

目次



107學年度指定科目考試化學考科試題分析 1

建國中學 曹淇峰

1 基礎化學（一）、（二） 5

師大附中 廖靜宜

2 氣體 11

高雄女中 蘇政宏

3 反應速率 17

臺中女中 李震芳

4 化學平衡 23

北一女中 廖淑芬

5 物質構造——原子構造、化學鍵結 28

武陵高中 林勝立

6 有機化合物 32

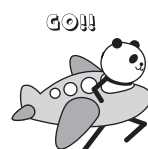
臺南女中 何宗益

7 水溶液中酸、鹼、鹽的平衡 37

臺中一中 薛朋雨

8 氧化還原反應 42

中山女中 曹雅萍



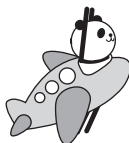


9	液態與溶液	48
臺南女中 許茂智		
10	無機化合物、化學的應用與發展	53
成功高中 謝義孝		
11	102 學年度指定科目考試	59
建國中學 曹淇峰 解題		
12	103 學年度指定科目考試	66
建國中學 曹淇峰 解題		
13	104 學年度指定科目考試	73
建國中學 曹淇峰 解題		
14	105 學年度指定科目考試	80
建國中學 曹淇峰 解題		
15	106 學年度指定科目考試	87
建國中學 曹淇峰 解題		
16	107 學年度指定科目考試	94
建國中學 曹淇峰 解題		

1.2.3..



JUMP!!



107 學年度指定科目考試化學考科試題分析

建國中學 化學科教師／曹洪峰

壹、今年化學指考的趨勢與特色

與近幾年相比，今年試題算是特別平易近人，跟以往一樣重視實驗，但有個不同點，就是將實驗與生活議題探究結合，這與近幾年科學教育強調探究與實作的精神相符合。例如利用凝固點下降實驗進行探究某種未知的白色粉末可能是何物，又例如將高中電解實驗延伸到探究金瓜石的礦產冶煉技術等。

時事題方面，今年未見諾貝爾化學獎的考題，反倒是多一些生活常會接觸到的議題，例如探究湖水出現大批死魚的汙染因子、推測製作麵包所使用之膨脹劑的熱分解產物、汽水所涉及的氣體溶解平衡與碳酸的解離平衡，雖然各版本的教材未必會提及，但是考的都是基本概念的應用，測驗考生是否能活用高中所學的概念。

接下來，筆者將對今年的指考題目做進一步評析，探討試題題型配分、章節配分、難易度、試題特色等。

貳、試卷分析

一、試題題型配分

近六年指考化學科的題型、題數與配分比較如表 1 所示，今年各題型的配分與去年一模一樣，算是比較極端的。往年單選題數約在 12 ~ 20 題之間，今年單選題有 20 題，配分 60 分。往年多選題數約在 5 ~ 12 題之間，今年多選題只有 5 題，配分只有 20 分。非選題今年有三大題，配分 20 分。連續三年的配分相同，或許以後配分比例大概就是如此了。

表 1 102 ~ 107 年指考化學考科題型與配分之比較

學年度	單選題	配 分	多選題	配 分	非選題	配 分
102	12	36	12	48	二	16
103	20	60	6	24	二	16
104	16	48	9	36	二	16
105	20	60	5	20	三	20
106	20	60	5	20	二	20
107	20	60	5	20	三	20

二、試題依章節的配分

下頁表 2 比較近四年指考化學科試題在高中化學課本各單元的配分。學測範圍包含高一與高二上學期的教材，也就是基礎化學（一）、（二），統計資料在表的上半部。指考範圍則涵蓋高中三年全部的化學課程以及實驗等，本表一併分析指考在學測與非學測範圍的配分狀況。

表 2 107 年指考化學考科試題在各章節的配分

	課程內容	107 題號	配 分					課程內容	107 題號	配 分			
			107	106	105	104				107	106	105	104
基礎化學（一）	一、物質的組成						基礎化學（二）	一、常見的化學反應					6
	二、原子構造與元素週期表					2		二、物質的構造與特性					
	三、化學反應	13.、19.	6	9	3	8		三、有機化合物				4	
	四、化學與能源							四、化學與化工	16.	3			
基礎化學（三）	一、氣體	18.	3	6	3	6	選修化學	四、水溶液中酸、鹼、鹽的平衡	17.、三(3)	5	6	3	7
	二、化學反應速率	23.、二	10	3	3	10		五、氧化還原反應	7.、11.、14.	9	3	13	6
	三、化學平衡	2.、15.、20.、三(2)	11	3	9	5		六、液態與溶液	三(1)	2	6	3	3
選修化學	一、原子構造	3.、21.	7	5	6	3		七、無機化合物	12.、24.	7	13	16	4
	二、化學鍵結	1.、8.、10.	9	10	6	11	實驗	八、化學的應用與發展		0	3	2	3
	三、有機化合物	9.、25.、一	15	14	21	15		實驗題	4.、5.、6.、22	13	19	8	11
上半總計	學測範圍總分 【基礎化學（一）～（二）】					9 分	下半總計	非學測範圍總分 【基礎化學（三）～選修化學】					91 分

在進行上表的分類時，有少數屬於跨章節的試題，就以最主要的觀念作為分類的依據。例如第12題考了路易斯結構、化學計量、錯合物等觀念，分散在許多章節，但因高三錯合物單元會整合相關概念，所以就歸類在選修化學第七章的無機化合物單元。

以配分範圍來說，近幾年在學測範圍的配分大幅減少，多在 10 分以下。連續二年學測範圍的試題只占 9 分，且多集中在基礎化學（一）第三章：化學反應，主要是考化學計量。指考配分主要在非學測範圍，因此建議考生在準備指考時，重點要放在計算多的基礎化學（三）和完整的高三選修化學課程。此部分不僅內容多，難度也高，加上現在申請入學的時間延後，因此在學測考完後的寒假開始，申請入學與準備指考應同時兼顧，否則申請入學放榜後若決定要考指考，只剩一個多月，時間恐怕不夠。

以章節來說，配分非常均衡，通常非學測範圍的每個單元至少都有一題。為了不會讓學生抱持投機心態，放棄學習某些冷門的單元，特定的單元不會一直維持很低的配分。如果去年配分比較少的單元，今年的配分就會增加，例如反應速率、化學平衡等單元，去年配分少，今年就多了。又如去年非選題考了一大題的錯合物，今年就只有一個選項與錯合物有關。今年選修化學第八章：化學的應用與發展（聚合物）少見沒有命題，明年則可特別加強。

近幾年指考還有一個共同的特徵，就是實驗題的配分很重。化學科強調化學實驗的重要性，配分常常達到 10 分以上，今年還是維持在此水準之上。建議同學在高中操作化學實驗時，應該多注意每個實驗步驟的細節，思考每一環節的用意。以下整理近六年的實驗考題如表 3。

表 3 102 ~ 107 年指考化學考科試題中的實驗單元與配分

年 度	實 驗 單 元	配 分
102	實驗室廢棄物、乙炔製備檢驗、奈米硫粒子的製備	10
103	秒錶反應、有機物的水溶性、耐綸 66 的製備	13
104	醣類檢驗、滴定器材的選擇、溶度積常數的測定	11
105	氧化還原滴定、實驗操作安全事項、金屬錯合物	8
106	秒錶反應、酸鹼滴定、量體積器材、硬水與濁度	19
107	弱酸滴定、溶度積常數測定、凝固點下降度數測定	13

為了平衡配分，以下兩類實驗題，須特別加強。一類是尚未考過的實驗，如五氧化二鈎的酸性溶液被鋅還原的示範實驗、離子交換樹脂。另一類是之前考過，但近三年未出現的實驗，如比色法、阿司匹靈的合成、乙炔製備檢驗、有機物性質檢驗、氣體的製備與收集、平衡變動、奈米硫粒子的製備、耐綸 66 的製備等。

三、難易度分析

在此僅依經驗將試題難易度粗分為三級，「易」的試題為具備基本化學知識即可回答，「中」的試題需要延伸基本概念或兩種觀念並用，「難」的試題則需透過邏輯推理和分析，或運用多種觀念，或是少見現象等，試題的難易度分析如表 4。

表 4 107 年指考化學考科試題難易度分布與近三年的配分比較

難易度	題 號	107 配分比例	106 配分比例	105 配分比例
易	1、9、16.	9%	12%	15%
中	2、4、7、10、11、12、14、15、17、18、21、23、24、25、一、二(1)(2)(3)、三(1)	62%	57%	31%
難	3、5、6、8、13、19、20、22、三(2)(3)	29%	31%	54%

根據最近三年比較，試題有愈來愈簡單的趨勢，難易適中的試題佔大多數。今年只有一題計算稍嫌繁雜，整份題目計算雖多，但因數據經過設計簡化，觀念清楚的同學應該不會在計算上感到棘手。今年有些試題即使歸類在難，仍較前幾年的難題簡單，加上題材沒像前幾年那樣新穎，整體難易度算是近年來最簡單的一年。

