

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：_____

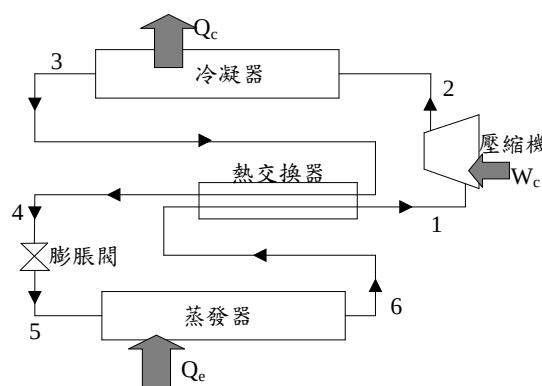
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、有一以 R-22 為冷媒之冷凍循環系統，如下圖所示。其中連接冷凝器及蒸發器之熱交換器之熱效率（thermal efficiency）為 61%，蒸發器及冷凝器之溫度分別為 4°C 及 40°C，其對應之熱力性質如下表所示。冷媒剛離開蒸發器（位置 6）及冷凝器（位置 3）時分別為飽和蒸汽及飽和液體。若壓縮機為等熵過程且忽略各個元件之壓損，配合附圖一：過熱蒸汽 R-22 之莫里爾圖（Mollier chart），試求：

- (一)繪出本循環之壓力-焓（p-h）圖。（5 分）
- (二)單位質量冷媒之冷凍能力（specific refrigeration effect）(kJ/kg)？（5 分）
- (三)壓縮機單位質量冷媒所需之功（specific work）(kJ/kg)。（5 分）
- (四)本冷凍循環之性能係數（coefficient of performance, COP）？（5 分）
- (五)冷媒離開壓縮機之出口溫度(°C)？（5 分）

T(°C)	P _{sat} (bar)	v _f ×10 ³ (m ³ /kg)	v _g (m ³ /kg)	h _f (kJ/kg)	h _g (kJ/kg)	S _f (kJ/Kg · K)	S _g (kJ/Kg · K)
4	5.657	0.787	0.0416	204.69	406.77	1.0169	1.7460
40	15.335	0.884	0.0151	249.08	415.95	1.1666	1.6995



二、有一個鰭管式氣冷式冷凝器，已知其熱傳率為 70 kW；管內流體為冷媒，鰭管外為空氣，體積流率為 6.6 m³/s，空氣側之總熱傳面積為 210 m²，且空氣側之總括熱傳係數（overall heat transfer coefficient）U_o為 37 W/m² K。若冷媒之冷凝溫度限制在 55°C 以內，則此氣冷式冷凝器只能適用於大氣溫度最高為攝氏幾°C之地區？（25 分）

註：空氣之密度 1.15 kg/m³，定壓比熱 1.00 kJ/kg · K

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

三、有一以 R717 (NH_3 , Ammonia) 為冷媒之雙蒸發器單壓縮機之冷凍循環系統，如下圖所示。其中高溫蒸發器之溫度為 -6.7°C ，冷凍能力為 5 冷凍噸（1 噸冷凍能力 = 3.52 kW）；低溫蒸發器之溫度為 -34.4°C ，冷凍能力為 10 冷凍噸；冷凝器之壓力為 10.8 bar，且冷媒在蒸發器及冷凝器之出口均為飽和狀態，試求：

(一)冷媒分別在高溫（位置 4）及低溫（位置 5）蒸發器之質量流率(kg/s)？（10 分）

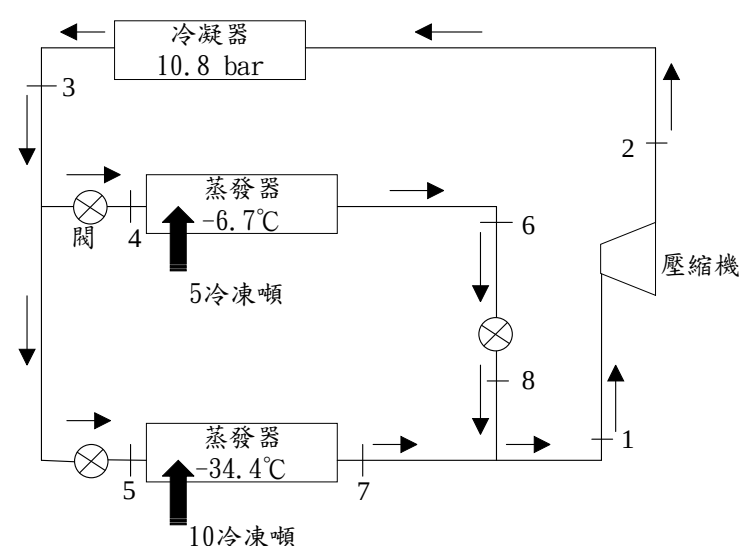
(二)假設冷媒在壓縮過程為理想氣體（ideal gas），計算壓縮機所需之功(kW)？（15 分）

