

類 科：核子工程
科 目：工程熱力學
考試時間：2小時

座號：_____

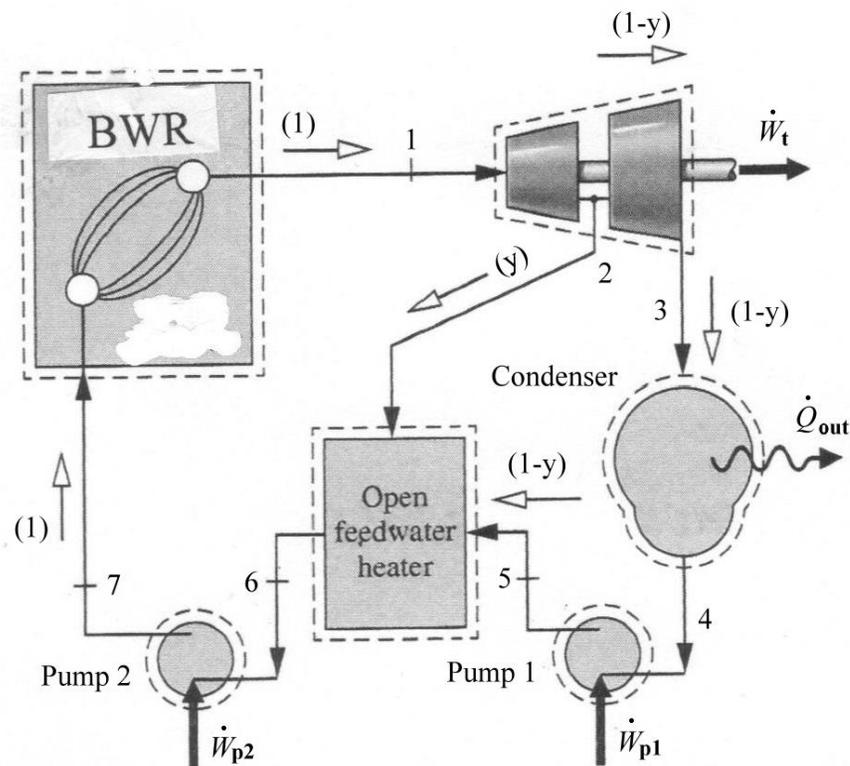
※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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	$s = 5.9044 \text{ kJ}/(\text{kg K})$
3		0.08	$h_f = 173.88$ $h_g = 2577$	$s_f = 0.5926 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ $s_g = 8.2287 \text{ kJ}/(\text{kg K})$
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 最小流量 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 kJ/(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 kJ/(kmol K)，氮氣的分子量為28.01，等容比熱為20.82 kJ/(kmol K)，理想氣體常數為8.314 kJ/(kmol K)。