

北北基高級中等學校  
114 學年度分科測驗聯合模擬考試

# 化學考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—作答注意事項—

考試範圍：化學(全)、選修化學 I ~ III、探究與實作

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正帶（液）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響成績。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有  $n$  個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有  $n$  個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯  $k$  個選項者，得該題  $\frac{n-2k}{n}$  的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、元素週期表（1 ~ 36 號元素）

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 64.0	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數  $R=0.0820 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}=8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

祝考試順利



99362506-34

版權所有 · 翻印必究

## 第壹部分、選擇題 (占 76 分)

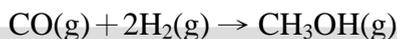
### 一、單選題 (占 28 分)

說明：第 1. 題至第 7. 題，每題 4 分。

1. 實驗桌上有 10 杯等濃度、等體積的溶液，若兩兩相互混合，平衡後哪一組溶液所含的離子數量最多？

- (A)  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl}$
- (B)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$
- (C)  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$
- (D)  $\text{BaCl}_2 + \text{CuSO}_4$
- (E)  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH}$

2. 甲醇是工業上重要的原料，可利用一氧化碳與氫氣合成，反應式如下：



若欲估計上述反應式的標準反應熱，至少需幾種鍵能的數據？

- (A) 3
- (B) 4
- (C) 5
- (D) 6
- (E) 7

3. 下列關於化學基本知識的敘述，何者正確？

- (A) 鈉的第一游離能表示式為  $\text{Na}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + \text{e}^-$
- (B) 以路易斯電子點式表示  $\text{RbCl}$  的鍵結過程為  $\text{Rb} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \rightarrow \text{Rb} : \ddot{\text{Cl}}:$

- (C) 反-二氯乙烯的結構式為
- $$\begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$$

- (D) 硫原子的基態價電子組態為  $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline 3s \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline 3p \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \\ \hline \end{array}$

- (E) 根據 VSEPR 理論，二氯甲烷只有一種立體結構（如圖 1 所示），即四面體形

4. 鎂原子的激發態電子由  $n=5$  回到基態，在光譜上會呈現許多條位置不同的譜線，下列哪一概念最適合解釋此現象？

- (A) 能量守恆
- (B) 波耳氫原子
- (C) 拉塞福原子模型
- (D) 量子力學
- (E) 湯姆森原子模型

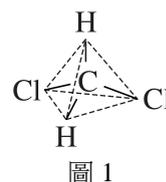
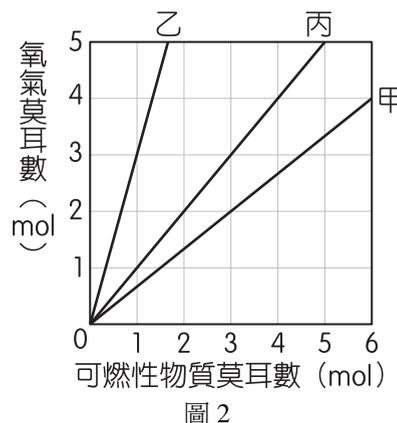


圖 1

5. 將甲、乙兩可燃性物質分別在氧氣中完全燃燒，其莫耳數與消耗氧氣的莫耳數如圖 2 所示，若將甲與乙以某比例混合後完全燃燒，消耗的氧氣莫耳數如圖 2 的丙。則混合物丙中莫耳數比  $n_{\text{甲}} : n_{\text{乙}}$  為下列何者？



- (A) 6 : 1  
(B) 3 : 1  
(C) 2 : 1  
(D) 1 : 2  
(E) 1 : 3

6、7. 題為題組

過去哈柏法尚未問世的時代，農耕只能使用天然肥料（例如：糞便、尿液、枯萎的植物），但天然肥料需要等待微生物分解，將其中含氮成分分解為硝酸根與銨離子後，才能為植物所吸收，因此效果緩慢。氮氣是製造化學肥料的基本原料，施放在農田裡可大大提升農作物的產量，德國科學家哈柏（Haber）將氮氣與氫氣以鐵作為催化劑用以製造氨氣的方法，獲得 1918 年諾貝爾化學獎，其反應式：



