

類 科：核子工程
科 目：工程熱力學
考試時間：2 小時

座號：_____

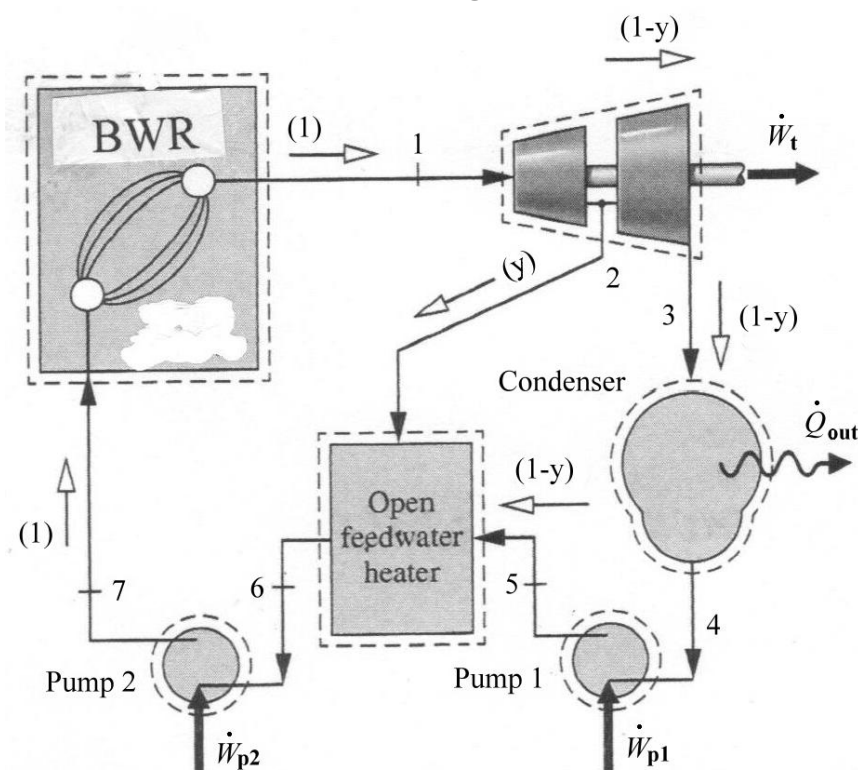
※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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。

一、設一沸水式的核能電廠 (Boiling Water Reactor, BWR) 的熱功循環可用一再生式 (regenerative) 朗肯循環模擬，如下圖。該循環採用開放式飼水加熱器，其出口為飽和狀態水。工作流體的質量流率為 2300 kg/s 。若泵浦效率為 100% ；蒸汽渦輪機的效率為 90% 。下表為圖中各點工作流體的一些熱力學性質。

	T, °C	P, bar	h, kJ/kg	
1	285.9	70	2772.1	
2		7	2411.5	$s = 5.9044 \text{ kJ/(kg K)}$
3		0.08	$h_f = 173.88$ $h_g = 2577$	$s_f = 0.5926 \text{ kJ/(kg K)}$ $s_g = 8.2287 \text{ kJ/(kg K)}$
4	41.51	0.08	173.88	$v = 0.0010084 \text{ m}^3/\text{kg}$
5				
6	165	7	697.22	$v = 0.001080 \text{ m}^3/\text{kg}$
7		70		

註：下標 f 為飽和液體，g 為飽和蒸汽



試求：

- (一)從高壓蒸汽渦輪機後抽出的質量至開放式飼水加熱器的比率(y)。(6 分)
- (二)電廠的輸出功率。(7 分)
- (三)電廠的熱效率。(7 分)
- (四)若冷凝器採用海水冷卻，且海水溫度上升不得大於 5°C ，則海水的最低流量為何？
設海水進口溫度為 30°C 且比熱為 4.20 kJ/(kg K) 。(7 分)
- (五)冷卻水單位時間帶走的 exergy 淨值。(8 分)

(請接背面)

類 科：核子工程
科 目：工程熱力學

二、試解釋下列名詞：

(一)克勞希爾斯不等式 (Clausius Inequality)。(8 分)

(二) Exergy。(7 分)

三、有關液態水，試回答下列問題：

(一)其等壓比熱與等容比熱的關係。(4 分)

(二)若水溫由常溫 (25°C) 升高到 50°C ，試估算其熵值的變化？已知常溫水的比熱為 $4.18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ 。(6 分)

(三)在常壓 (一大氣壓) 的狀態下，已知水的蒸發熱 (latent heat of evaporation) 為 2257 kJ/kg ，試計算一公斤水蒸發為水蒸氣的熵值變化。(7 分)

(四)若一泵浦的效率為 90%，今欲將每小時 3600 kg 水流的壓力由 1 bar 加壓至 10 bar，試估算其泵功 (pumping work)。(8 分)

四、兩個保溫極佳的鋼瓶間有一閥相連。其中一鋼瓶裝有 1 kmol 的氧氣，溫度為 30°C ，壓力為 1 bar；另一鋼瓶則裝有 3.76 kmol 的氮氣，溫度為 60°C ，壓力為 6 bar。今將閥打開，讓兩氣體混合，直到平衡。試決定平衡後混合氣體的(一)溫度 (7 分)；(二)壓力 (8 分)；(三)本過程熵的變化 (10 分)。已知氧氣的分子量為 32.00，等容比熱為 $20.99 \text{ kJ}/(\text{kmol K})$ ，氮氣的分子量為 28.01，等容比熱為 $20.82 \text{ kJ}/(\text{kmol K})$ ，理想氣體常數為 $8.314 \text{ kJ}/(\text{kmol K})$ 。