四、試題特色討論

以下針對部分特色試題進行探討，期能了解試題的新趨勢，提供考生做為準備化學指考的方向。

- (一)沒事多做考古題：以非選第一題為例，有機分子 C_7H_8O 在歷屆指考出現的機率頗高，有機常考的分子如 C_4H_8 、 C_5H_{10} 、 $C_4H_{10}O$ ，算是歷屆考題的常客。
- (二)有機化學是重點：今年有機單元，雖然沒有像往年出現複雜的有機分子，但配分仍高達 15 分，是指考重點。前幾年的題型是給一些特殊的有機物之結構式，要根據高中有機官能基概念判斷此有機物的特性，這類考題仍須注意。之前考過的有機物有瘦肉精、丙烯醯胺、銅葉綠素鈉、兒茶素、防曬乳、青蒿素、分子馬達等。繼續關注科學新知與報導，如標靶藥物、紫杉醇、麻醉劑、止痛藥阿斯匹靈與新止痛藥布洛芬……等，都可能成為將來入選的有機題材。
- (三)生活題材會探究：除了熟悉高中化學實驗外，如何將實驗技能應用在生活議題的探究，會是未來命題的主要趨勢。今年在題組 5. – 6.題與題組 18. – 19.題兩個實驗題中，都特別出現「探究」二字，是否意味著這是一種命題趨勢，若加上第 16.題，今年探究題型的配分高達 15 分，值得繼續關注。
- (四)實驗圖表會判讀：閱讀理解題意之後，今年有不少試題還需要從實驗圖表獲取關鍵的數據才能得分。如第 3.、4.、5.題和非選二(1)、三(1)，配分占 13 分。更可怕的是若不能找到正確數據，因為連鎖題的關係，影響分數高達 24 分，所以平時注重科學素養，對得高分一定有幫助。
- (五)關心時事要持續：今年試題有一新特色就是「在地化題材」，如第 7.題金瓜石銅礦題材配合題組 11. – 12.題的黃金冶煉的技術，將氧化還原、錯合物等概念與在地的技術融合；又如湖中出現死魚因素的探討，整合水汙染、酸鹼平衡等相關概念。往年將諾貝爾化學獎與高中化學觀念結合的題型，也須持續重視。

參、結語

連續三年指考配分相同，單選題配分很高，占 60 分，多選題和非選題各占 20 分。考題回歸正常高中教學重點，創新內容較少，降低考生不確定感，加上難易適中，只要平時有努力，今年一定可以得高分。除了熟稔化學觀念外，還需特別思考實驗的細節，平時做實驗時，須特別注意實驗觀察紀錄的寫法，如何作圖、如何估計、如何測量……等實驗技能，甚至轉換成科學模型，以釐清化學觀念。

整體來說，試題難度愈來愈容易，命題方向偏向實驗探究、科學素養等科學教育的新趨勢，命題內容回歸高中教材，這些都有助於高中化學的正常化教學，也可減少學生記憶背誦與苦練艱澀難題。今年試題創新題不多，但實驗題份量仍重，畢竟化學是一門實驗科學，踏實讀完每一環節，理解每一實驗步驟細節，才是考高分的途徑，也是學習科學的正確道路。

第壹部分：選擇題（占84分）

一、單選題（占36分）

說明：第1.題至第12.題，每題有5個選項，其中只有1個是正確或最適當的選項。各題答對者，得3分；答錯、未作答者，該題以零分計算。

1. 氣壓計總長為 100 cm，初始時，真空管柱長為 9.5 cm，如圖 1 左，加些空氣進去後，空氣管柱長度變為 28.5 cm，如圖 1 右。假設圖 1 右的空氣管內，水銀面上所含的微量汞蒸氣可忽略不計，而且空氣中的氧氣看成完全不會與下方的水銀反應，則圖 1 右管中，水銀面上方空氣的壓力應為多少 cmHg？（當時大氣壓力為 75 cmHg）

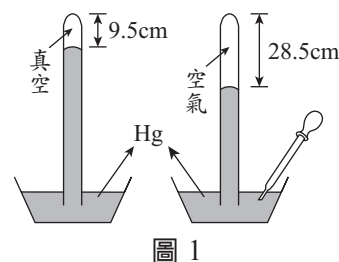


圖 1

- (A) 90.5 (B) 65.3 (C) 46.3
(D) 28.5 (E) 19.0
2. 於體積一定的容器中，放入定量的氮氣，在 0°C 及 100°C 時氮氣的壓力分別為 $a \text{ atm}$ 及 $b \text{ atm}$ ，則攝氏零度的絕對溫度度數 (K) 為何？
- (A) $\frac{100b}{a-b}$ (B) $\frac{100b}{b-a}$ (C) $\frac{100a}{a-b}$
(D) $\frac{100a}{b-a}$ (E) $\frac{a-b}{100a}$
3. 化學反應方程式為 $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ ，在 T 、 V 的密閉容器中達到平衡，此時 PCl_5 之分解率為 $\frac{1}{4}$ ，平衡系的總壓為 P_1 ；當溫度上升至 $2T$ ，體積仍為 V ， $\text{PCl}_{5(g)}$ 在該容器中之分解率為 $\frac{1}{2}$ ，平衡系的總壓為 P_2 ，求 $\frac{P_1}{P_2}$ 比值為何？
- (A) $\frac{1}{4}$ (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{5}{3}$ (D) $\frac{5}{6}$ (E) $\frac{5}{12}$
4. 在 N.T.P. 下，有一混合氣體的密度為 1.18 (g/L) ，則該混合氣體最可能為下列何者？
(原子量：C = 12，H = 1，He = 4，N = 14，O = 16，Ne = 20)
- (A) He、 NH_3 (B) C_2H_4 、 CH_4 (C) H_2 、 N_2
(D) NO_2 、 N_2O_4 (E) Ne、 CO_2
5. A、B 兩容器體積相等，容器 A 中置入 NO_2 及 NO 混合氣體 (25°C 、 1 atm)，容器 B 中置入純氧 (25°C 、 1 atm)，如圖 2，打開開關使之充分混合，並假設 NO 與 O_2 可以完全反應生成 NO_2 ，同溫下最終壓力為 665 mmHg ，則原來容器 A 中 NO 的壓力百分率為多少 %？

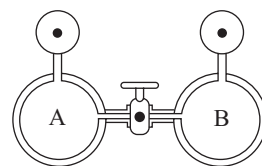


圖 2

- (A) 50 (B) 40 (C) 30
(D) 20 (E) 10

6. 1 mol 理想氣體分別置於 1 升容器及 2 升容器之中，其壓力 P 與溫度 $t^{\circ}\text{C}$ 之關係為 $P = a_1t + b_1$ (1 升容器中)， $P = a_2t + b_2$ (2 升容器中)，式中常數 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 之關係，何者正確？
 (A) $a_1 = 2a_2$ (B) $a_1 = a_2$ (C) $2b_1 = b_2$ (D) $b_1 = b_2$ (E) $a_1 = a_2$

7. 下列何種情況下的氣體，其性質最接近理想氣體？
 (A) 0°C 、1 atm， O_2 (B) 25°C 、1 atm， CO_2 (C) 300 K、0.1 atm，He
 (D) 100°C 、0.1 atm，He (E) 100°C 、0.1 atm， $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$

8. 兩個等體積燒瓶用細管相連接（細管體積省略不計），最初在 27°C 下，置入 1.0 mol 的氮氣，壓力為 0.5 atm，今右燒瓶溫度仍然維持 27°C ，而左燒瓶改置入 327°C 沸油中，最後達平衡時，兩燒瓶之壓力應為多少 atm？

- (A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{3}{4}$ (C) $\frac{4}{5}$ (D) $\frac{5}{7}$ (E) $\frac{6}{7}$

9. 如圖 3 實驗，其中 A 為一個可讓氣體自由逸散的多孔性素瓷杯，內含氮氣，B 為一充滿氫氣的玻璃鐘形瓶。關於此實驗的敘述，何者正確？
 (原子量：H = 1，N = 14)

- (A) 當 B 罩在 A 杯上時，氫氣會逸散進入 A 杯，但氮氣不會由 A 杯逸出
 (B) 當 B 罩在 A 杯上時，外界空氣會經 C 管而被抽入水中
 (C) 當 B 罩在 A 杯上時，一段時間後，水會由 C 管被壓出
 (D) 若將鐘形瓶 B 移走，則水由 C 管被壓出
 (E) 逸散速率：氫氣 < 氮氣

