

國立成功大學  
110學年度碩士班招生考試試題

編 號：123

系 所：系統及船舶機電工程學系

科 目：流體力學

日 期：0202

節 次：第 2 節

備 註：可使用計算機

※ 考生請注意：本試題可使用計算機。請於答案卷(卡)作答，於本試題紙上作答者，不予計分。

----- Some information -----

The thickness of laminar boundary layer can be approximated by:  $\delta = 4.79 \sqrt{\frac{x\nu}{U}}$ ;

Fresh water's kinematic viscosity =  $1.12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , density =  $1,000 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

Seawater's kinematic viscosity =  $1.18 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , density =  $1,050 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

The gravity acceleration =  $9.8 \text{ m}/\text{s}^2$

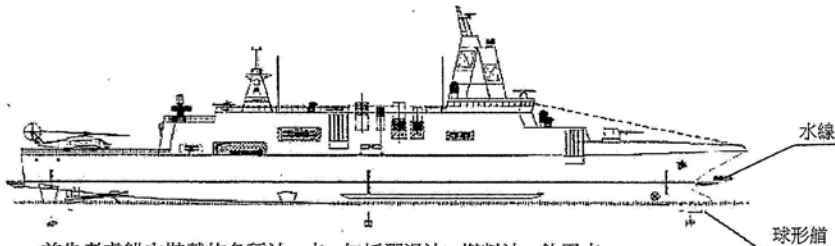
Navier-Stokes equation:

$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho g_x + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho g_y + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)$$

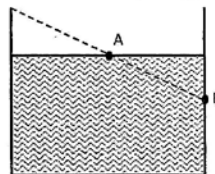
$$\rho \left( \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right)$$

太平洋上某島國為了發展海上防衛力量、促進工業發展，現在需要自行設計建造可搭載直升機的反潛飛彈巡防艦(如示意圖)。在過程中遇到許多流體力學的問題，假設你是負責解決這些問題的工程師，請依照此情境，協助解決下列問題。



一、首先考慮船內裝載的各種油、水，包括潤滑油、燃料油、飲用水、汗水、清潔用水、壓艙水等，裝載在各自的油水櫃中。若其中之一水櫃長 2.0m、高 1.3m 如右圖所示，其水位在該船靜止時為 1.0m 高。

- 船體運動的加速度要多快才會把水濺出來? (5%)
- 水快濺出來前，B 點的壓力是多少? 請以 SI 制表示。此時 A、B 兩點的壓力差多少?(5%)
- 除了頂上加蓋之外，有其他方法可以防止船體運動劇烈時水櫃的水濺出來嗎? 請提出至少兩種不同的設計方案。(4%)



※ 考生請注意：本試題可使用計算機。請於答案卷(卡)作答，於本試題紙上作答者，不予計分。

二、其次考慮反潛需求部份，料敵從寬，假設敵國柴電動力潛艦可潛航至 470m 深，海水下能以至少 13m/s 的速度前進。

- 計算該潛艦船艏 stagnation point 處的最大壓力為何？(5%)
- 你解上題的公式是什麼原理？代表麼物理量的守恆？(4%)
- 可以使用此公式的假設為何？(5%)
- 流體力學的統御方程式，除了此物理量的守恆外，還有哪兩個物理量守恆？他們的方程式又分別稱為什麼？(10%)
- 潛艦都要避免會產生巨大噪音的現象。例如當水流經螺葉某處的靜壓力小於該處溫度下的蒸氣壓時，流體會產生何種現象？(2%)  
(A)虹吸；(B)昇華；(C)空蝕；(D)液壓。

三、船的阻力成分包括摩擦阻力、興波阻力、黏性壓差阻力等。其中第一種阻力可以用經驗公式估算，後兩者需要以模型實驗來求得。為了減低興波阻力，常見的船艏設計有尖銳的劍艏、藏在水下的球形艏等方案，但為了裝設反潛用的背動聲納於船底首部，決定採用球形艏結合聲納罩的方式設計。但為了評估其外型設計是否得當，除了作模型實驗外，聽說也可以用電腦模擬的方式來評估不同設計方案的優劣。因此，為了加快設計速度，主管希望你用 potential flows 的方式計算船型造成的波形與流場，估算興波阻力。請問：

- potential flow 的假設為何？(4%)
- 如果理想流體太過於夢幻，我們為何還使用它來解決工程問題？(6%)

四、承上題，該巡防艦預計以 16.0m/s 為最高速度，其水線面之長寬分別為 128m、16m，吃水 4m。為估算其總阻力與速度關係，想委託國立成功大學拖航水槽以縮小比例 1/16 的模型實驗。

- 模型實驗中想要了解穩定翼、或舵等附屬突出物造成的流場，於是想在上游處以針管施放染料，將流場可視化。這種方式製造出來的可見線條，稱為什麼？  
(A) streamline、(B) streakline、(C) pathline、(D) needle line。(2%)
- 為了規劃實驗條件，實驗模型除了要求幾何相似，假設運動相似之外，還需考慮實驗設計上能盡量滿足什麼相似？(3%)
- 若只考慮相對速度、流體密度、流體黏滯性、物體之尺寸、阻力、重力等物理量，請將阻力與速度關係的問題作因次分析，並解釋所得到的各無因次量的意義。(10%)
- Froude number 是此問題中必須考慮的，計算此船的 Froude number。(5%)
- 若實驗條件要使模型與實船的 Froude number 相等，實驗速度應為多少？在此速度下的模型之 Reynolds number 又為多少？能否與實船相同？因此是否滿足(b)小題的答案？(5%+5%+5%)
- 模型長度為何？若成大水槽的設備只能測試長度 8.45m 以下模型，拖航台車最高速度僅達 4.7m/s，那根據以上計算結果，能否在成大水槽進行實驗？(5%+5%)
- 為了評估裝設邊界層激紊裝置的參考，請計算在模型船後 1/20 模型長位置處的層流邊界層厚度（假設為層流邊界層）。(5%)