

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。

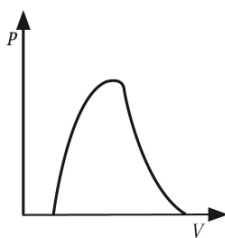
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、一純物質（例如水）之飽和水氣的 P - V （壓力-體積）示意圖如下所示，請分別依據下圖畫出下列三個過程中的路徑圖。

(一)在常溫下，該物質由壓縮液體（compressed liquid）轉變為過熱蒸氣（superheated vapor）之過程。（5 分）

(二)在一鋼瓶中，將其中的飽和蒸氣（saturated vapor）加熱之過程。（5 分）

(三)由過熱蒸氣以等溫壓縮成飽和液體（saturated liquid）之過程。（5 分）



二、一氣體之狀態方程式為 $P(v-a) = RT$ ，其中 P 為壓力， v 為比體積， T 為溫度， R 為氣體常數， a 為常數。

(一)當等容比熱（ C_v ）為常數時，證明等壓比熱（ C_p ）亦為常數。（10 分）

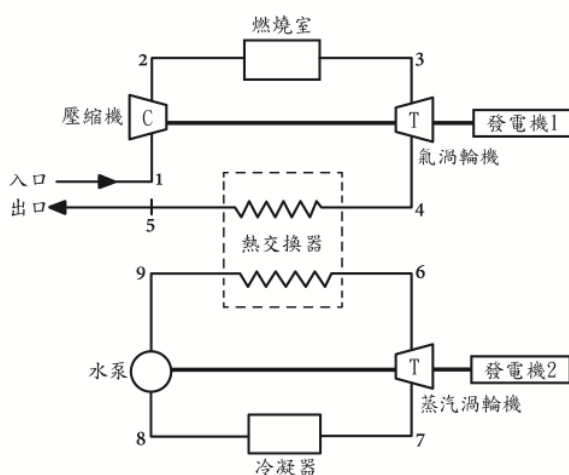
(二)當過程為可逆絕熱（reversible adiabatic）狀況時，證明此氣體亦遵循 $P(v-a)^k = \text{Constant}$ （常數），其中 k 為比熱比（ratio of specific heat = C_p/C_v ）。（10 分）

三、在一體積為 0.1 m^3 汽缸中，置有氫氣（分子量 = 2.016 kg/kmol ），假設其為理想氣體且其比熱比 k （ratio of specific heat = C_p/C_v ）為 1.41 。該氫氣的起始狀態為 1 大氣壓（= 101.35 kPa ）、 30°C 。經一活塞以等熵過程壓縮後，壓力為 20 大氣壓。通用氣體常數（Universal gas constant; R_u ）為 $8.314 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{K}$ ，求：

(一)氫氣的質量。（5 分）

(二)氫氣所做的功。（10 分）

- 四、下圖係一結合布雷登循環 (Brayton cycle) 的氣渦輪機 (Gas Turbine Engine) 和蒸汽渦輪機的發電廠循環。在氣體循環的工作流體假設為理想空氣 (其相關性質可見表一、表二、表三；或者可使用定壓比熱 $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg}$ 、氣體常數 $R = 0.287 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$)，空氣在壓縮機入口的壓力為 100 kPa ，溫度為 25°C ，壓縮機的壓縮比為 14，其等熵效率為 87%；燃燒器提供 60 MW 的熱量；氣渦輪機的入口溫度為 $1,250^\circ\text{C}$ ，出口壓力為 100 kPa ，其等熵效率為 87%；而此氣體循環在熱交換器的出口溫度為 200°C 。在蒸汽循環的工作流體為水，在水泵入口為 10 kPa 的飽和水 (saturated liquid)，出口壓力為 12.5 MPa ，其等熵效率為 85%；蒸汽渦輪機入口溫度為 500°C 且等熵效率為 87%。根據下列表所給予之數據，求：
- 在氣體循環工作流體的質量流率。(15 分)
 - 在蒸汽循環工作流體的質量流率。(15 分)
 - 此電廠循環的熱效率。(10 分)



表一：理想空氣之性質 [h (焓；enthalpy), P_r (reduced pressure)]

溫度(K)	298	473	600	620	640	760	780	800	1523
$h(\text{kJ/kg})$	298.62	475.84	607.32	628.38	649.53	778.46	800.28	822.20	1663.91
P_r	1.09	5.56	13.09	14.77	16.603	31.57	34.853	38.39	515.49

表二

Saturated water	$v_f(\text{m}^3/\text{kg})$	$v_g(\text{m}^3/\text{kg})$	$h_f(\text{kJ/kg})$	$h_g(\text{kJ/kg})$	$s_f(\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$	$s_g(\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$
$P=10 \text{ kPa}$	0.001010	14.674	191.81	2584.6	0.6492	8.1501

表三

Superheated vapor at $T = 500^\circ\text{C}$	$v(\text{m}^3/\text{kg})$	$h(\text{kJ/kg})$	$s(\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$
$P = 12.5 \text{ MPa}$	0.0256	3341.7	6.4617

五、如下圖所示，一熱機從溫度 1000 K 的熱儲 (energy reservoir) 中獲得 325 kJ 的熱量，其散熱 125 kJ 至溫度 400 K 的熱沉 (energy sink)，因此經一循環後，該機可輸出 200 kJ 的功。請判定該循環是可逆、不可逆或不可能？並說明原因。(10 分)