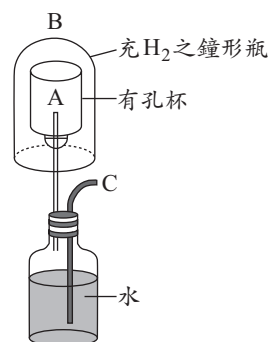


圖 3

10. 一真空容器，內具有一個可左右移動的活塞。將容器隔成左、右兩部分，今於 27°C 下，於左、右兩室中充入不等量的 N_2 ，平衡時左、右兩室的體積比為 1 : 4，如圖 4。同溫下，分別將 3 mol 及 2 mol 的 He 充入左、右兩室，達平衡時左、右兩室的體積比變為 1 : 2，如圖 5。試根據以上條件，下列敘述何者正確？

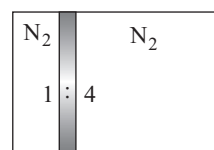


圖 4

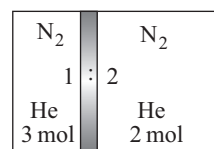


圖 5

- (A) 左室中含有 N_2 3 mol
 (B) 左室中含有 N_2 4 mol
 (C) 前、後兩平衡狀態之氣壓比 ($P_{\text{前}} : P_{\text{後}}$) = 2 : 3
 (D) 前、後兩平衡狀態之氣壓比 ($P_{\text{前}} : P_{\text{後}}$) = 3 : 4
 (E) 充入 He 後，欲使左、右兩室體積相同，需將左室氣溫升至 227°C

11. 有一堅固容器，於 25°C 時放入 4 g 的 H_2 及 32 g 的 O_2 ，總壓力為 600 mmHg，若點火使之完全反應，而且反應後溫度降回 25°C ，則容器內氣體壓力為多少 mmHg？（ 25°C 時，水的飽和蒸氣壓為 24 mmHg）

- (A) 24 (B) 200 (C) 400 (D) 600 (E) 624

12. 波以耳先生在 1662 年發表波以耳定律，以下是模擬他當時所做的實驗內容。他使用了一個一端開口的 J 形管倒入水銀，使微量的氣體被封在 J 形管的左管短臂內。當兩臂的水銀等高時，左管短臂內氣體所占的體積假設為 12 毫升（如圖 6 所示），波以耳繼續從右管開口端倒入水銀，左管短臂內氣體體積會變小，而壓力會變大（如圖 7 所示）。研究結果發現：左管短臂管內氣體體積和壓力乘積為常數，此稱為波以耳定律。表 1 為短臂內空氣體積與兩臂水銀的高度差 (h) 的實驗數據。根據波以耳定律，請計算出短臂內空氣體積分別為 6 毫升及 4 毫升時，兩臂水銀的高度差 h 約為若干 cmHg？（假設當時大氣壓力為 75.4 cmHg）

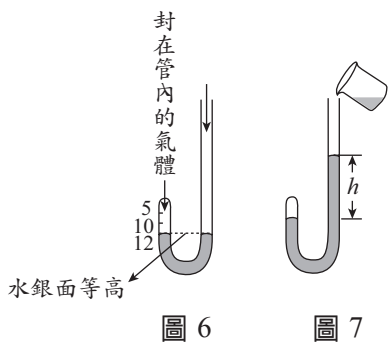


圖 6

圖 7

表 1

短臂內空氣體積 (毫升)	兩臂水銀的高度差 (cmHg)
12	0
8	37.7
6	x
4	y
3	226.2

(A) $x = 50.4$, $y = 140.8$

(B) $x = 75.4$, $y = 150.8$

(C) $x = 80.2$, $y = 145.8$

(D) $x = 90.4$, $y = 160.8$

(E) $x = 100.4$, $y = 200.8$

二、多選題 (占 48 分)

說明：第 13 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有 1 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 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

13. 如圖 8，A、B 二密閉容器中間裝一活塞，先固定活塞於正中間使 $V_A = V_B = V_0$ ，A 中充滿飽和之甲醇蒸氣，B 中充滿飽和之乙醇蒸氣 (A、B 均無液體)，但知：該甲醇及乙醇蒸氣可視為理想氣體且凝結之液體其體積可忽略，進行以下兩個實驗：

實驗 1：實驗在 60°C 進行 ($T_A = T_B = 60^\circ\text{C}$)，使活塞可左右移動，則實驗進行至活塞停止時。

實驗 2：實驗在 20°C 進行 ($T_A = T_B = 20^\circ\text{C}$)，使活塞可左右移動，則實驗進行至活塞停止時。

	20°C	60°C
甲醇之飽和蒸氣壓 (mmHg)	100	620
乙醇之飽和蒸氣壓 (mmHg)	40	360

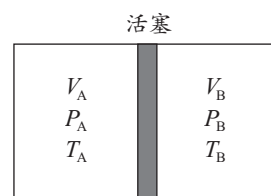


圖 8

關於本實驗各項敘述，哪些正確？

(A) 實驗 1 活塞停止時： $V_A = 1.72 V_0$

(B) 實驗 1 活塞停止時： $P_A = P_B = 360 \text{ mmHg}$ ，B 容器內無液體存在

(C) 實驗 2 活塞停止時： $V_A = 2 V_0$

(D) 實驗 2 活塞停止時：A 容器中會有液體存在

(E) 實驗 2 活塞停止時：B 容器中會有液體存在

14. 取一定量某揮發性液態物質，盛入 800 mL 之密閉容器內，體積保持一定，改變溫度後測容器內壓力，可得物質之溫度—壓力曲線如圖 9 (實線部分 CAB)，但飽和蒸氣壓與溫度關係如表 2 (蒸氣視為理想氣體)。關於本實驗各項敘述，哪些正確？

表 2

溫度 $^\circ\text{C}$	飽和蒸氣壓 (mmHg)
15	60
42	200
60	400
80	760

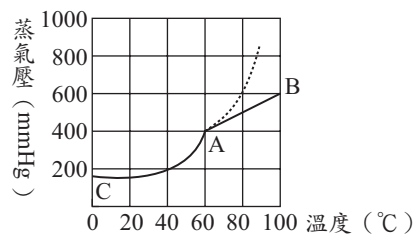


圖 9

(A) 此物之正常沸點為 80°C

(B) 若將圖中 BA 直線延長，則與橫軸交點為 -273°C

(C) 如欲得虛線部分圖形，必須增加液態物質之用量

(D) 欲得圖中實線部分圖形，此液態物質最少要盛入 0.0308 mol

(E) 圖中 B - A 部分的蒸氣壓力與溫度關係可以用 $\frac{P}{T} = K$ 表示 (T 表絕對溫度)

15. 於溫度 150 K、1 atm 下，取 1 m^3 的空氣（以圖 10 中 A 表示）；該氣體在壓力、體積、溫度變化下，得圖 10 之變化圖，則關於此圖形之敘述，哪些正確？

- (A) A 變為 B 的變化因素為體積
 (B) C 的溫度為 300 K
 (C) C 變為 D 的過程中，不變的因素為溫度
 (D) D 的溫度為 900 K
 (E) 恆壓下將 A 之體積加倍，然後於恆容中使其壓力變為原來的 3 倍，亦可變為 C

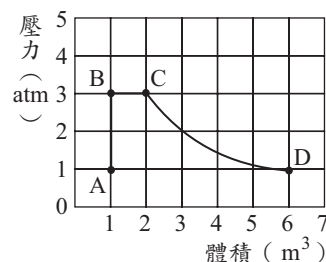


圖 10

16. 如圖 11 示，室溫時 A、B 二容器之體積比為 2 : 1。A 容器中盛壓力為 1 atm 之 A 氣體，B 容器中盛壓力為 1 atm 之 B 氣體，試問當活塞打開之後，最後的平衡壓力仍為 1 atm。請問下列哪些選項可能是 A、B 兩氣體的組合？

- (A) H_2 與 O_2 (B) NO 與 O_2
 (C) CO 與 O_2 (D) H_2 與 N_2
 (E) HCl 與 NH_3

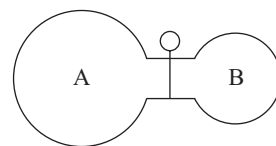


圖 11

17. 下列有關理想氣體之敘述，哪些正確？

- (A) 真實氣體在低溫、高壓下，較近似理想氣體
 (B) 沸點愈低的氣體，其分子間引力愈小，愈接近理想氣體
 (C) 理想氣體平均動能與絕對溫度成正比，而且彼此間完全彈性碰撞
 (D) 將波以耳、查理及亞佛加厥定律綜合，可推得 $PV = nRT$ 之理想氣體方程式
 (E) 理想氣體分子間無任何作用力存在，氣體分子本身不占體積，所以沒有質量

18. 下列有關某定量之理想氣體，其 P 、 V 、 T 三者之關係如圖 12，則下列敘述哪些正確？

- (A) $T_1 < T_2$ (B) $V_1 < V_2$
 (C) $P_1 < P_2$ (D) $P_1 V_1 < P_2 V_2$
 (E) $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

