

113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、記帳士考試試題

等 別：高等考試

類 科：冷凍空調工程技師

科 目：冷凍工程與設計

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)在食品凍結過程中，請由食品中溶質濃度的改變，說明凍結點(freezing point)隨凍結時間不斷下降的原因。(5 分)
- (二)凍結過程中，共晶點(eutectic point)與最大冰晶生成帶(zone of maximum ice crystal formation)分別為何？最大冰晶生成帶的生成速度對冰晶的生成有何影響？(10 分)
- (三)某食品的凍結點為 -1°C ，當食品被凍結至 -10°C 時，其凍結率(freezing ratio)為多少百分比？(5 分)
- 二、採用空氣源熱泵控制建築物室內的送風溫度。在夏天時室內送風溫度保持在 15°C ，且冬天時送風溫度保持在 20°C 。若冷媒於熱泵中進行蒸發與冷凝時，盤管內冷媒與接觸空氣間的熱傳溫差 10°C 。若建築物室內與室外的熱損失，與室內送風溫度及室外的溫差成正比，且每單位溫度差的熱損失為 2500 kJ/h 。試求：
- (一)若冬天室外溫度為 0°C ，此熱泵所需之最小輸入功率為多少(kW)？(15 分)
- (二)夏天時，若以前項所計算之功率驅動此熱泵。以最理想效率運轉時，則熱泵的冷凝溫度為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？(15 分)

三、為了增進冷凍循環的過冷度與運轉性能，於 R134a 冷媒的單段蒸氣壓縮冷凍機，增設一個過冷器與輔助壓縮機迴路，如圖所示。冷凝器的冷凝壓力為 1200 kPa，蒸發器的蒸發溫度為 -10°C 。假設兩個壓縮機蒸氣吸入口處，冷媒均為乾飽和狀態。冷凝器出口處，冷媒為飽和液體狀態，且兩個膨脹過程均為等熵過程。

主壓縮機入口焓值 $h_1 = 392.66 \text{ kJ/kg}$ 。

主壓縮機出口焓值 $h_2 = 430.06 \text{ kJ/kg}$ 。

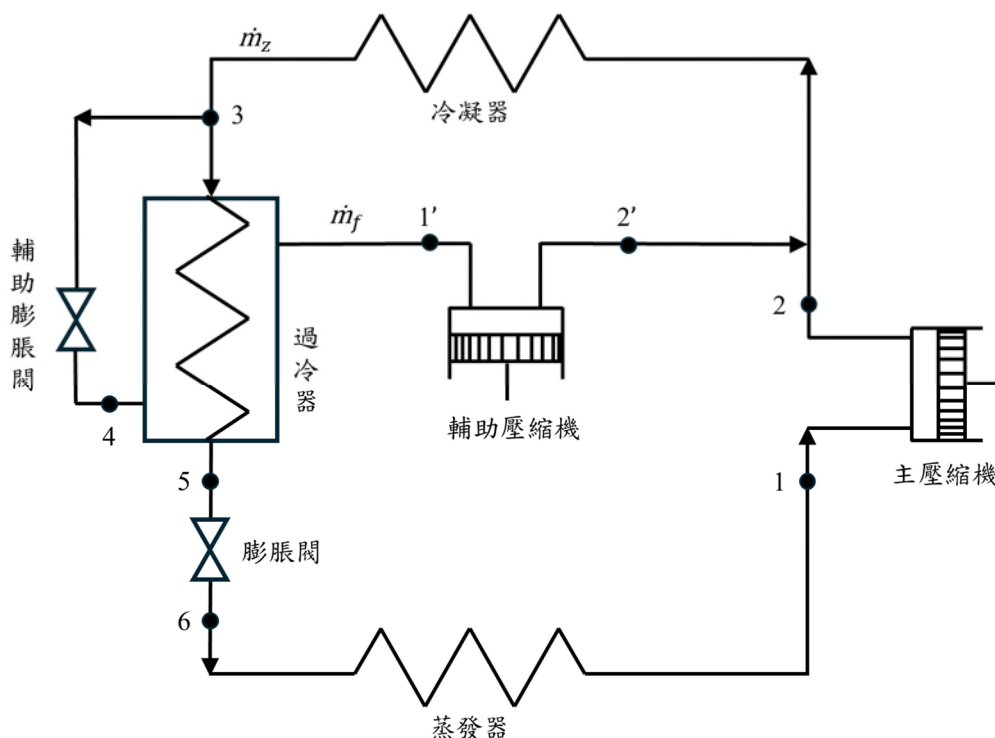
輔助壓縮機入口焓值 $h_{1'} = 404.32 \text{ kJ/kg}$ 。