在工業上大多以 200 atm、400 °C 作為哈柏法的反應條件。此方法耗費大量能源，且產率不高，因此許多化學家進行研究哈柏法的反應機制與原理，嘗試改良製程。

德國科學家格哈德·埃特爾（Gerhard Ertl）因在「固體表面化學過程」研究中解釋了工業合成氨催化原理而獨享諾貝爾化學獎。他提出，氮分子首先在催化劑鐵片表面上進行化學吸附，使氮原子間的化學鍵減弱進而解離，隨後與氫原子在催化劑表面上就很容易逐步生成  $\text{NH}_3$ 。

派崔克·哈蘭（Patrick Holland）用溶液狀態成功模擬了哈柏法。發現含鉀的鐵錯合物能打斷氮原子之間的強韌鍵結，可促使氮氣與氫氣反應形成氨氣。

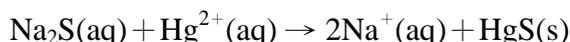
6. 由題文敘述，可推論影響哈柏法製氨的反應速率，最主要是下列哪一步驟？
- (A) 反應熱太小  
(B) 打斷氮氣的化學鍵  
(C) 打斷氫氣的化學鍵  
(D) 氮氣不易吸附在鐵表面  
(E) 氮氣與氫氣的氣體反應，碰撞頻率太小
7. 下列關於氨氣的敘述，何者正確？
- (A) 哈柏法製氨的過程為勻相催化反應  
(B) 氮分子間沒有氫鍵，氮分子與水可形成氫鍵  
(C) 哈柏法製氨，提高反應溫度會導致氨的產率減少  
(D) 哈柏法製氨，降低反應溫度會導致氨的生成速率增大  
(E) 哈柏法製氨的反應若使用鐵片當作催化劑，反應速率會比使用鐵粉還快

## 二、多選題 (占 48 分)

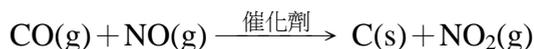
說明：第 8. 題至第 19. 題，每題 4 分。

8. 隨著工業發展人類的環保意識也日益提升，下列關於廢氣與污水處理的方法，與其關聯的化學反應式，哪些正確？

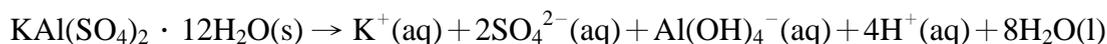
(A) 以硫化鈉去除工廠廢水中的汞離子：



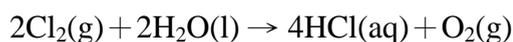
(B) 以觸媒催化減少汽車廢氣中的有毒氣體：



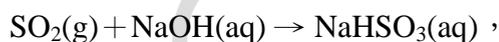
(C) 水處理廠加入明礬所形成的膠狀物質，可以吸附水中的雜質：



(D) 在水中通入氯氣，藉由生成具有強氧化力的物質而殺菌：



(E) 將含  $\text{SO}_2$  的廢氣通入氫氧化鈉溶液生成亞硫酸氫鈉後，再加入次氯酸鈣：



9.  $\text{X}_2$  為鹵素元素，使  $\text{X}_2(\text{g})$  分別在  $t_1$  與  $t_2$  兩種不同溫度下與氫氣反應，已知  $t_1 < t_2$ ，其反應式與平衡常數如表 1 所示。下列關於鹵素與鹵化氫性質的敘述，哪些正確？

表 1

反應式	$t_1$ 時的平衡常數 $K_1$	$t_2$ 時的平衡常數 $K_2$
$\text{F}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF}(\text{g})$	$1.8 \times 10^{36}$	$1.9 \times 10^{32}$
$\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$	$9.7 \times 10^{12}$	$4.2 \times 10^{11}$
$\text{Br}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HBr}(\text{g})$	$5.6 \times 10^7$	$9.3 \times 10^6$
$\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$	43	34

(A) 鹵素與氫氣化合成鹵化氫為放熱反應

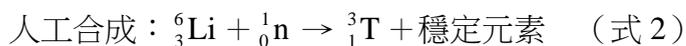
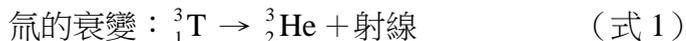
(B) 碘氣體與氫氣反應，在  $t_1$  的反應速率比  $t_2$  快

(C) 鹵素的鍵能愈大，反應生成鹵化氫的產率愈高

(D) 分子偶極矩： $\text{HF}(\text{g}) > \text{HCl}(\text{g}) > \text{HBr}(\text{g}) > \text{HI}(\text{g})$

