

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24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)、公共衛生師
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

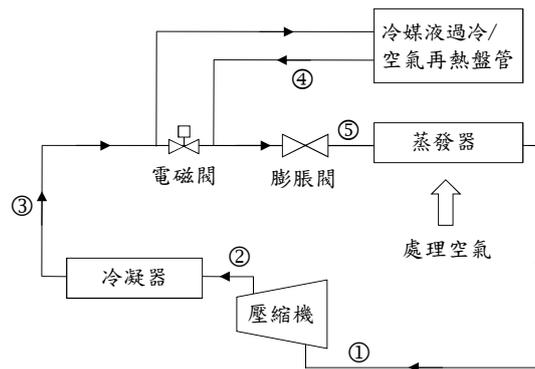
座號：_____

※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、請說明冷媒安全等級 A2L 的安全性內容，以及 HFO 冷媒 R-1234yf、R-1234ze 與 HFC R-134a/HFO R-1234yf 混合之冷媒 R-513A 在冷媒安全性分類的等級。R-718 具有蘊含量豐富、環保、蒸發潛熱大與便宜等優點，請試述以 R-718 冷媒作為蒸氣壓縮冷凍循環工作流體的困難之處。請說明以 R-744 為冷媒的蒸氣壓縮冷凍循環的優缺點，並以中高溫度熱泵系統說明 R-744 冷媒蒸氣壓縮冷凍循環的應用。(25 分)
- 二、為了提升濕熱氣候下空調機的除濕能力，有一氣冷式空調機的設計具有一冷媒液過冷/空氣再熱盤管 (liquid sub-cooling/air re-heating coil)，其冷凍循環系統如圖一所示。系統以 R-410A 作為冷媒，當電磁閥為關閉狀態時，冷凝器出口冷媒將先流經冷媒液過冷/空氣再熱盤管，再通過膨脹閥進入蒸發器。若設計條件：冷凝溫度為 45°C ，蒸發溫度為 5°C ，蒸發器出口的過熱度為 5°C ，冷媒液過冷/空氣再熱盤管出口溫度為 25°C 。已知壓縮機冷媒排氣量為 $7.2\text{ m}^3/\text{hr}$ ，壓縮機的容積效率為 80%，壓縮機的等熵效率為 80%，忽略系統的壓損及熱損失，參考附圖一 (R-410A 冷媒之 P-h 圖)，請繪出此冷凍循環的 P-h 圖 (莫里爾線圖)，以及求得壓縮機的排氣溫度、蒸發器的冷凍能力 (kW)、壓縮機功率 (kW) 及 COP 值。另外，若電磁閥為開啟狀態時，冷媒不再流經冷媒液過冷/空氣再熱盤管，空調機的 COP 值是否會降低，請說明原因。(25 分)



圖一

附圖一 (R-410A 冷媒之 P-h 圖)

