

筆試試題（一）

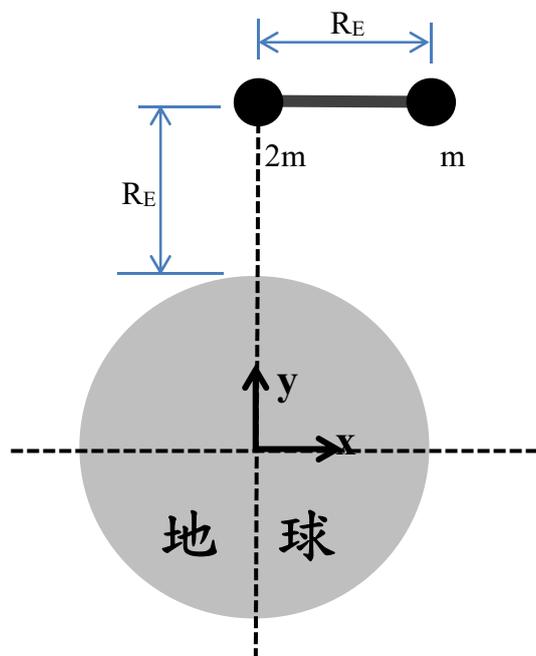
編號：_____.

- 說明：(1) 請先核對答案卷上之編號和你的編號是否一致。
(2) 本試題卷共六大題，請依題號在答案卷上指定位置作答，
試題卷需隨答案卷繳回。

【第一題】

一艘外星太空船停泊在地球正上方，如下圖所示。該太空船由質量 $2m$ 與 m 的分離艙所組成，兩者之間由與地球半徑 (R_E) 等長且質量可忽略之剛體通道相連接。通道平行 x 軸，地心為座標原點。假設質量 m 之物體在地表所受的重力為 W 。

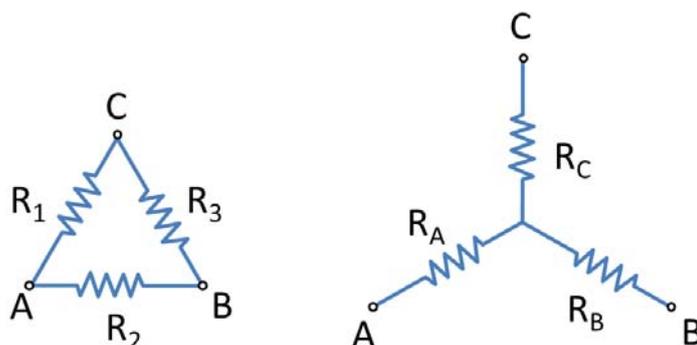
- (a) 作用於太空船之淨重力的大小為何 (以 W 表示)? (5 分)
(b) 作用於太空船之淨重力的方向與 $-y$ 方向之夾角為幾度? (5 分)
(c) 太空船相對於自身質心的淨力矩大小為何 (以 W 及 R_E 表示)? (5 分)
(d) 太空船自身的重心與質心距離大小為何 (以 R_E 表示)? (10 分)



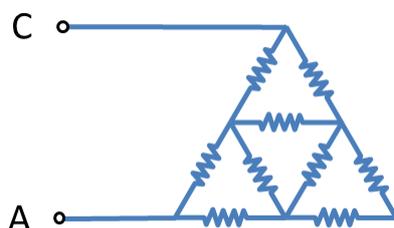
【第二題】

- (a) 假如 Δ 形電阻器網路（下圖左）可以轉換成等效的星形電阻器網路（下圖右），請問 R_A 、 R_B 、 R_C 的電阻值為何？（以 R_1 、 R_2 、 R_3 表示）

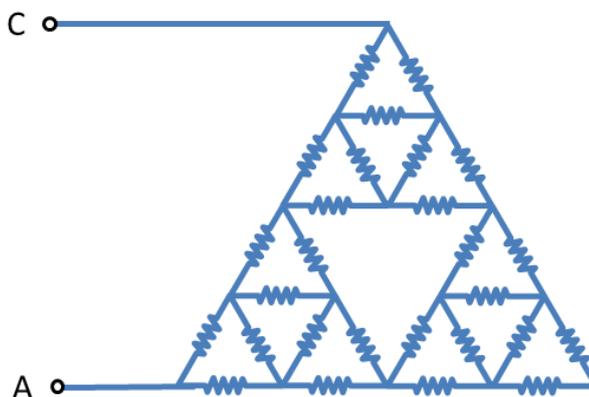
提示： Δ 形網路的 AB/BC/AC 端點間的等效電阻值，與對應的星形網路之 AB/BC/AC 端點的等效電阻值相同。（10 分）