(E) 沸點： $\text{HF}(\text{l}) > \text{HCl}(\text{l}) > \text{HBr}(\text{l}) > \text{HI}(\text{l})$

10. 氚 ( ${}^3_1\text{T}$ ) 是氫唯一的天然放射性同位素 (式 1)，由於半生期只有 12.3 年，因此在自然界中含量極少，所以工業上使用的氚幾乎都是人工合成的 (式 2)。



氚發出的射線轟擊塗有磷光的物質會發出可見光，在日常生活中廣用於自發光源，具有不需電源、壽命長的優點，即使在極端環境下仍可使用。下列關於氚的敘述，哪些正確？

- (A) 式 1 中的射線為電磁波
- (B) 式 2 中的穩定元素為  ${}^4_2\text{He}$
- (C) 式 1 與式 2 兩個反應式，僅式 1 屬於核反應
- (D) 1 個氚原子在 K 殼層有 2 個電子，L 殼層有 1 個電子
- (E) 氚具有放射性，其氧化物 ( $\text{T}_2\text{O}$ ) 也具有放射性

11. 乙二醇是化學纖維產業的基礎原料之一，可利用一氧化碳與氫氣以催化反應來製造，其反應式：



已知不同溫度下的平衡常數如表 2：

表 2

溫度 (K)	298	355	400
平衡常數	$6.5 \times 10^4$	1	$1.3 \times 10^{-3}$

下列關於此反應的敘述，哪些正確？

- (A) 沒有副產物生成，符合綠色化學的宗旨之一
- (B) 該反應的正反應活化能  $E_a > 0$
- (C) 該反應的正反應之反應熱  $\Delta H > 0$ ，為吸熱反應
- (D) 該反應在高壓下有利於乙二醇的生成
- (E) 溫度在 298 K 時反應速率大於 400 K 時的反應速率

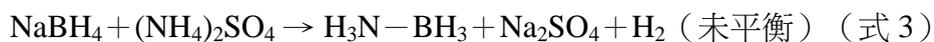
12. 圖 3 標示了週期表中某些元素的代號，下列相關元素的性質比較，哪些正確？

	甲							乙	丙	丁	戊	己
	庚	辛						壬			癸	
					子					寅		

圖 3

- (A) 電負度：己 > 戊 > 丁
- (B) 游離能：丙 > 乙 > 甲
- (C) 熔點：壬 > 辛 > 庚
- (D) 原子半徑：癸 > 己 > 戊
- (E) 價電子數：丑 > 寅 > 子

13. 氨硼烷在室溫下通常是白色固體結晶，化學式為  $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3$ 。由於具有較高的儲氫密度和安全性，是燃料電池中極具潛力的儲氫材料。在實驗室中常用兩種方法來合成（式 3、式 4）：  
方法一：以乙二醇為溶劑，由硼氫化鈉與硫酸銨反應而得