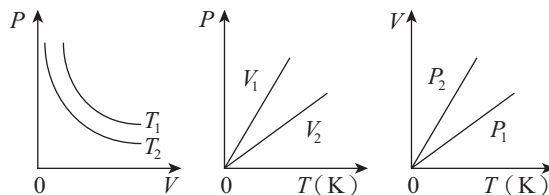
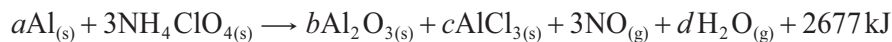


圖 12

19. 鋁粉與過氯酸銨的混合物可用為太空梭火箭推進器的燃料，其化學反應方程式如下：



將鋁粉與過氯酸銨各 1.0 莫耳，放入一個體積為 0.82 升、溫度為 400 K 的定體積恆溫反應槽內反應，並測量槽內氣體總壓力隨時間的變化，得兩者的關係如圖 13。假設其氣體為理想氣體，下列敘述哪些正確？

- (A) 化成最簡單整數比 $a + b + c + d = 11$
 (B) 當反應到第 8 分時，可生成總氣體 0.0183 莫耳
 (C) 當總壓力 0.6 大氣壓時，可生成水蒸氣 0.01 莫耳
 (D) 本反應（鋁粉與過氯酸銨各 1.0 莫耳）若完全反應可放出 2.0 莫耳氣體
 (E) 本反應（鋁粉與過氯酸銨各 1.0 莫耳）若完全反應可放出熱量 2677 千焦

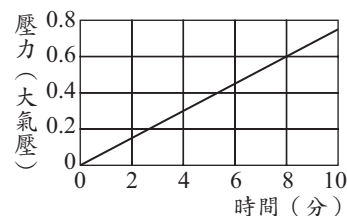


圖 13

20. 如圖 14，在同溫時，當 A、B、C 各放入 He、O₂、N₂ 時，把活塞 T₁、T₂ 打開達平衡，且各氣體均勻擴散後，下列哪些正確？

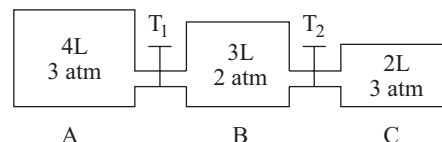


圖 14

- (A) A、B、C 三容器之壓力比為 1 : 1 : 1
 (B) N₂ 在 A、B、C 內之壓力比為 4 : 3 : 2
 (C) He 在 A、B、C 內之莫耳數比為 3 : 2 : 3
 (D) A、B、C 三容器內氣體莫耳數之比為 4 : 3 : 2
 (E) O₂ 在 A、B、C 內之體積莫耳濃度比為 1 : 1 : 1

21. 下列現象與適用的氣體定律，哪些是正確的組合？

選 項	現 象	氣體定律
(A)	湖底的氣泡上升至湖面	波以耳定律
(B)	凹陷的乒乓球浸入熱水中，可恢復原形	亞佛加厥定律
(C)	核能發電所需鈾原料，須分離鈾的兩種同位素	格雷姆擴散定律
(D)	吹氣入氣球，氣球會變大	道耳頓分壓定律
(E)	熱氣球升空	查理定律

22. 一固定體積的容器中裝有 16 克氧氣及 14 克氮氣，下列敘述哪些正確？

- (A) 氧氣和氮的密度比為 1 : 1
 (B) 氧氣和氮的壓力比為 8 : 7
 (C) 氧氣和氮的原子數比為 1 : 1
 (D) 氧氣和氮的平均動能比為 1 : 1
 (E) 氧氣和氮的擴散速率比為 $\sqrt{7} : 2\sqrt{2}$

23. 如圖 15，若 A、B 曲線表同一氣體，A 曲線表某氣體在 1 atm 下的密度與溫度關係，下列敘述哪些正確？

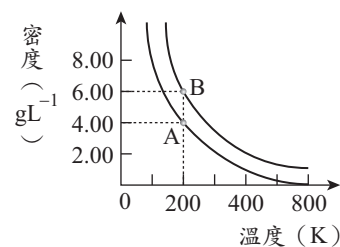


圖 15

- (A) 此氣體分子量為 32.8
 (B) 此氣體分子量為 65.6
 (C) B 曲線的壓力為 1.5 atm
 (D) B 曲線的壓力為 2 atm
 (E) A、B 分子量比值為 $\frac{4}{3}$

24. 如圖 16 所示，在同溫、同壓下，將二容器活門打開，使兩氣體擴散，當二氣體相遇時發生 $\text{SO}_3 + \text{NO} \longrightarrow \text{SO}_2 + \text{NO}_2$ (棕色煙霧)，已知棕色煙霧出現時距 NO 容器 30cm。關於此實驗的敘述，哪些正確？(原子量：N = 14, O = 16, S = 32)

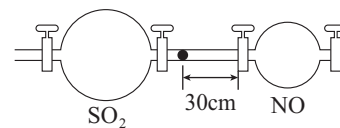


圖 16

- (A) 玻璃管總長約 48 cm
 (B) 玻璃管內壁若潮溼會減少誤差
 (C) 將兩擴散氣體改為 HCl_(g) 和 NH_{3(g)}，則二氣體相遇時會發生 $\text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_{3(g)} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ 白煙
 (D) 承(C)，若無誤差，白煙 NH₄Cl 距兩端距離比 (HCl : NH₃) $\cong$ 1 : 1.47
 (E) 承(C)，溫度升高會改變 NH₄Cl_(s) 白煙的位置

$$(\sqrt{30} \cong 5.48, \sqrt{80} \cong 8.94, \sqrt{36.5} \cong 6.04, \sqrt{17} \cong 4.12)$$

第貳部分：非選擇題 (占 16 分)

說明：本大題共有三題，作答需標明大題號 (一、二、三) 及子題號 (1、2、...)，不必抄題。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。每一子題配分標於題末。

一、在 25°C 、 1 atm 下，一測氣管如圖 17，管之截面積為 1 cm^2 ，左管中氣體體積為 20 cm^3 ，右管中水銀面較左管高出 44 cm ，試回答下列問題：

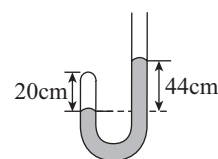


圖 17

1. 需加入若干立方公分的水銀，可使左管氣體變至 15 cm^3 ？(2 分)
2. 欲使兩管的水銀面等高，需取出水銀多少立方公分？(2 分)

二、兩個體積不等的玻璃球用細管相連接（細管體積省略不計），有 A 玻璃球體積 2 升、B 玻璃球體積 1 升，如圖 18，活門尚未開啟前，A 球及 B 球內之壓力分別為 $P_A = 0.70\text{ atm}$ 及 $P_B = 0.60\text{ atm}$ 。在下列三種情況下，將活門開啟，假設溫度維持不變，當再次達平衡時，球中氣體總壓力各為多少大氣壓？

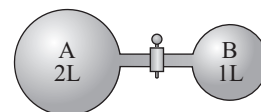


圖 18

1. 若 A 球中所盛為氮，B 球中所盛為氯化氫，在活門開啟，當反應 $\text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_{3(g)} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ 完全後。(2 分)
2. 若 A 球中所盛為氮氣，B 球中含有少量揮發性液體，其飽和蒸氣壓為 0.60 atm ，當活門開啟，再度達平衡後，仍見有少量液體殘留於球中。(2 分)
3. 若 A 球中所盛為 CO 氣體，B 球中所盛為 NO_2 氣體，在活門開啟，發生反應 $\text{NO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)} \longrightarrow \text{NO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$ 達平衡後（即 NO_2 及 CO 僅部分反應成 NO 或 CO_2 ）。(2 分)

三、 1 atm 、 27°C 下，書豪利用加熱 $\text{KClO}_{3(s)}$ 和 $\text{MnO}_{2(s)}$ 的混合物來收集氧氣，其實驗步驟如下：

- (1) 將等重氯酸鉀及二氧化錳充分混合放入硬試管內。
- (2) 實驗裝置如圖 19，用酒精燈來回加熱硬試管底部。
- (3) 當空氣排盡之後，用排水集氣法收集氧氣。（假設收集氣體的廣口瓶溫度保持 27°C ，裝置內的空氣完全被排除，反應產生的氧氣完全被收集無散失，氧氣對水的溶解度忽略不計， 27°C 時水的飽和蒸氣壓 25 mmHg ）

