

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：化學工程技師
科 目：化工熱力學
考試時間：2 小時

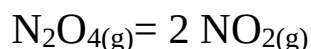
座號：_____

※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、四氧化二氮（ N_2O_4 ）氣體可反應分解成二氧化氮



與反應相關的物質在標準狀態下之莫耳生成自由能（ ΔG_f^0 ）、莫耳生成熱（ ΔH_f^0 ）與定壓下之比熱（ C_p ），如下表所示：

Substance	ΔG_f^0 (kJ/mol)	ΔH_f^0 (kJ/mol)	C_p (J/mol·K)
$\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$	97.9	9.2	33
$\text{NO}_{2(g)}$	51.3	33.2	23

利用上表所提供的熱力學性質，回答下列問題：

(一)計算在 25°C 下，此化學反應之平衡常數為何？（5 分）

(二)計算在 25°C ，1 大氣壓下，含有四氧化二氮與二氧化氮混和氣體之平衡組成。（5 分）

(三)計算在 100°C 下，此化學反應之平衡常數為何？（10 分）

(四)計算在 100°C ，10 大氣壓下，含有四氧化二氮與二氧化氮混和氣體之平衡組成。（10 分）

二、一個體積為 1 立方公尺的鋼瓶內部裝有空氣，溫度在 300 K 時，壓力為 1 大氣壓。請計算以不同程序，使用真空幫浦將鋼瓶內的空氣排出所需耗費之最小功。

(一)在抽真空過程，鋼瓶溫度保持在 300 K，且排出的氣體之溫度為 300 K，壓力為 1 大氣壓。（10 分）

(二)在絕熱條件下進行抽氣，且排出的氣體之溫度與壓力與鋼瓶內之溫壓相同。（10 分）

三、(一)在 15°C 時，氧氣在水中的溶解度約為 20 mg/L。若溶於湖水中的氧氣與空氣中的氧氣達到平衡，請估算在 1 大氣壓 15°C 時，湖水中溶氧的逸壓 (fugacity)。(5 分)

(二)根據能量守恆定律，宇宙的總能量從古至今皆未曾改變，僅不同形式的能量互相轉換，如燈泡將電能轉為光能與熱能。既然用電並沒有真正消耗能源，請問人類為什麼必須節約用電以面臨能源問題？請用熱力學定律說明之。(10 分)

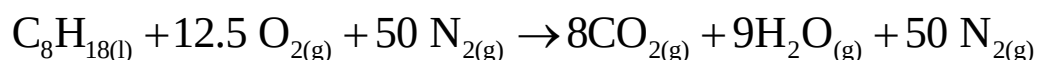
四、以 1 莫耳的正辛烷、12.5 莫耳的氧氣與 50 莫耳的氮氣被裝填入一具引擎內，此時引擎內的溫度為 25°C，壓力為一大氣壓。相關化學物質的熱力學莫耳生成熱 (ΔH_f^0) 與定容下比熱 (C_V)，如下表所示：

Substance	ΔH_f^0 (kJ/mol)	C_V (J/mol·K)
C_8H_{18}	-208	
CO_2	-394	43
H_2O	-242	31
N_2	0	24
O_2	0	25

考慮所有的氣體為理想氣體或理想氣體混合物，請回答下列問題：

(一)若引擎內的正辛烷被點燃(爆炸)並完全反應，且此過程中引擎內部的體積保持不變。考慮引擎內的物質為一系統，計算反應前後系統的內能變化。(由於反應發生迅速，系統散失至引擎的熱可忽略不計)(7 分)

(二)利用附表所提供之生成熱，計算此反應(如下式)在標準狀態下的反應內能變化。(7 分)



(三)假設所有氣體比熱(如上表所示)皆不隨溫度改變，同時將產物(即 CO_2 , H_2O 和 N_2 的混合氣體)在一大氣壓 25°C 時的內能視為 0 kJ，計算此產物氣體在任一壓力 P 及溫度 T 下的內能。(7 分)

(四)計算(一)小題中，引擎內燃料爆炸後氣體的溫度與壓力。(7 分)

(五)爆炸後引擎內的高壓氣體因推動活塞而膨脹，且由於過程發生迅速，可視為絕熱膨脹。若氣體末壓為一大氣壓，計算氣體末溫以及在此過程引擎可對外作功的最大值。(7 分)