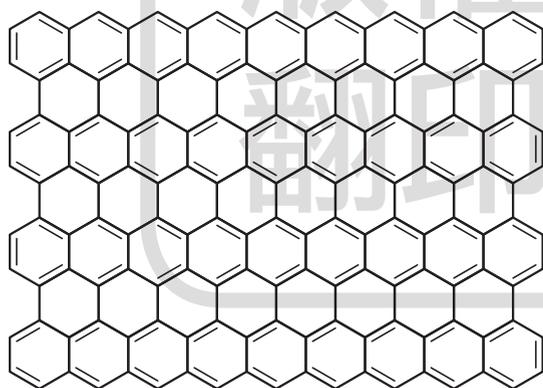


方法二：由氨氣與乙硼烷直接反應來製備



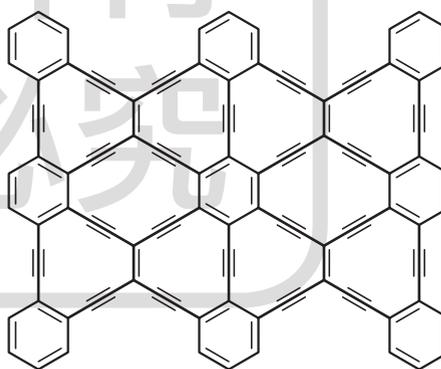
下列相關敘述，哪些正確？

- (A) 氨硼烷屬於有機化合物
  - (B) 氨硼烷分子中氫的質量百分比約為 19.5%
  - (C) 式 3 的反應式以最簡整數係數平衡後， $\text{H}_3\text{N}-\text{BH}_3$  的係數為 3
  - (D) 氨硼烷分子中的  $\text{N}-\text{B}$  鍵，提供共用電子對者為  $\text{N}$  原子
  - (E) 氨硼烷經高溫熱分解後，可得  $\text{BN}$  與  $\text{H}_2$  兩種產物，則 1 莫耳的氨硼烷理論上最多可生成 3 莫耳的氫氣
14. 2022 年美國科羅拉多大學成功合成出石墨炔，為電子業開創出一個新的材料。石墨烯與石墨炔都是由碳原子以共價鍵結合的網狀固體，石墨炔與石墨烯最大的不同是含有參鍵，因此在碳原子排列上不像石墨烯皆為六角形，而呈現出多種不同規則的排列方式，如圖 4、圖 5 所示。



石墨烯

圖 4



石墨炔

圖 5

下列關於石墨烯與石墨炔的敘述，哪些正確？

- (A) 皆可導電
- (B) 皆屬於有機物
- (C) 皆為平面結構
- (D) 互為同分異構物
- (E) 碳原子都具有  $\text{sp}^2$  與  $\text{sp}$  的混成軌域

15. 氣體在溶劑中的溶解度 ( $m$ ) 受此氣體分壓 ( $P$ ) 的影響，可以亨利定律說明： $m=kP$ ，已知在  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  下， $\text{CO}_2$  的亨利常數  $k=0.034\text{ M/atm}$ 。若有一瓶未開封的飲料在  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  時，液面上方含有  $4.0\text{ atm}$  的  $\text{CO}_2$ ，下列敘述哪些正確？（已知大氣中  $\text{CO}_2$  含量為萬分之三）
- (A)  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  時，此瓶裝飲料的  $\text{CO}_2$  溶解度為  $0.124\text{ M}$   
(B)  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0\text{ atm}$  的  $\text{CO}_2$  在鹼性溶液中，溶解度大於  $0.034\text{ M}$   
(C) 若溫度不變， $\text{CO}_2$  壓力加大，則  $\text{CO}_2$  在水中溶解度增大、 $k$  值變大  
(D) 若  $\text{CO}_2$  壓力不變，溫度升高，則  $\text{CO}_2$  在水中溶解度下降、 $k$  值變小  
(E)  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  下開瓶後與大氣壓力達平衡時，溶在水中的  $\text{CO}_2$  溶解度約為  $0.034\text{ M}$
16. 下列每組有三種溶液，且三種溶液的濃度均為  $1.0\text{ M}$ 。若取等體積的三種溶液充分混合後，哪些會產生沉澱？
- (A)  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{KI}$ 、稀  $\text{HNO}_3$   
(B)  $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{HCl}$   
(C)  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaOH}$   
(D)  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{Ba(OH)}_2$ 、 $\text{HNO}_3$   
(E)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaAl(OH)}_4$ 、 $\text{NaOH}$
17. 某學生在探究與實作課程中，研究氮氣體積 ( $V$ ) 與絕對溫度 ( $T$ ) 的關係，得到以下關係式： $V=KT$ ，其中  $K$  為常數
- 下列哪些是此學生實作過程中的控制變因？
- (A) 氮氣的體積  
(B) 氮氣的壓力  
(C) 氮氣的溫度  
(D) 氮氣的莫耳數  
(E) 氮氣的濃度
18.  $1$  大氣壓下，下列各物質沸點的高低順序，哪些正確？
- (A) 氫氣  $>$  氮氣  
(B) 食鹽水  $>$  純水  
(C) 正戊烷  $>$  新戊烷  
(D)  $1.0\text{ M}$  蔗糖溶液  $>$   $2.0\text{ M}$  蔗糖溶液  
(E)  $2.0\text{ M}$  乙醇水溶液  $>$   $1.0\text{ M}$  乙醇水溶液
19. 下列有關  $\text{BeF}_2$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{NF}_3$  四種氟化物之各項敘述，哪些正確？
- (A) 分子偶極矩： $\text{BeF}_2 = \text{BF}_3$   
(B) 分子偶極矩： $\text{CF}_4 < \text{NF}_3$   
(C)  $\text{N}-\text{F}$  的鍵偶極矩最小，因此  $\text{NF}_3$  分子偶極矩最小  
(D)  $\text{B}$  與  $\text{F}$  的游離能相差最大，因此  $\text{BF}_3$  分子極性最大  
(E)  $\text{Be}-\text{F}$  的鍵偶極矩最大，因此  $\text{BeF}_2$  分子偶極矩最大