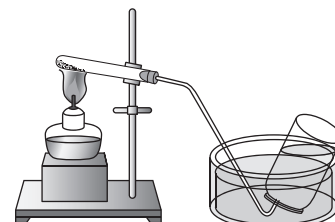


圖 19

1. 請寫出本反應的方程式，並說明二氧化錳的角色。(2 分)
2. 書豪觀察廣口瓶內水面以及氣泡來判斷反應進行程度，當氣泡停止生成、廣口瓶內水面不再下降時，瓶內水位比瓶外高 6.8 cm ，若此時瓶內氣體總體積為 246 mL ，求瓶內乾燥氧氣的分壓與其在 S.T.P. 下的體積。(3 分)
3. 承 2. 題，此實驗所收集到的氧氣質量共有多少克？(1 分)

第一次練習 月 日完成／分數

第二次練習 月 日完成／分數

100-80	79-68	67-48	47-29	28-20
頂標	前標	均標	後標	底標

第壹部分：選擇題（占80分）

一、單選題（占60分）

說明：第1.至20題，每題有5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3分；答錯、未作答者，該題以零分計算。

1. 根據下列的鍵能數據，試問下列分子中，哪一個具有最容易斷裂的單鍵？

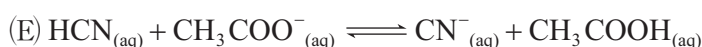
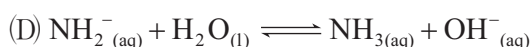
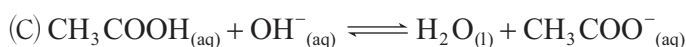
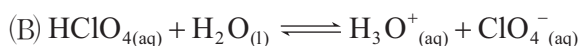
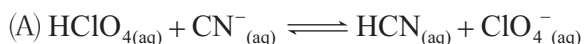
C - H 413 kJ/mol O - H 467 kJ/mol O - O 146 kJ/mol

H - H 432 kJ/mol N - H 391 kJ/mol

(A) 氫氣 (B) 過氧化氫 (C) 水

(D) 氮 (E) 甲烷

2. 相同的溫度下，下列五種物質在水中之酸性強弱順序為 $\text{HClO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN} > \text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ 。試問下列哪一個反應式的平衡常數最小？



3. 甲、乙、丙為週期表中第三列的三種元素，圖1表示其游離能與失去電子數目的關係。下列有關甲、乙、丙元素的敘述，哪一選項錯誤？

(A) 甲的原子半徑比丙小

(B) 乙的電負度比丙大

(C) 甲的氧化物可溶於強酸中，亦可溶於強鹼中

(D) 乙與碳形成的化合物具有高熔點、高沸點和高延展性的特性

(E) 丙元素的氧化物溶於水呈鹼性

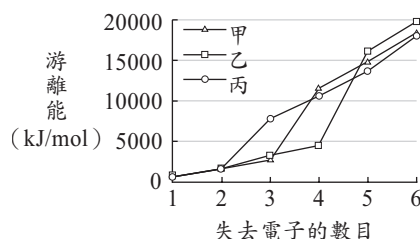


圖1

4. 以0.1 M的NaOH水溶液滴定某一體積為20 mL、濃度未知的有機單質子酸溶液，其滴定曲線如圖2所示。下列有關此滴定實驗的敘述，哪一選項正確？

(A) 此滴定反應可選擇甲基紅（變色範圍為pH4 - 6）為指示劑

(B) 此有機酸的濃度為0.05 M

(C) 在B點之溶液中 H^+ 的莫耳數等於 OH^- 的莫耳數

(D) 在C點之溶液為一緩衝溶液

(E) 此有機酸的解離常數小於 1.0×10^{-4}

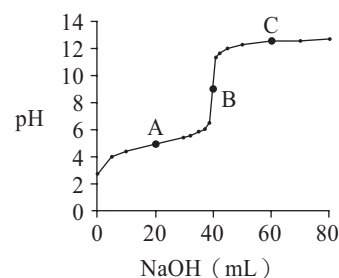


圖2

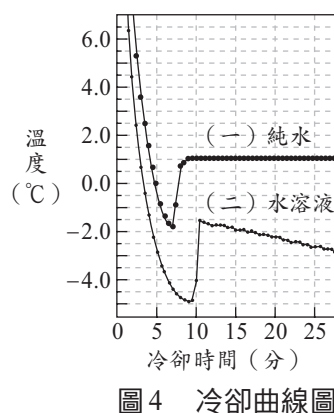
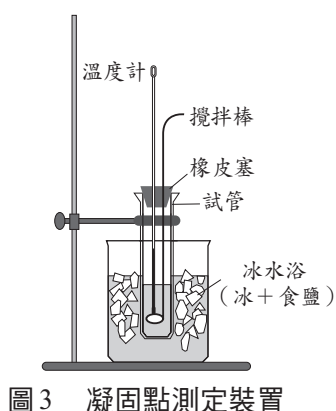
5.- 6.題為題組

賈同學在實驗室發現一瓶標籤已脫落的白色粉末狀試藥，為了探究此未知化合物為何，於是依照實驗手冊中「凝固點下降的測定」實驗之步驟做了兩組凝固點測定，以求得此未知物的分子量。

【實驗一】水的凝固點測定：將純水倒入已置於冷劑（食鹽加冰塊）的試管中（圖3），並立即攪拌，每30秒記錄水的溫度。

【實驗二】未知化合物溶液的凝固點測定：秤取9.75克的白色粉末，溶於50毫升的純水，攪拌使樣品完全溶解，再如實驗一的步驟將此化合物溶液倒入試管中，每30秒記錄溶液的溫度。

賈同學分別將兩組實驗的數據，以時間（分）為橫軸，溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）為縱軸作圖，得到如圖4的冷卻曲線。



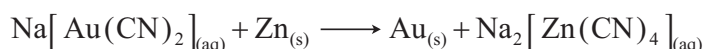
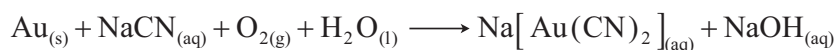
- 試問此化合物的水溶液凝固點下降度數（ $^{\circ}\text{C}$ ）應最接近下列哪一選項？
 (A) 0.7 (B) 1.4 (C) 2.0 (D) 2.8 (E) 4.8
- 已知水的凝固點下降常數為 $1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，則下列哪一選項最可能是此未知化合物的化學式？
 (A) NaCl (B) MgCl_2 (C) $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (D) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (E) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
- 早期新北市金瓜石附近除了產金外亦發現銅礦。由銅礦石所得到的粗銅常混著金、銀、鋁、鐵、白金及鋅等金屬。粗銅的純度不高，不適合作為電線、電纜的材料，但可經由電解精煉以提高銅的純度。銅的電解精煉如同實驗室的電解電鍍，精煉時以硫酸銅溶液為電解液，以純銅（精銅）與粗銅分別為兩電極，經通電一段時間後，純銅上的銅增多，同時其中一電極的下方會有金屬泥堆積。下列有關電解精煉銅的敘述，哪一選項正確？
 (A) 金屬泥位於陰極下方 (B) 金屬泥中含有金
 (C) 金屬泥中含有鐵 (D) 電解液可以改為硫酸銀溶液
 (E) 以粗銅為陰極，精銅為陽極
- 1-乙炔基環戊烯分子之碳原子鍵結的混成軌域種類與下列哪一個化合物相同？
 (A) 2,3-戊二烯 (B) 2-丁炔 (C) 1,4-環己二烯 (D) 甲苯 (E) 丁烯
- 生物體內含有許多不同種類的脂肪酸，其碳鏈中的碳-碳鍵均為單鍵者稱為飽和脂肪酸，具碳-碳雙鍵者稱為不飽和脂肪酸，不飽和脂肪酸中的碳-碳雙鍵可經由氫化反應形成飽和脂肪酸。若欲使下列1莫耳的不飽和脂肪酸完全氫化為飽和脂肪酸，則哪一選項所需的氫氣莫耳數最多？（括弧內為各脂肪酸的分子式）
 (A) 棉籽油中的軟脂油酸（ $\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_2$ ） (B) 向日葵籽油中的亞麻油酸（ $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ）
 (C) 豬油中的油酸（ $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ ） (D) 紫蘇油中的次亞麻油酸（ $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ ）
 (E) 魚油中的DHA（ $\text{C}_{22}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ）

10. 有關下列物質的敘述，哪一選項錯誤？

- (A) 鑽石與石墨皆為共價網狀固體，但二者的立體結構不同
- (B) NO_2^- 為一彎曲形離子
- (C) NF_3 為一平面三角形分子
- (D) CF_4 雖為非極性分子，但具有極性的共價鍵
- (E) 臭氧分子 (O_3) 為極性分子，並具有共振結構

11. – 12. 題為題組

氰化鈉 (NaCN) 是毒化物，與水反應易生成毒性極強的氰化氫 (HCN)。人體在短時間內，若吸入高濃度的氰化氫，會導致呼吸停止而死亡。然而，氰化鈉可以提煉黃金，首先將含金的礦物與氰化鈉、氧及水混合反應，生成水溶性的 $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ 與 NaOH 。其次是將生成的混合物過濾，將其濾液中和後，再與鋅反應，可得到金。此二反應式 (係數未平衡) 如下：