註： NH_3 蒸汽之定壓比熱 $C_p = 2.172 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，定容比熱 $C_v = 1.684 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，

$$C_p/C_v = 1.29$$

$$\text{NH}_3 \text{ 氣體常數 } R = 0.4882 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

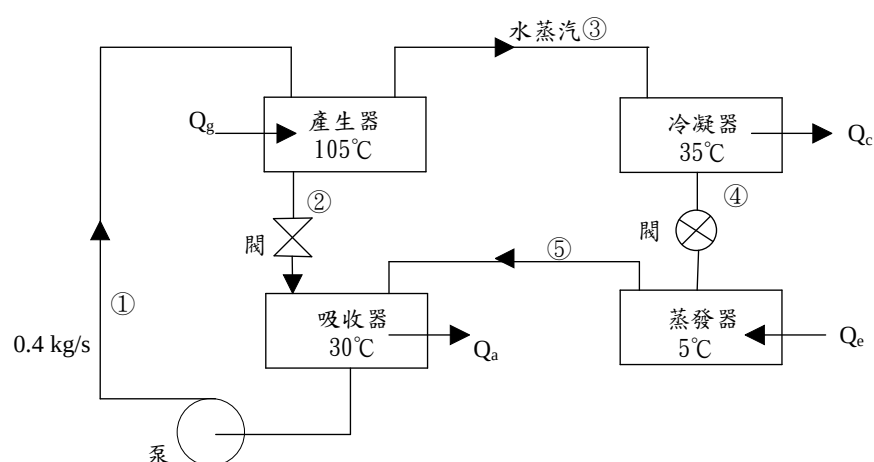
T($^\circ\text{C}$)	P _{sat} (bar)	h _f (kJ/kg)	h _g (kJ/kg)
-34.4	0.960	44.0	1417
-6.7	3.318	169.1	1455
27.7	10.800	330.4	1485



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

四、有一以溴化鋰-水（LiBr-water）溶液為介質之吸收式冷凍機，如下圖所示。其中產生器之溫度為 105°C ，冷凝器 35°C ，蒸發器 5°C ，吸收器 30°C ，泵輸送溶液之質量流率為 $W_1 = 0.4 \text{ kg/s}$ ，利用附圖二（溶液溫度-壓力-濃度圖）及附圖三（溶液焓-濃度圖），試求：

- (一) 流體進入吸收器之質量流率 $W_2(\text{kg/s})$ 及冷凝器之質量流率 $W_3(\text{kg/s})$ ？（8 分）
- (二) 各個元件之熱傳率， Q_g （產生器）， Q_a （吸收器）， Q_c （冷凝器）， Q_e （蒸發器）（kW）？（12 分）
- (三) 本吸收式冷凍機之性能係數（coefficient of performance, COP）？（5 分）