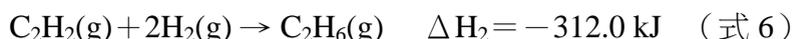
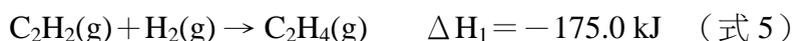
## 第貳部分、混合題或非選擇題（占 24 分）

說明：本部分共有 4 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

### 20.~22. 題為題組

某石化工廠在 25 °C、1.0 atm 下利用加成反應，以除去乙烯原料中的乙炔雜質並生成乙烯（式 5），但反應過程也可能產生乙烷雜質（式 6）。



20. 計算  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$  的反應熱 ( $\Delta H$ ) 為多少 kJ (2 分)

21. 石化工廠的研究小組為探究此加成反應，在不同溫度下產物的組成，因此自 100 °C 開始對反應器內的反應等速增溫，並每隔 20 °C 採樣分析產物的莫耳數，並計算莫耳百分率，結果如圖 6、表 3：

表 3

溫度 (°C)	120	140	160	180	200	220	240
乙烯莫耳百分率 (%)	80	82	83	84	85	87	90

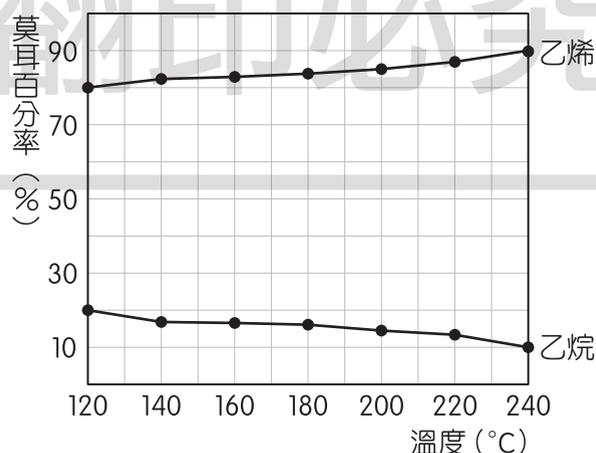


圖 6

依據研究小組所得的資料，在 120 °C ~ 240 °C 內，下列敘述哪些正確？（多選）

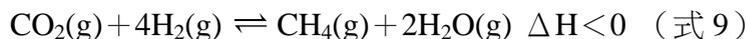
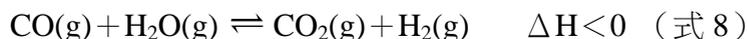
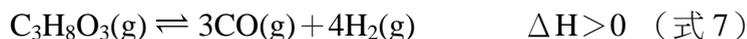
- (A) 溫度升高 1 倍，乙烯的產量增加 1 倍
- (B) 乙烯的生成速率大於乙烷的生成速率
- (C) 120 °C 與 240 °C 下，產物的總質量相等
- (D) 溫度愈高生成乙烯與乙烷的速率愈快
- (E) 由圖 6 資料可知，生成乙烯的速率定律為  $r = k[\text{C}_2\text{H}_2][\text{H}_2]$

22. 承第 21. 題，經由石化工廠的經濟小組精算結果，當溫度控制在 135 °C 時，最符合經濟效應，則根據圖 6 此溫度下乙烯在產物中的莫耳百分率約為多少 %？（2 分）

23.~25. 題為題組

甘油是生物柴油產業的主要副產物，因此將過剩的甘油轉化為高附加價值的氫氣，具有經濟和環境雙重效益，其中「甘油蒸氣重整法」是目前研究最廣泛也最接近工業應用的方法。

「甘油蒸氣重整法」通常在 1.0 atm、500 ~ 900 °C 下進行催化劑反應，過程中主要有式 7~式 9 三個反應：



某研究小組，在 1.0 atm 下將 1.0 mol 甘油與 9.0 mol 水蒸氣置入反應器中，使其進行上述三個反應，在不同溫度下反應達平衡時，測得容器內 CO、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 各氣體的莫耳數，其結果如圖 7 所示。