11. 試問 $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ 與 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ 中的 Au、Zn 的氧化數分別為何？

- (A) +1、+2 (B) +2、+1 (C) +2、+2
- (D) +3、+1 (E) +3、+2

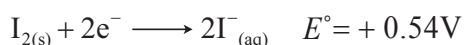
12. 下列相關敘述，哪一選項正確？

- (A) 氰化氫分子中沒有孤電子對
- (B) 氰化氫中碳和氮之間是以雙鍵的形式鍵結
- (C) 欲得 1 莫耳的金，理論上需用 4 莫耳的氰化鈉
- (D) 欲得 1 莫耳的金，理論上需用 0.5 莫耳的鋅
- (E) 將 1 莫耳的 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ 溶於水，會產生 7 莫耳的離子

13. 石油氣的主要成分是丙烷 (C_3H_8) 和丁烷 (C_4H_{10})，今取少量丙烷和丁烷的混合氣體在充足的氧氣下完全燃燒，將所得的產物，先經過含無水過氯酸鎂的吸收管，再經過含氫氧化鈉的吸收管，兩管的質量分別增加 5.58 克及 10.56 克。試問此混合氣體中，丙烷的莫耳分率應為下列哪一選項？

- (A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{3}{4}$ (C) $\frac{2}{5}$
- (D) $\frac{3}{5}$ (E) $\frac{4}{7}$

14. 在 25°C 時，下列三個半反應的標準還原電位如下：



則在標準狀態下，下列何者為最強的還原劑？

- (A) $\text{Al}^{3+}_{(aq)}$ (B) $\text{Al}_{(s)}$ (C) $\text{I}_{2(s)}$
- (D) $\text{I}^{-}_{(aq)}$ (E) $\text{MnO}_4^{-}_{(aq)}$

15. 氟化鉛 (PbF_2) 為難溶於水的化合物，其溶度積 (K_{sp}) 為 3.2×10^{-8} ，而氫氟酸 (HF) 是弱酸，其酸解離常數 K_a 為 6.8×10^{-4} 。若取過量的 PbF_2 固體，加入水中形成飽和溶液，並有剩餘未溶解的 PbF_2 固體。試問加入下列哪一物質於此溶液中，最能增加 PbF_2 的溶解度？

(A) $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ (B) $\text{NaNO}_{3(\text{aq})}$ (C) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})}$
(D) $\text{NaF}_{(\text{aq})}$ (E) $\text{PbF}_{2(\text{s})}$ 晶體

16. – 17. 題為題組

去年八月，某一水圳森林公園的湖水有一段時間常出現死魚，經家畜疾病防治所採取該湖水樣品化驗，發現常見危害環境的化學物質含量並未超過法規標準，死魚樣體送驗也未驗出任何病毒。

16. 下列有關該湖水水質的敘述，何者正確？

(A) 公園湖水若未被汙染，則湖內除了水外不含有任何化合物
(B) 此地風大時，湖上的空氣會迅速被風帶走，依勒沙特列原理，此時湖水中的溶氧量會降低
(C) 夏季高溫可使該湖水中溶氧量減少，致使魚群死亡
(D) 若遊客餵食湖內的魚類，使有機物堆積於湖底，有助於水質優養化，可減少湖內魚類的死亡
(E) 若湖水樣品中的二氧化碳濃度下降，則其 pH 值會略為下降

17. 在 25°C 時，湖水樣品化驗結果顯示湖水之 pH 值為 7.98，假設此數值完全受湖水中某鹼性化合物甲的影響，而當時化合物甲的濃度為 0.01 M ，則其鹼解離常數應最接近下列哪一數值？

(A) 10^{-4} (B) 10^{-6} (C) 10^{-8}
(D) 10^{-10} (E) 10^{-12}

18. – 19. 題為題組

林同學欲探究實驗室內一瓶陳舊氯酸鉀 (KClO_3) 試藥的純度，由上課所學得知：氯酸鉀在高溫下可完全分解產生氯化鉀和氧氣，於是取此氯酸鉀試樣 1.50 g ，將其加熱分解，以排水集氣法收集氧氣，直到不再有氧氣產生，共收集 250 mL 的氧氣。若實驗時，水的溫度為 32°C 、大氣壓力為 736 mmHg 。依上述實驗數據，試回答下列問題。(已知 32°C 時水的飽和蒸氣壓為 36 mmHg ，且氧氣的溶解度極小，可忽略不計)

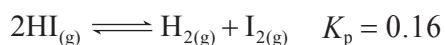
18. 此實驗共收集多少莫耳的氧氣？

(A) 1.6×10^{-3} (B) 4.1×10^{-3} (C) 9.2×10^{-3}
(D) 8.8×10^{-2} (E) 7.3×10^{-2}

19. 此氯酸鉀試藥的純度，最接近下列哪一數值 (%)？(原子量： $\text{K} = 39.1$ ， $\text{Cl} = 35.5$ ， $\text{O} = 16.0$)

(A) 32 (B) 50 (C) 75
(D) 89 (E) 95

20. 將 1.92 g HI 氣體注入 1.0 公升的真空容器內，在 732 K 下進行下列反應：



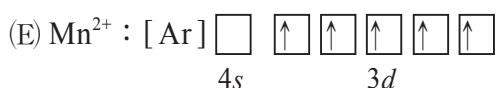
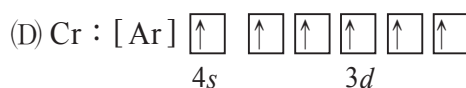
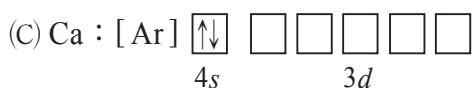
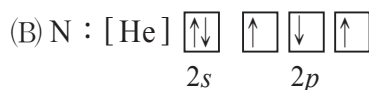
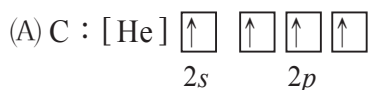
當反應達平衡時，容器內總壓為 0.90 大氣壓，則此時 $\text{HI}_{(\text{g})}$ 的分壓為多少大氣壓？(HI ，分子量 = 128)

(A) 0.20 (B) 0.25 (C) 0.40
(D) 0.50 (E) 0.80

二、多選題（占 20 分）

說明：第 21 題至第 25 題，每題有 5 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 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 電子組態是原子或離子中之電子在軌域的排列狀態，下列原子或離子的基態電子組態，哪些正確？

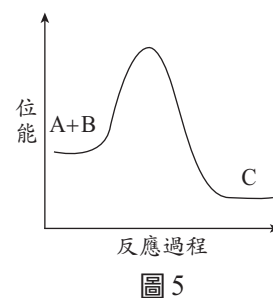


22. 室溫時，小明進行草酸鎂的溶度積 (K_{sp}) 測定實驗，將 1.12 g 草酸鎂固體 (MgC_2O_4 ，式量 = 112) 置於燒杯中，加入 100.0 mL 純水，並充分攪拌以達溶解平衡，過濾去除未溶解之草酸鎂固體後，得到飽和草酸鎂溶液。精確量取 25.0 mL 飽和草酸鎂溶液至錐形瓶中，並加入適量的 $1.0 \text{ M H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 溶液後，以 0.010 M 過錳酸鉀溶液進行滴定，共用了 10.0 mL 始達滴定終點。此滴定的反應式為： $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ (係數未平衡)。下列有關此實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 此滴定反應中，草酸根 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) 為氧化劑
 (B) 此滴定反應不需外加指示劑，僅由溶液本身的顏色變化，即可判斷是否達到滴定終點
 (C) 當溶液呈現 Mn^{2+} 紫色，且維持 30 秒以上時，即表示達到滴定終點
 (D) 此滴定必須於酸性溶液中進行，以避免生成其他產物
 (E) 此實驗所測得的草酸鎂溶度積應接近 1.0×10^{-4}

23. 圖 5 為反應式 $\text{A}(\text{aq}) + \text{B}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{aq})$ 之反應過程的能量變化。下列有關此反應的敘述，哪些正確？

- (A) 該反應為放熱反應
 (B) 反應溫度升高時，反應平衡常數會下降
 (C) 反應溫度升高時，正向與逆向反應的速率常數皆增加
 (D) 反應達平衡時，正向反應速率大於逆向反應速率
 (E) 反應達平衡時，正向與逆向反應具有相同的速率常數