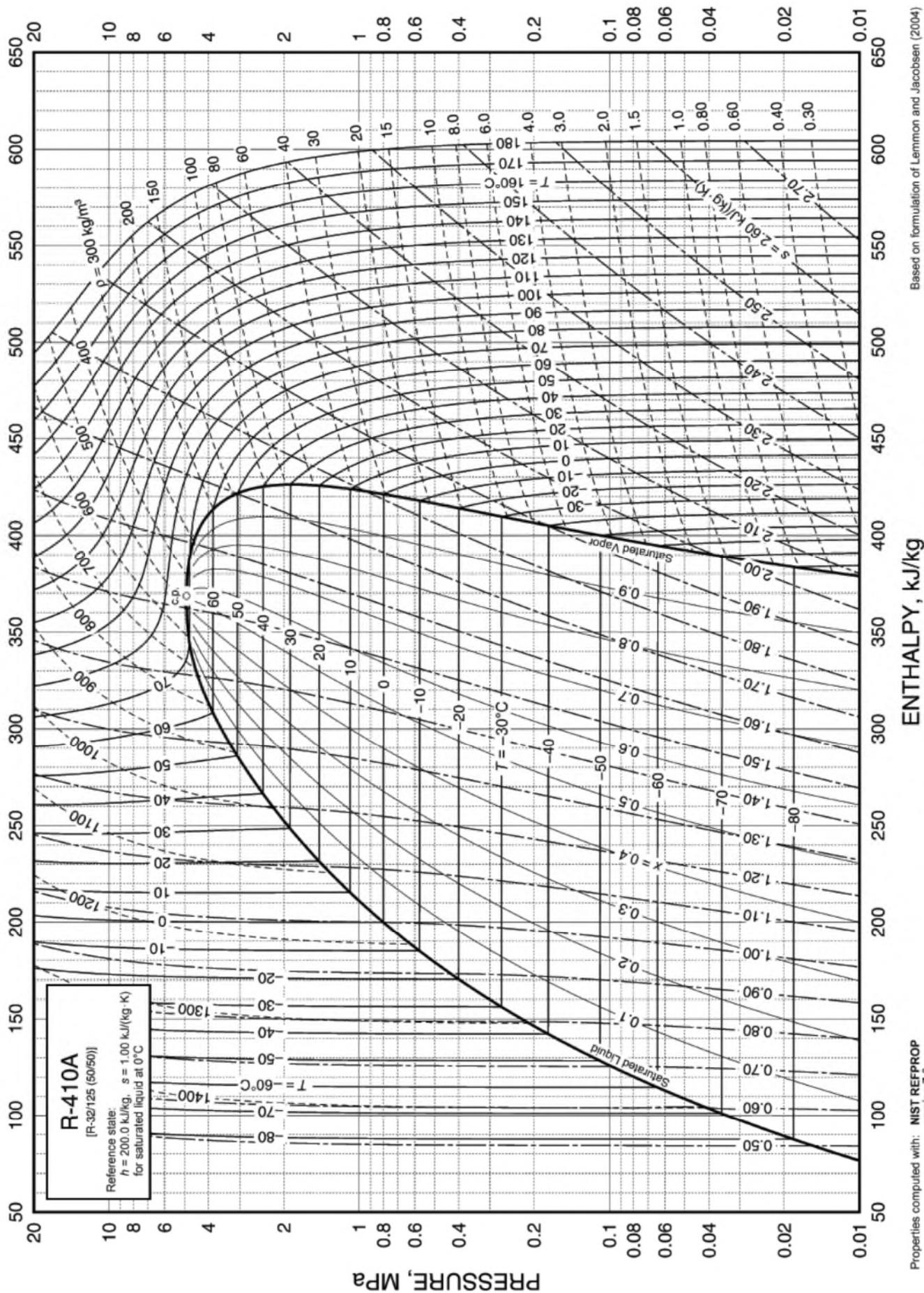
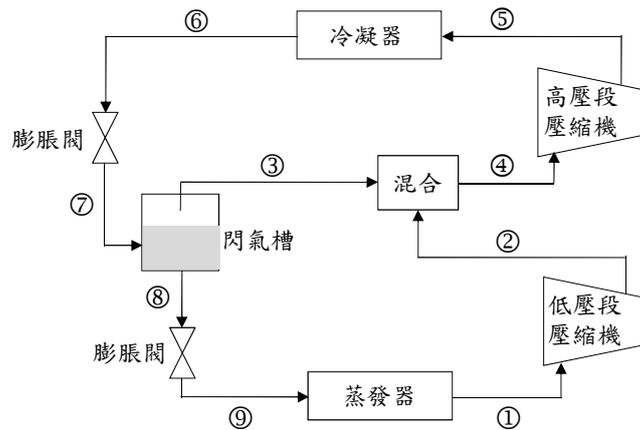