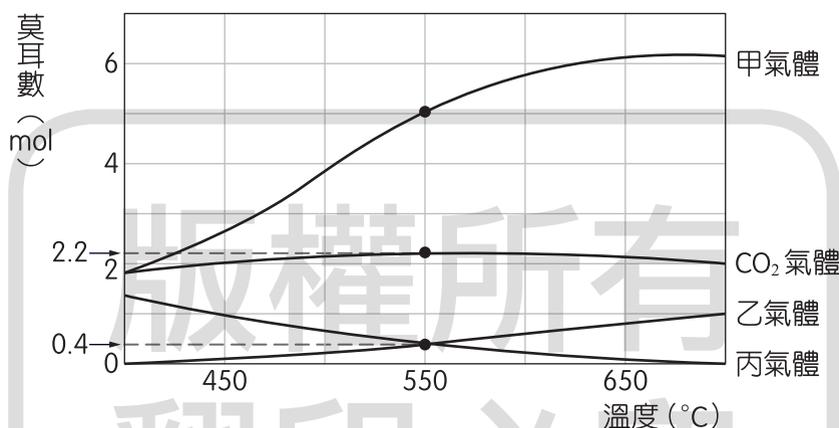


圖 7

23. 達平衡時，由圖 7 推測甲氣體與乙氣體分別為何者？（以分子式表示）（4 分）

24. 反應在 550 °C 下進行，達平衡時反應物 H<sub>2</sub>O(g) 的轉化百分率約為多少 %？

（註：H<sub>2</sub>O(g) 的轉化百分率 =  $\frac{\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ 反應耗去的質量}}{\text{反應初 H}_2\text{O}(\text{g}) \text{ 的質量}} \times 100\%$ ）

- (A) 10.0
- (B) 20.0
- (C) 30.0
- (D) 40.0
- (E) 50.0

25. 甲烷與水蒸氣經催化反應，可生成氫氣與二氧化碳，而一氧化碳與水蒸氣反應也可生成氫氣與二氧化碳。承第 24. 題，將反應後的副產物 CH<sub>4</sub>(g)、CO(g) 及剩餘的 H<sub>2</sub>O(g) 引入另一反應器中使其充分反應，則此反應器最多可生成多少 mol 的氫氣？（2 分）

26.~28. 題為題組

如圖 8 所示，溫度為 300 K，容積 10.0 L 的鋼瓶內有 2.40 atm 的氮氣，左側進氣開關每打開 1 次可以充入相當於 4.00 atm、2.0 L 的氮氣，右側為出氣開關作為填充其他容器之用途。

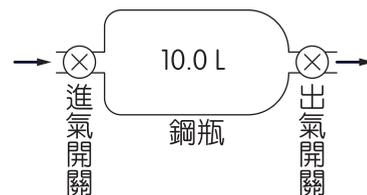


圖 8

26. 若間斷打開進氣開關 5 次，且進氣過程溫度不變，則充氣後鋼瓶內氣體的壓力為多少 atm？（2 分）

27. 以初始狀態（300 K、2.40 atm）的鋼瓶填充小鋼瓶，當達到壓力平衡時，才算填滿，小明取 2 個 6.0 L 的真空小鋼瓶依次填充氮氣，假設過程中溫度皆維持 300 K，則最後鋼瓶內的壓力約為多少 atm？（答案求至第二位小數）（2 分）

28. 承第 27. 題，若欲使鋼瓶內的壓力與初始狀態相同，則需將鋼瓶內的溫度調整至多少 K？（答案求至第一位小數）（2 分）

29.、30. 題為題組

將 6.25 g 的某液態化合物置於 16.4 L 體積固定的真空密閉容器中，自 250 K 開始加熱，溫度逐漸升至 330 K。記錄加熱過程容器內氣體壓力隨溫度的變化如圖 9 所示。

29. 此化合物之分子量約為多少？（答案求至第一位小數）（2 分）

30. 在 270 K 時，該容器內的液態化合物約有多少 g？（答案求至第一位小數）（2 分）

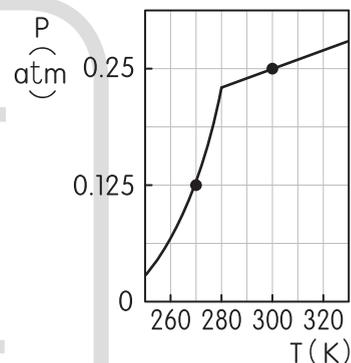


圖 9