24. 在麵包的製作過程中，常以小蘇打 (NaHCO_3) 做為膨鬆劑，然而在使用小蘇打之前，碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 亦曾是這類食品的膨鬆劑。使用碳酸氫銨時，於麵包烘焙過程中 (約 190 至 230°C) 會釋出甲、乙與丙三種氣體，其中甲有刺鼻味，而乙與丙均沒有味道。若於同溫度範圍內使用小蘇打烘焙麵包時，則會產生兩種氣體及碳酸鈉 (Na_2CO_3)。下列有關此兩種烘焙過程的敘述，哪些正確？

- (A) 每 1 莫耳的碳酸氫銨會產生 4 莫耳的氣體 (B) 每 1 莫耳的小蘇打會產生 3 莫耳的氣體
 (C) 使用小蘇打時，不會產生甲 (D) 使用小蘇打時，會產生乙與丙
 (E) 使用碳酸氫銨時，所產生的甲是尿素 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)

25. 下列有關 1-丁炔與 2-丁炔的敘述，哪些正確？

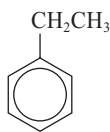
- (A) 1-丁炔可與 2 莫耳的溴化氫進行加成反應產生二溴丁烷
 (B) 2-丁炔可與 2 莫耳的溴進行取代反應產生四溴丁烷
 (C) 在硫酸與硫酸汞的催化下，1-丁炔可與水反應生成丁醛
 (D) 在硫酸與硫酸汞的催化下，2-丁炔可與水反應生成丁酮
 (E) 1-丁炔與 2-丁炔互為幾何異構物

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有三大題，作答需標明大題號（一、二、三）與子題號（1、2、……），不必抄題。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。每一子題配分標於題末。

一、化合物甲、乙、丙、丁、戊皆為苯的衍生物且互為同分異構物，分子式為 C_7H_8O 。其中，化合物甲可經數步驟的化學反應合成止痛劑阿司匹靈。化合物乙與過錳酸鉀溶液在鹼性條件下共熱，再經酸處理可得苯甲酸。已知五個化合物中，化合物丙的沸點最低。化合物乙可與乙酸在硫酸的催化下反應，脫水生成化合物己。試寫出化合物甲、乙、丙、己的結構式。（每一結構式 2 分，共 8 分）

範例：乙基苯的結構式可書寫如右：



二、洪同學在實驗室測量下列反應的反應速率：



反應物的初濃度及所得的初速率如右表所示。此反應的反應速率定律式可書寫為：速率 = $k[CO]^m[NO_2]^n$ 。試列出計算式，並求出下列數值。

$[CO]_{初} (M)$	$[NO_2]_{初} (M)$	初速率 (M/s)
0.10	0.10	0.0020
0.10	0.20	0.0080
0.20	0.20	0.0080

1. 速率定律式中的 m 與 n 值。（2 分）

2. 速率定律式中的速率常數 k 。（2 分）

3. 當 $[CO]_{初} = 0.40 M$ ， $[NO_2]_{初} = 0.10 M$ 時，此反應的初速率。（2 分）

三、瓶裝汽水是一種碳酸飲料，其製備是利用亨利定律的原理，將數個大氣壓力的 $CO_{2(g)}$ 壓入含糖及調味料飲用水的玻璃瓶中後，再加以密封。依據亨利定律，低溶解度的氣體在溶劑中的溶解度 (S) 與液面上該氣體的分壓 (p) 成正比，其比例常數稱為亨利定律常數 (k_H)，關係式可表示如右： $S = k_H \times p$ 。式中的 S 與 p 的單位分別為體積莫耳濃度 (M) 與大氣壓力 (atm)，而 CO_2 的 k_H 與溫度的關係如圖 6 所示。 $CO_{2(g)}$ 溶入水中生成 $CO_{2(aq)}$ 後，小部分溶入水中的 $CO_{2(aq)}$ 會與水反應形成 $H_2CO_{3(aq)}$ ，在 $25^\circ C$ 時，其平衡反應式與平衡常數如下：

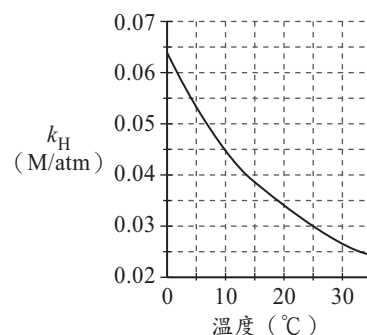
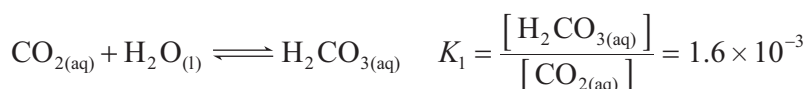


圖 6



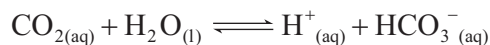
而 $H_2CO_{3(aq)}$ 在水中會解離成 $H^+_{(aq)}$ 與 $HCO_3^-_{(aq)}$ ，其平衡反應式與平衡常數如下：



今有一未開罐的汽水瓶，於 25℃ 時，瓶內上方的 $\text{CO}_{2(\text{g})}$ 壓力為 2.5 大氣壓，若其性質遵守亨利定律，試列出計算式，並求出下列數值。($\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73$)

1. 汽水中 $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ 的濃度 (M)。(2 分)

2. 下列平衡反應式的平衡常數。(2 分)



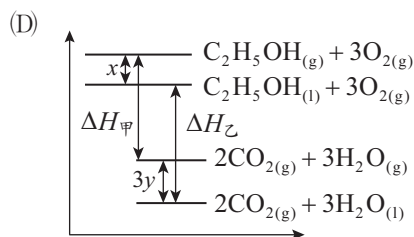
3. 汽水中氫離子濃度 $[\text{H}^+_{(\text{aq})}]$ (M)。(2 分)

107 學年度指定科目考試 自我檢測表

請在框內打「✓」，針對答錯的題目作記號，兩次練習、兩次驗收。答錯的題目依照「關鍵字」尋找它的觀念出處，把不熟的地方再複習一遍吧！

觀念出處	兩次作答結果		觀念出處	兩次作答結果	
1. 【選修化學】化學鍵結	☐	☐	16. 【基礎化學(二)】化學與化工	☐	☐
2. 【基礎化學(三)】化學平衡常數	☐	☐	17. 【選修化學】酸鹼的解離常數	☐	☐
3. 【選修化學】原子性質的趨勢	☐	☐	18. 【基礎化學(三)】理想氣體方程式	☐	☐
4. 【實驗】酸鹼滴定	☐	☐	19. 【基礎化學(一)】化學計量	☐	☐
5. 【實驗】凝固點下降的測定	☐	☐	20. 【基礎化學(三)】化學平衡	☐	☐
6. 【實驗】凝固點下降的測定	☐	☐	21. 【選修化學】電子組態	☐	☐
7. 【選修化學】電解與電鍍	☐	☐	22. 【實驗】溶度積測定	☐	☐
8. 【選修化學】混成軌域	☐	☐	23. 【基礎化學(三)】化學反應速率	☐	☐
9. 【選修化學】有機化合物	☐	☐	24. 【選修化學】無機化合物	☐	☐
10. 【選修化學】化學鍵結	☐	☐	25. 【選修化學】有機化合物	☐	☐
11. 【選修化學】氧化數	☐	☐	一 【選修化學】有機化合物	☐	☐
12. 【選修化學】無機化合物、錯合物	☐	☐	二 【基礎化學(三)】化學反應速率	☐	☐
13. 【基礎化學(一)】化學計量	☐	☐	三-1. 【選修化學】亨利定律	☐	☐
14. 【選修化學】氧化還原反應	☐	☐	三-2. 【基礎化學(三)】化學平衡常數	☐	☐
15. 【基礎化學(三)】溶解平衡	☐	☐	三-3. 【選修化學】弱酸水溶液的平衡	☐	☐

(C)物理變化之能量變化小於化學變化

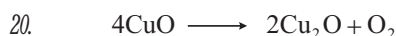
乙醇的汽化熱 x 小於水的汽化熱 y , 故 $x < 3y$

$$\Rightarrow |\Delta H_{\text{甲}}| < |\Delta H_{\text{乙}}|$$

$$(E) \Delta H_{\text{甲}} \times 2 = \Delta H_{\text{乙}}$$

19.(B)元素的是乙、丁、戊

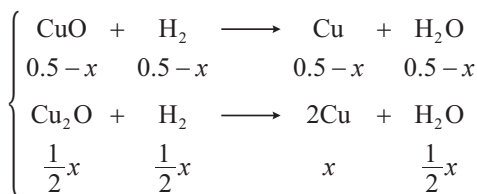
(E)共價鍵具有方向性, 金屬鍵及離子鍵皆無方向性。



$$\text{初} \quad \frac{40}{80} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{反} \quad \begin{array}{ccc} -x & +\frac{1}{2}x & \frac{1}{4}x \end{array}$$

$$\text{末} \quad \begin{array}{ccc} 0.5-x & \frac{1}{2}x & \frac{1}{4}x \end{array}$$



$$0.5-x + \frac{1}{2}x = \frac{0.8}{2} \Rightarrow x = 0.2$$

$$(A) \frac{0.2}{0.5} \times 100\% = 40\%$$

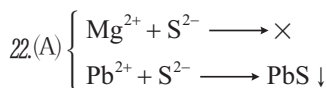
(B)產生 Cu: $0.5-x+x=0.5 \text{ mol}$, 共 $0.5 \times 64 = 32 \text{ g}$ (C) H_2 失去電子為氧化, 故 H_2 為還原劑