- (b) 將 9 個 1Ω 的電阻，組合成下圖之電阻器網路。利用小題 (a) 的結果，計算 AC 端點的等效電阻值。（10 分）



- (c) 將 27 個 1Ω 的電阻，組合成下圖之電阻器網路，計算 AC 端點的等效電阻值。（5 分）



【第三題】

一面積為 A ，厚度為 X 的導熱平板 (如圖 1 所示)，若其兩面分別接觸不同溫度的流體中，其中高溫 (T_H) 的流體跟低溫 (T_C) 的流體的對流熱導係數分別為 h_H 與 h_C 。一般導熱平板的熱傳導率 (rate of heat flow) 以 $q_S = \frac{K}{X} \cdot A \cdot \Delta T$ (單位為 W) 來表示，其中 ΔT 為平板兩面的溫度差， K 為平板的熱導係數。若流體的對流傳熱率以 $q_L = h \cdot A \cdot \Delta T$ (單位為 W) 來表示，其中 ΔT 為液體與接觸面的溫度差， h 為液體的對流熱導係數。則整個系統 (置於不同溫度液體中的導熱平板系統) 之熱傳導率可以用 $q_T = U \cdot A \cdot \Delta T$ (單位為 W) 來表示，其中 U 為整個系統的熱傳導係數。

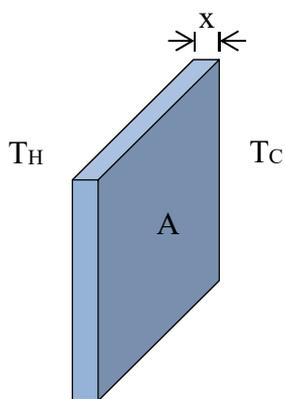


圖 1

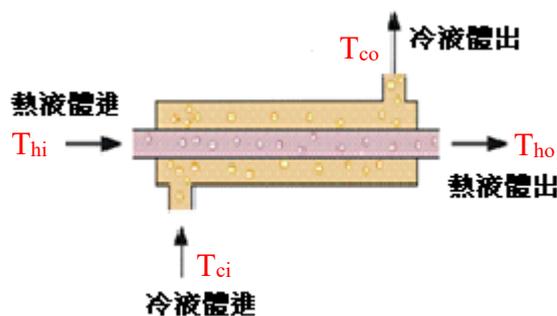


圖 2

一般冷卻用的熱交換器 (heat exchanger)，是利用不同溫度的液體在相鄰的金屬管中流動，而將熱量由高溫管中的液體，經過管壁傳到相鄰的低溫管中的液體，而達到使高溫管的液體降溫的目的。

圖 2 所示為一種稱為並流型的熱交換器，其冷水與熱水流向相同。若假設在整個過程中，兩導管之間的整體熱傳導係數 U 為定值，兩導管中所流動的液體比熱 (高溫液體 c_H 及低溫液體 c_C) 為常數，管中熱、冷液體的流量為定值，且在整個系統與外界隔熱的情況下，

- 請試著將整個系統的熱傳導率以液體進入端的冷熱溫度差、液體流出端的冷熱溫度差、以及兩管間的接觸面積 A 及 U 來表示。(18 分)
- 若現在將一流量為 18 kg/s 且溫度為 105°C 的高溫液體 (比熱為 $3.4 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) 以 25°C 的低溫水 (比熱為 $4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) 來冷卻，使其在出水口時的高溫液體溫度降至 45°C ，而冷卻水的溫度在出口處為 40°C ，則冷卻水的流量需為

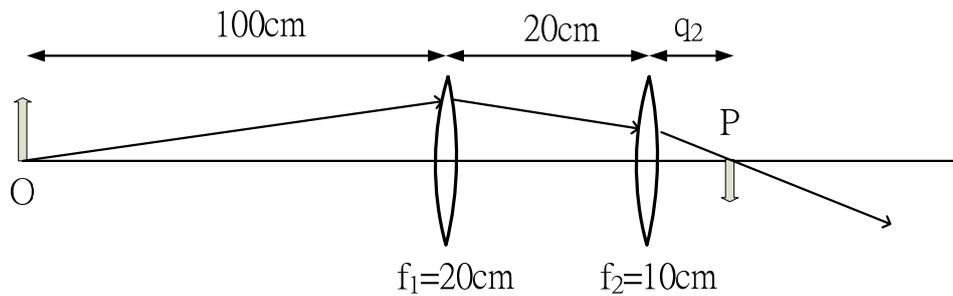
多少？ (4 分)

- (c) 若接觸面的厚度為 3mm，接觸面材料的熱導係數 K 為 $220 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，高溫液體 h_H 為 $2500 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，低溫冷卻水的 h_c 為 $1200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，在不計接觸面的曲率下，所需的接觸面面積為多少？ (3 分)