輔助壓縮機出口焓值 $h_{2'} = 426.35 \text{ kJ/kg}$ 。

冷凝器出口焓值 $h_3 = 265.91 \text{ kJ/kg}$ 。

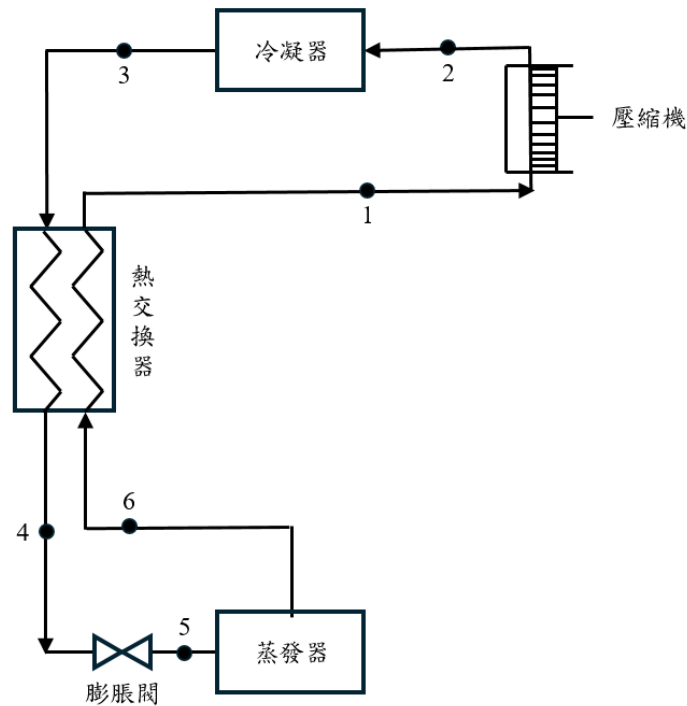
膨脹閥入口焓值 $h_5 = 241.72 \text{ kJ/kg}$ 。

- (一)請於壓力-焓圖上標示出各元件入口與出口處的狀態點相對位置。(5 分)
- (二)若忽略熱損失，由過冷器的能量守恆，求流經輔助迴路的冷媒質量流率 ($\dot{m}_f$) 占流經冷凝器冷媒質量流率 ($\dot{m}_z$) 的百分比。(10 分)
- (三)若冷凍機的冷凍能力為 107.13 kW，分別求流經蒸發器與冷凝器的冷媒質量流率 kg/s。(10 分)
- (四)求冷凍系統的性能係數 (coefficient of performance, COP)。(5 分)



四、於 R-22 冷媒的蒸汽壓縮冷凍系統中，裝置一個熱交換器，使得蒸發器出口處之飽和蒸汽與冷凝器出口處之飽和液體進行熱交換。各元件入口與出口的狀態點，如圖所示。假設壓縮過程為等熵過程，且蒸發器、冷凝器與熱交換器內的壓力損失均可忽略不計。若進入熱交換器的飽和蒸汽溫度為 -20°C ，出口處蒸汽溫度為 -10°C ；進入熱交換器之飽和液體溫度為 40°C 。由飽和液-汽表與過熱蒸汽表，試求：

- (一) 壓縮機出口的冷媒焓值 $h_2(\text{kJ/kg})$ 、熱交換器出口且進入膨脹閥前的冷媒焓值 $h_4(\text{kJ/kg})$ 與冷凍系統之性能係數。(10 分)
- (二) 若在壓縮機吸入端量測得冷媒蒸汽體積流率為 800 L/min ，試求裝置此熱交換器情況下，冷凍系統之冷凍負載 (kW) 。(10 分)



R-22的飽和液-汽表(溫度表)【SI制】(參考點,0°C, $h_f=200.000$ kJ/kg)							
$t, ^\circ\text{C}$	P, kPa	焓		熵		比容	
		kJ/kg		kJ/kg·K		L/kg	
		h_f	h_g	s_f	s_g	v_f	v_g
-5	421.35	194.176	403.496	0.97870	1.75928	0.76831	55.3394
-4	435.84	195.335	403.876	0.98297	1.75775	0.77028	53.5682
-3	450.70	196.497	404.252	0.98724	1.75624	0.77226	51.8653
•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•
39	1496.5	248.361	416.388	1.16246	1.70073	0.88048	15.5375
40	1533.5	249.686	416.561	1.16659	1.69946	0.88392	15.1351
41	1571.2	251.016	416.726	1.17073	1.69819	0.88741	14.7439

R-22的過熱蒸汽表[SI制](參考點,0°C, $h_f=200.000$ kJ/kg)

$t, ^\circ\text{C}$	$v, \text{L/kg}$	$h, \text{kJ/kg}$	$s, \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	$t, ^\circ\text{C}$	$v, \text{L/kg}$	$h, \text{kJ/kg}$	$s, \text{kJ/kg} \cdot \text{K}$
-20°C(244.83 kPa)				40°C(1533.5 kPa)			
-20	92.8432	397.467	1.7841	40	15.1350	416.561	1.6995
-15	95.1474	400.737	1.7969	45	15.6982	421.274	1.7144
-10	97.4256	404.017	1.8095	50	16.2355	425.871	1.7287
-5	99.6808	407.307	1.8219	55	16.7514	430.374	1.7426
0	101.915	410.610	1.8341	60	17.2491	434.803	1.7560
5	104.130	413.926	1.8461	65	17.7313	439.171	1.7690
10	106.328	417.258	1.8580	70	18.2001	443.491	1.7817
15	108.510	420.606	1.8697	75	18.6571	447.771	1.7940
20	110.678	423.970	1.8813	80	19.1038	452.019	1.8061
25	112.832	426.353	1.8928	85	19.5412	456.241	1.8180