

109年專門職業及技術人員高等考試建築師、32類科技師
(含第二次食品技師)、大地工程技師考試分階段考試
(第二階段考試)暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試、
109年第二次專門職業及技術人員特種考試驗光人員考試試題

等 別：高等考試
類 科：機械工程技師
科 目：流體力學與流體機械
考試時間：2小時

座號：_____

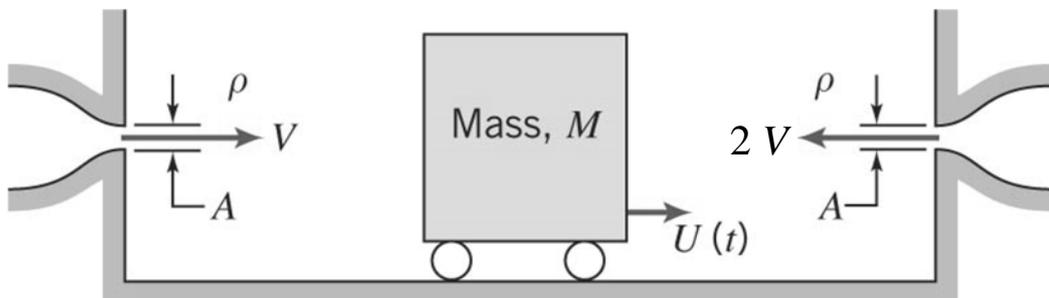
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、一個晴朗無風的早上，陳先生離開家（位於海平面，即海拔零米）去健行，當時的溫度、空氣密度和大氣壓力分別是 27°C 、 1.2 kg/m^3 和 745 mm-Hg 。經過五小時攀爬後，他成功地抵達位於海拔 1120 米的七星山主峰，當時的溫度是 20°C 。假設大氣溫度隨著海拔高度呈現線性降低，且空氣常數為 $R_{air} = 287 (\text{N} \cdot \text{m} / \text{kg} \cdot \text{K})$ ，請根據上述資訊計算：大氣層中溫度降低的速率、七星山主峰的大氣壓力、七星山主峰的空氣密度。（20分）

二、一質量為 M 的長方體在無摩擦的水平表面 (frictionless horizontal surface) 上，在 $t=0$ 時其起始速度 (U_0)，如下圖所示，此時這個物體受到位於其左、右兩方的兩股反向噴流 (opposing jet) 衝擊，導致物體在 $t>0$ 時以速度 $U(t)$ 開始移動，假設沒有摩擦力存在，同時並忽略這個長方體上任何的沾黏液體之質量。請推導在 $t>0$ 後，此長方體之速度通式 $U(t)$ 。請推導在 $t>0$ 後，此長方體之加速度通式 $a(t)$ 。當時間趨近於無窮大 ($t \rightarrow \infty$) 時，請計算求解其終端速度。（20分）



三、一速度場表示為：

$\vec{V} = (x+3)\hat{i} + (-y+5+A\sin t)\hat{j}$ (單位：m/sec)，其中 $A = 5$ 。

請回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)導出此速度場於 $t = \pi/2$ 時通過 $(x, y) = (0, 0)$ 之流線方程式 (streamline equation)。
- (二)一粒子於 $t = \pi/2$ 時通過 $(x_0, y_0) = (2, 8)$ ，請導出其徑線方程式 (pathline equation)。
- (三)判斷此流場是否為不可壓縮流 (incompressible flow)？是否為無旋流 (irrotational flow)？
- (四)計算其 XY 平面之角變形率 (the rate of angular deformation)。

四、請回答下列有關尤拉流體機械公式 (Euler turbomachine equation) 的問題：(20 分)

- (一)列出在推導此公式過程中用到之主要基本定律 (fundamental law)。
- (二)寫出兩個尤拉流體機械公式的常用表示式。
- (三)解釋(二)部分之答案中，每一項代表的物理意涵。
- (四)依軸流式流體機械 (axial-flow turbomachine) 之流場特性，請寫出合適的常用假設，並將之應用來簡化尤拉流體機械公式。
- (五)依離心式流體機械 (centrifugal turbomachine) 之流場特性，請寫出合適的常用假設，並將之應用來簡化尤拉流體機械公式。

五、水泵運轉的性能特點可以下列六項參數間之關係表示之：

- (1)體積流率 (volume flow rate, Q)
 - (2)功率 (power, P)
 - (3)流體黏度 (dynamic viscosity, μ)
 - (4)流體密度 (density, ρ)
 - (5)葉輪直徑 (impeller diameter, D)
 - (6)轉速 (angular speed, ω)
- (一)請用因次分析方法 (dimensional analysis)，並選取轉速、流體密度與葉輪直徑為重複參數，求得無因次參數組合，並應用推導之無因次參數組合回答下列(二)、(三)題。(10 分)
 - (二)在忽略雷諾數影響 (ignoring the Reynold-number effect) 之下，一個葉輪直徑 $D_1 = 0.10$ m 之水泵運轉於 $\omega_1 = 1,000$ rpm 能輸出流量 $Q_1 = 0.01$ m³/s；請問多大葉輪直徑 ($D_2 = ?$) 之水泵能在運轉於 $\omega_2 = 500$ rpm 情況，輸出流量 $Q_2 = 5.0$ m³/s？假設這兩個水泵為幾何與動力相似 (geometric and dynamic similarity)。(5 分)
 - (三)如果葉輪直徑 $D_1 = 0.10$ m 之水泵需要之功率為 8 W，那麼輸出流量為 $Q_2 = 5.0$ m³/s 之水泵需要之功率為何？(5 分)