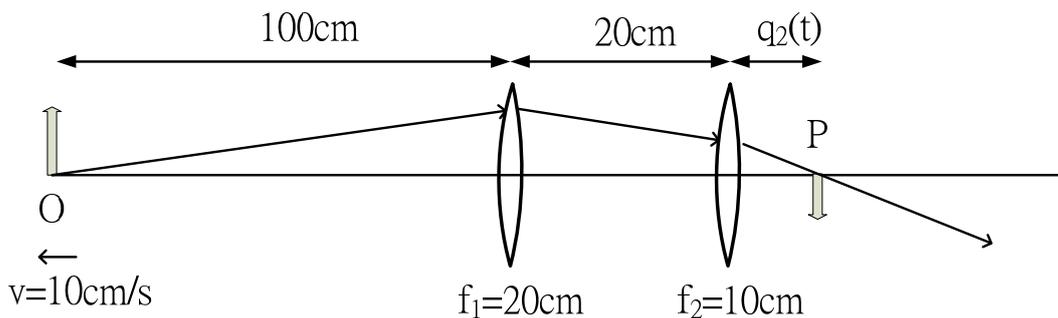
【第四題】

一個透鏡系統，由兩個聚焦透鏡組合而成，第一個透鏡的焦距 20cm，第二個透鏡的焦距 10cm，這兩個透鏡間相距 20cm。

- (a) 在距離第一個聚焦透鏡前面 100cm 處，放置一個物體於 O 點，光線傳遞經過第一個與第二個透鏡後，成像在 P 點。試求此物體通過第一個透鏡成像的像距？ P 點與第二個透鏡的距離 q_2 ？在 P 點的成像放大率？ (10 分)



- (b) 承 (a) 小題，且此物體以速度 10cm/s 遠離透鏡系統。試求成像 P 點與第二個透鏡間的距離 q_2 隨著時間變化的關係函數 $q_2(t)$ ？成像移動的速度？ (15 分)



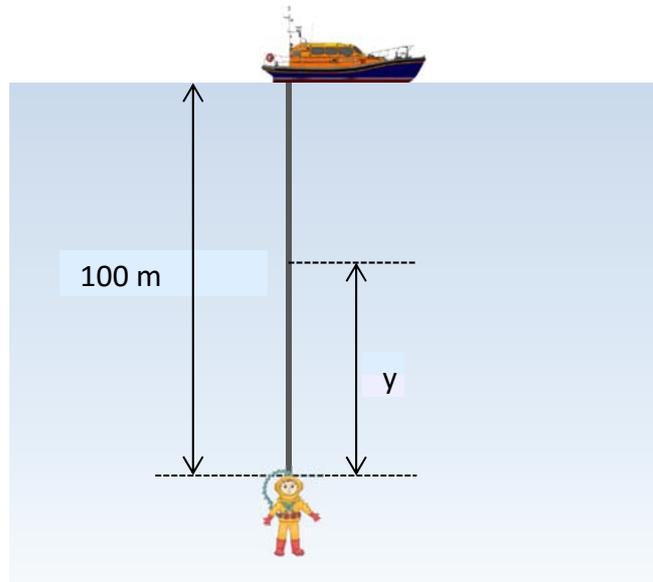
【第五題】

某深海潛水員 A 之體重加上裝備之總質量為 150 kg ，總體積為 0.1 m^3 。當執行深海潛水任務時， A 身上繫一繩索並懸吊於海面之船上，海水密度為

1000 kg/m^3 。此繩索長度為 100 m ，直徑 2 cm ，繩索線密度為 1.1 kg/m 。當 A 完成任務時，他會抖動繩索以通知海面工作人員，將其吊返海面。

(a) 請問離潛水員 y 處 (如下圖所示) 繩索之張力為何? (16 分)

(b) 請估計抖動訊號傳回海面所需時間為何? (9 分)



【第六題】

一支質量不計的輕鋼棒，兩端連接著兩個質量均為 m 的小球，此鋼棒被彎折成直角。在牆上垂直釘入一支鐵釘，將鋼棒轉折處掛在鐵釘上，鋼棒與牆並無接觸。一開始以手撐住使鋼棒靜止，鉛直部份長度是水平部份的兩倍，如圖 1 所示。

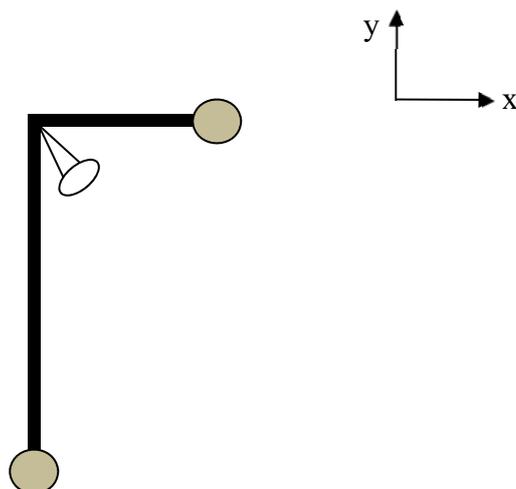


圖 1

現在將手放開，請問在放開的瞬間，鋼棒對鐵釘施力的方向及大小為何？
(重力加速度為 g ，忽略鐵釘與鋼棒間的摩擦力。) (25 分)