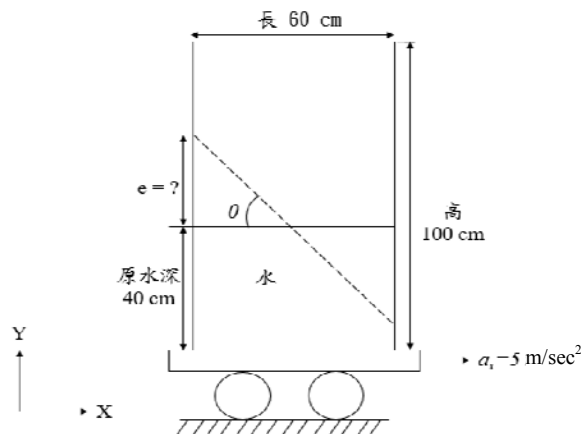
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、如下圖所示之裝水矩形容器 (rectangular container)，其長、寬、高分別為 60、50 與 100 公分，且其原來之水深為 40 公分、水之密度為 $1,000 \text{ kg/m}^3$ 。當此矩形容器置於水平面 (horizontal surface) 進行一向右之等加速運動 $\left[\vec{a} = 5 \left(\text{m/sec}^2 \right) \hat{e}_x \right]$ ，請求出：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)容器中自由水面之斜率 (slope of the free surface)。

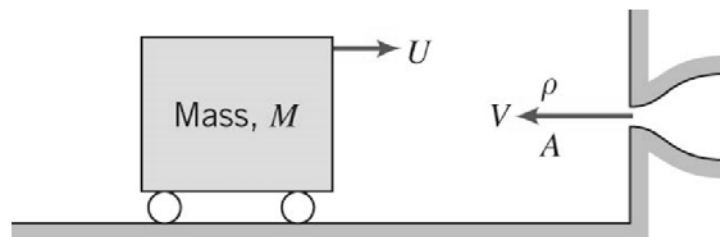
(二)水面之最高位置。



二、一質量為 M 的長方體在無摩擦的水平表面 (frictionless horizontal surface) 上，以起始速度 (U_0) 向右移動 (如下圖所示)，在 $t=0$ 時，這個物體受到位於其右方的反向噴流 (opposing jet) 衝擊，導致其速度開始下降。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請推導在 $t>0$ 後，此長方體之加速度的代數表示式 (algebraic expression)。

(二)利用此代數式，計算出該物體速度降為零所需之時間。



三、噴嘴 (nozzle) 和皮托管 (pitot tube) 常用來量測圓管 (circular pipe) 的體積流率 (volume flow rate)，請回答下列相關問題：(每小題 5 分，共 20 分)

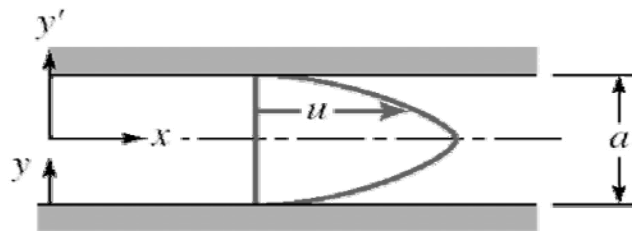
- (一) 用噴嘴和皮托管來量測體積流率之應用理論為何？列出該理論的假設。
- (二) 繪出利用噴嘴來量測圓管的體積流率之架構，並說明如何執行。
- (三) 繪出利用皮托管來量測圓管的體積流率之架構，並說明如何執行。
- (四) 當圓管流為完全發展的層流 (fully-developed laminar flow) 時，可藉由皮托管進行簡單快速之體積流率量測，請說明量測之步驟與方法。

四、如下圖所示之完全發展層流 (fully-developed laminar flow)，於兩片平行的無限平板 (two infinite parallel plates) 間流動，且適用以下假設 (assumptions)：穩態 (steady state)，不可壓縮 (incompressible)，忽略重力 (neglect gravitational force)，流體性質為常數 (constant fluid properties)，速度分量 $v = w = 0$ 、且 $u = u(y)$ only。請回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) 展開並簡化其連續方程式 (expand the continuity equation and simplify it)。
- (二) 展開並簡化其動量方程式 (expand the momentum equation and simplify it)。
- (三) 結合連續和動量方程式，寫出如何求得速度分量之常微分方程式

$$\frac{dp}{dx} = \mu \frac{d^2 u}{dy^2} \text{ 之詳細過程。}$$

- (四) 寫出合適之非移動邊界條件 (nonslip boundary conditions)，可配合上述常微分方程式以求解速度分量。



五、對壓縮機 (compressor) 之性能而言，工程應用上需要了解下列參數間之關係：(20 分)

- (1) 體積流率 (volume flow rate, Q)
- (2) 壓力 (pressure, p)
- (3) 功率 (power, P)
- (4) 流體密度 (density, ρ)
- (5) 特徵長度 (characteristic length, D)
- (6) 轉速 (rotation speed, N)

請藉由因次分析 (dimensional analysis) 方法與柏金漢 π 定理 (Buckingham Pi theorem)，並選取轉速、流體密度與特徵長度為重複參數 (repeating parameters)，列出明確過程以求得三組無因次參數組合。