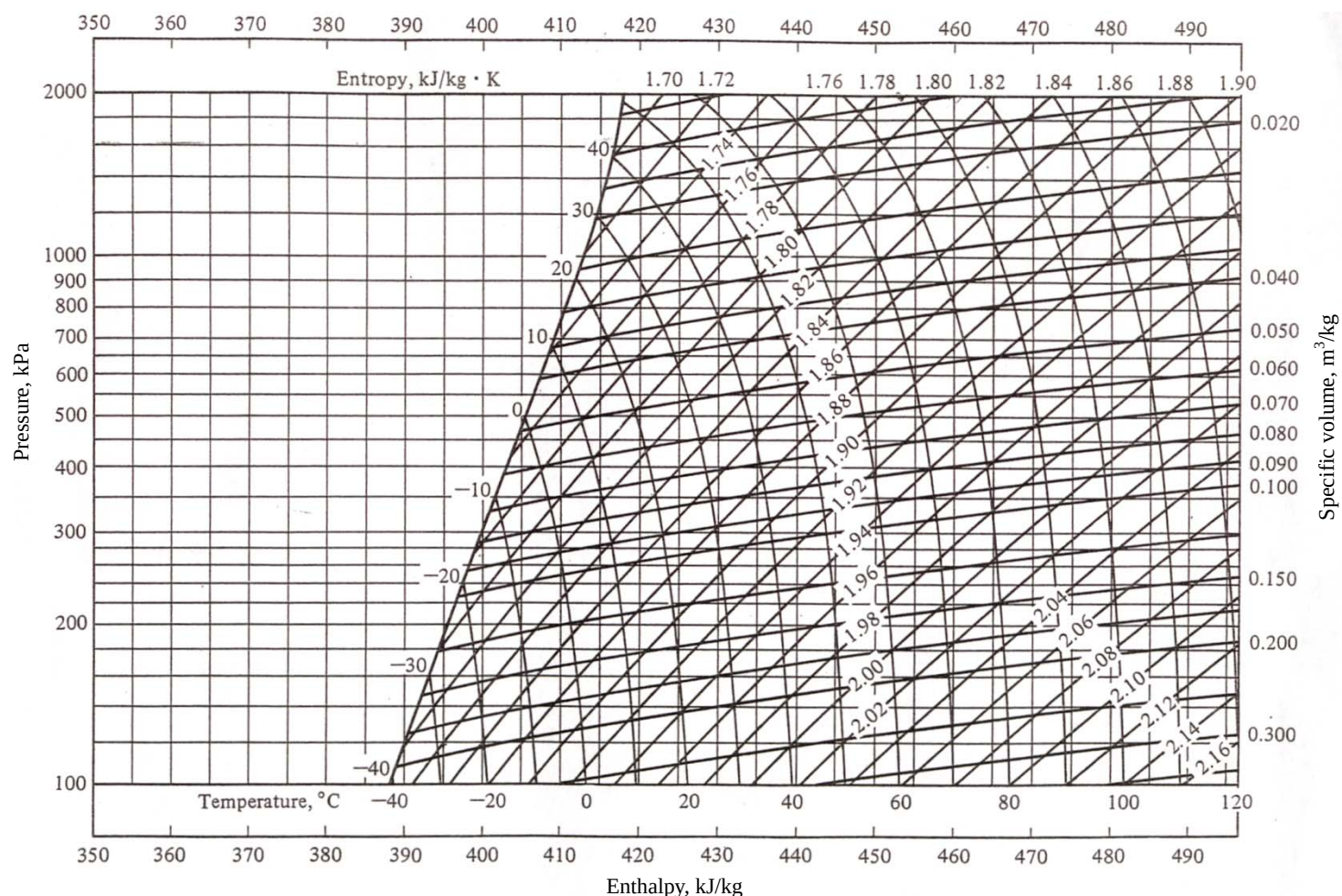


飽和水及水蒸汽之熱力性質

$T(^{\circ}\text{C})$	$P_{\text{sat}}(\text{kPa})$	$h_f(\text{kJ/kg})$	$h_g(\text{kJ/kg})$
5	0.87	21	2511
35	5.62	146.7	2565

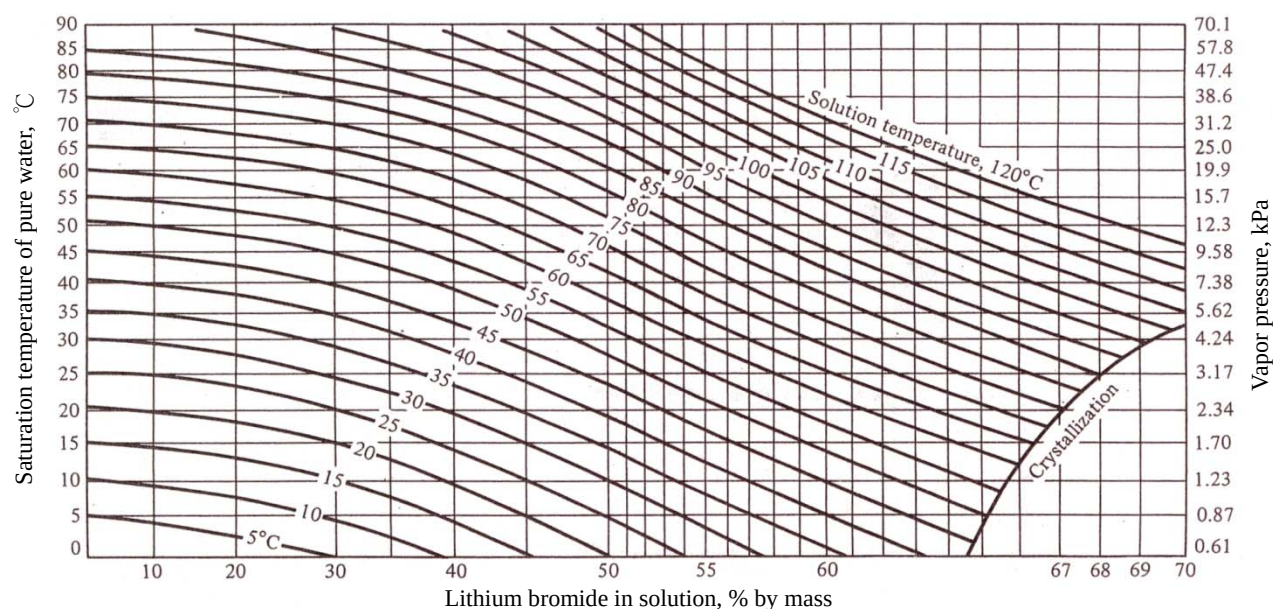
等 別：高等考試
類 科：冷凍空調工程技師
科 目：冷凍工程與設計

附圖一



Pressure-enthalpy diagram of superheated refrigerant 22 vapor.

附圖二



Temperature-pressure-concentration diagram of saturated LiBr-water solutions.

請接第五頁

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

附圖三