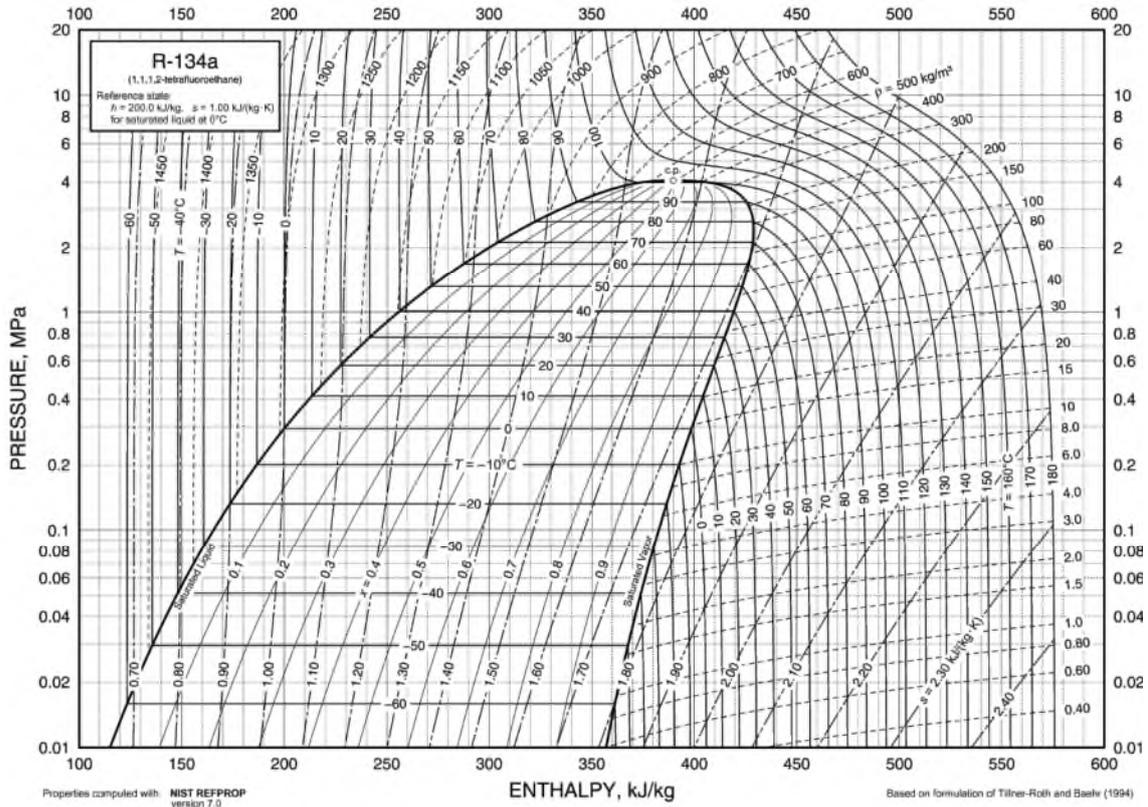
Fig. 14 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 410A

三、某一配有閃氣槽的二段蒸氣壓縮冷凍系統，如圖二所示，以 R-134a 冷媒作為工作流體，設計條件：蒸發溫度為 -20°C ，蒸發器出口的過熱度為 10°C ，冷凝溫度為 40°C ，冷媒離開冷凝器時為飽和液體，閃氣槽的飽和溫度為 6.5°C 。若蒸發器的冷凍能力為 35 kW ，低壓段與高壓段壓縮機的等熵效率皆為 85% ，忽略系統的壓損及熱損失，參考附圖二(R-134a 冷媒之 P-h 圖)。請繪出此冷凍循環之 P-h 圖(莫里爾線圖)，以及計算低壓段與高壓段壓縮機的功率(kW)與系統的 COP 值，並請說明相較於單段蒸氣壓縮冷凍系統設計，此二段蒸氣壓縮冷凍系統 COP 較佳的原因。(25 分)



圖二

附圖二 (R-134a 冷媒之 P-h 圖)



四、真空冷卻已廣泛地應用於食品的快速預冷，請繪出真空冷卻的基本系統圖，並說明真空冷卻的原理與過程，以及真空冷卻用於農產品預冷的適用性。採用真空冷卻方式將某農產品從 30°C 降溫至 0°C ，過程中平均蒸發潛熱為 2465 kJ/kg ，產品水份每蒸發損失 1% 的重量，約可降溫 6°C 。若有 500 kg 的產品欲進行預冷，預冷時間為 30 分鐘，試計算產品的冷卻負荷（熱移除率）(kW)？(25 分)