

等 別：三等考試
類 科：機械工程
科 目：熱力學
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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、焦耳-湯姆森係數 (Joule-Thomson coefficient, μ) 為等焓節流過程中，當壓力下降所導致溫度變化之量化指標，其定義為 $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h$ 。試回答下列問題：

(一)說明 $\mu > 0$ 、 $\mu < 0$ 分別代表之物理意義；冷凍空調系統選用之冷媒 μ 值應為前述何者？(10分)

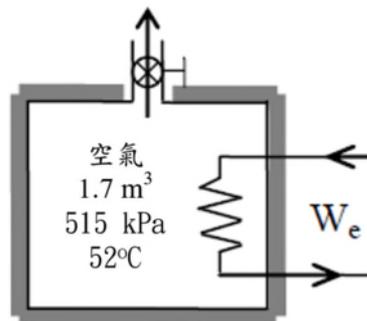
(二)試由焦耳-湯姆森係數證明理想氣體無法藉由節流過程達到冷卻之目的。(10分)

註：焓之熱力關係式為 $dh = c_p dT + \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dP$

二、有一體積為 1.7 m^3 之絕熱剛性容器，裝有 515 kPa 、 52°C 之空氣，容器接有一閥用以控制空氣之進出。現將閥打開使空氣溢出直至內部壓力降至 206 kPa 。過程中以置於容器內的電加熱器將空氣溫度維持固定。假設空氣為理想氣體，其氣體常數為 $0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，試計算：

(一)由剛性容器內溢出之氣體質量 (kg)。(7分)

(二)電加熱器之加熱量 (kJ)。(8分)



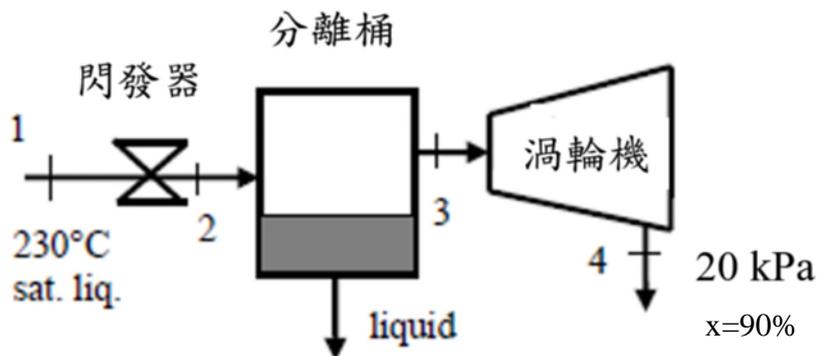
空氣性質表

T (K)	h (kJ/kg)	u (kJ/kg)
315	315.27	224.85
325	325.31	232.02
330	330.34	235.61
340	340.42	242.82

三、某單閃式地熱發電廠，地熱水進入閃發器（由節流閥構成）之條件為 230°C 的飽和液體，流量 50 kg/s 。經過閃發過程降壓至 1002.8 kPa 後，再利用分離桶使兩相混合之流體分離，並將水蒸汽用以推動渦輪機，已知離開渦輪機時之流體狀態為壓力 20 kPa 、乾度 $x=90\%$ ，試計算：

(一)點3之水蒸汽質量流率 (kg/s)。(10分)

(二)渦輪機之輸出功 (kW)。(10分)



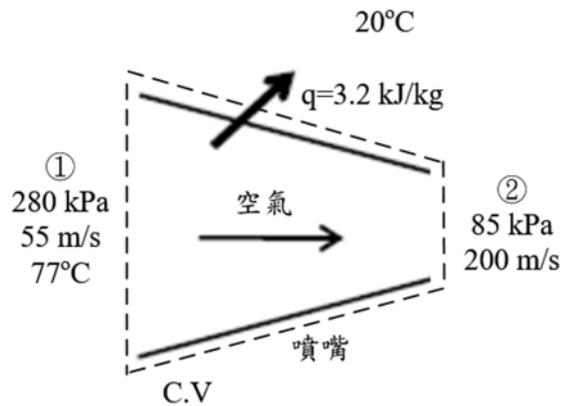
飽和水與飽和水蒸汽性質表

$T_{\text{sat}} (^{\circ}\text{C})$	$P_{\text{sat}} (\text{kPa})$	$h_f (\text{kJ/kg})$	$h_g (\text{kJ/kg})$
60	19.947	251.18	2608.8
65	25.043	272.12	2617.5
180	1002.8	763.05	2777.2
230	2797.1	990.14	2802.9

四、空氣在280 kPa 與77°C，以55 m/s 的速度穩定流入一噴嘴，並以85 kPa、200 m/s 流出噴嘴。從噴嘴傳至20°C 外界的熱損失為 3.2 kJ/kg。空氣之氣體常數為0.287 kJ/kg · K，試計算：

(一)流出噴嘴之空氣溫度 (K)。(10分)

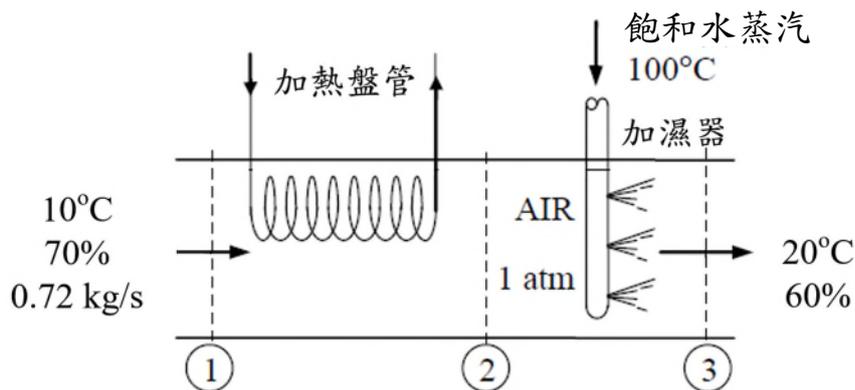
(二)此過程之總熵變化量 (kJ/kg · K)。(15分)



空氣性質表

T (K)	h (kJ/kg)	s° (kJ/kg · K)
325	325.31	1.78249
330	330.34	1.79783
340	340.42	1.82790
350	350.49	1.85708

- 五、有一空調系統由一加熱盤管與一個供給 100°C 之飽和水蒸汽的加濕器構成。空氣以 10°C 、相對濕度70%且質量流率 0.72 kg/s 進入加熱盤管；以 20°C 、相對濕度60%離開加濕器。已知此空調系統工作於1大氣壓(101.325 kPa)之環境。乾空氣之定壓比熱 $c_{pa}=1.005\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ，試計算：
- (一)加熱盤管之熱傳率 (kW)。(10分)
- (二)加濕器之加濕率 (kg/s)。(10分)



飽和水與飽和水蒸汽性質表

$T_{\text{sat}} (^{\circ}\text{C})$	$P_{\text{sat}} (\text{kPa})$	$h_f (\text{kJ/kg})$	$h_g (\text{kJ/kg})$
10	1.2281	42.022	2519.2
20	2.3392	83.915	2537.4
100	101.325	419.06	2675.6