(D)擔任氧化劑與還原劑者為不同之原子, 非自身氧化還原

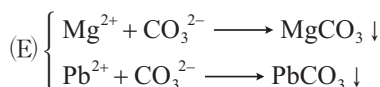
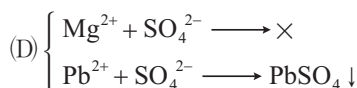
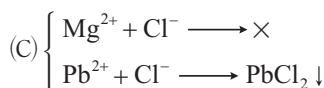
$$(E) \text{產生 } \text{H}_2\text{O}: 0.5-x + \frac{1}{2}x = 0.5 - \frac{x}{2} = 0.4 \text{ mol}$$

21.(C)水力發電缺點為生態的破壞

(E)風力為再生能源。



Pb 為兩性物質



23.(A) pH: 丙 > 甲 > 乙

(B) 25°C 時 K_w 皆為 10^{-14}

(C)弱酸為弱電解質, 強酸、強鹼完全解離, 為強電解質

(D) $[\text{OH}^-]$: 丙 > 甲 > 乙

(E)酸、鹼當量數相同, 完全反應。

24.甲、乙、丙、丁分別為 C、O、Na、Si 原子

(A) CO 、 CO_2 為分子化合物(B) SiO_2 為網狀物, 亦有結構式(C) Na_2O 溶於水產生 NaOH , 鹼性, 呈紅色(D) SiO_2 、 CO_2 非同系物

故需 2 mol HCl 恰可完全反應。

第貳部分：非選擇題

一、1. 過氧酸鎂, 水 2. CH_2 , C_6H_{12} 3. 見解析。

【解析】

$$2. \text{甲管吸 } \text{H}_2\text{O}, \text{H 重}: 2.7 \times \frac{2}{18} = 0.3 \text{ g}$$

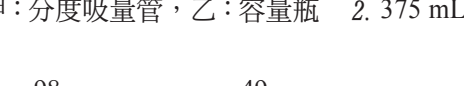
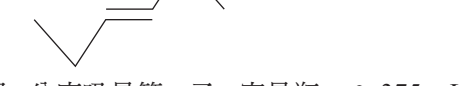
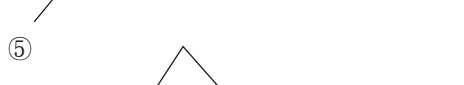
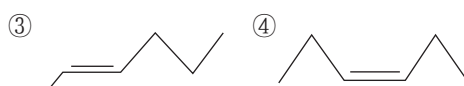
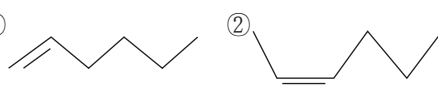
$$\text{乙管吸 } \text{CO}_2, \text{C 重}: 6.6 \times \frac{12}{44} = 1.8 \text{ g}$$

$$\text{C} : \text{H 原子數比} = \frac{1.8}{12} : \frac{0.3}{1} = 1:2, \text{簡式 } \text{CH}_2$$

$$\text{分子量} = 3.4 \times 24.5 \approx 84 \quad (\text{CH}_2)_n = 84 \Rightarrow n = 6$$

分子式為 C_6H_{12}

3. 烯類: ①



二、1. 甲: 分度吸量管, 乙: 容量瓶 2. 375 mL 3. 600。

【解析】

$$2. V \times 1.6 \times \frac{98}{100} = 1000 \times 1.2 \times \frac{49}{100} \Rightarrow V = 375 \text{ mL}$$

$$3. 375 \times 1.6 + W_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \times 1.2, W_{\text{H}_2\text{O}} = 600 \text{ g} = 600 \text{ mL}$$

三、1. $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 2. 154 g。

【解析】

$$2. \text{Li} = \frac{168}{24} = 7 \text{ mol}, \text{吸收 } \text{CO}_2: \frac{7}{2} \text{ mol}$$

$$\text{共 } \frac{7}{2} \times 44 = 154 \text{ g}$$

第 2 單元

1.(E) 2.(D) 3.(E) 4.(E) 5.(A) 6.(A) 7.(D) 8.(A) 9.(C)
 10.(C) 11.(A) 12.(B) 13.(A)(C)(E) 14.(A)(B)(C)(E) 15.(C)(D)(E)
 16.(A)(C)(D) 17.(B)(C)(D) 18.(B)(C)(E) 19.(A)(C) 20.(A)(D)(E)
 21.(A)(C)(E) 22.(C)(D)(E) 23.(B)(C) 24.(A)(C)(D)

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 右管中空氣的壓力即為兩邊水銀柱的高度差

$$\therefore P_{\text{空氣}} = \text{兩邊水銀柱的高度差} = \text{等於上方的長度差} \\ = 28.5 - 9.5 = 19 \text{ cmHg}$$

2. 設攝氏零度的絕對溫度度數為 x K

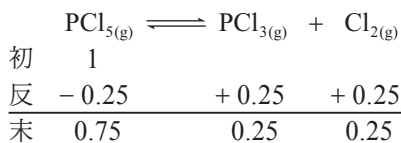
當 n 、 V 一定時： $P \propto T$ (給呂薩克定律)

$$\text{即 } \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{0+x}{100+x} \Rightarrow x = \frac{100a}{b-a}$$

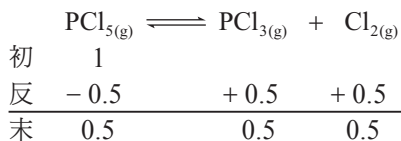
$$\therefore 0^\circ\text{C} = x\text{K} = \frac{100a}{b-a}\text{K}$$

3. 設原有 $\text{PCl}_{5(g)}$ 為 1 mol，則在溫度為 T (K) 時：



$$n_t = 0.75 + 0.25 + 0.25 = 1.25 \text{ (mol)}$$

在溫度為 $2T$ (K) 時：



$$n_t' = 0.5 + 0.5 + 0.5 = 1.5 \text{ (mol)}$$

由 $PV = nRT$ $\therefore V$ 相同 $\therefore P \propto nT$

$$\text{即 } \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1 \times T}{n_1' \times 2T} = \frac{1.25 \times 1}{1.5 \times 2} = \frac{5}{12}$$

4. N.T.P. 下，1 mol 氣體體積為 24.5 L

$$\therefore \text{平均分子量 } M = \text{氣體莫耳體積} \times \text{氣體密度} \\ = 24.5 \times 1.18 = 28.91$$

又混合氣體分子量須介於兩者之間。

$$(A) \text{He} = 4, \text{NH}_3 = 17 \Rightarrow 4 < 17 < 28.91$$

$$(B) \text{C}_2\text{H}_4 = 28, \text{CH}_4 = 16 \Rightarrow 16 < 28 < 28.91$$

$$(C) \text{H}_2 = 2, \text{N}_2 = 28 \Rightarrow 2 < 28 < 28.91$$

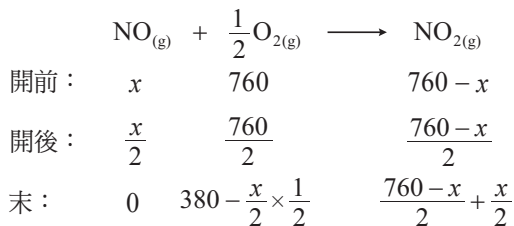
$$(D) \text{NO}_2 = 46, \text{N}_2\text{O}_4 = 92 \Rightarrow 28.91 < 46 < 92$$

$$(E) \text{Ne} = 20, \text{CO}_2 = 44 \Rightarrow 20 < 28.91 < 44$$

故選(E)。

5. 設 NO 有 x mmHg， NO_2 有 $(760 - x)$ mmHg

$$\text{由 } PV = nRT \Rightarrow P \propto n$$



$$380 - \frac{x}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{760-x}{2} + \frac{x}{2} = 665 \text{ mmHg}$$

$$\Rightarrow x = 380 \text{ mmHg}$$

$$\text{即 NO}\% = \frac{380}{760} \times 100\% = 50\%$$

6. 由 $PV = nRT$

$$\text{當 } n = 1, V = 1 \text{ 時, } P \times 1 = 1 \times R \times (273 + t)$$

$$P = Rt + 273R = a_1 t + b_1 \Rightarrow a_1 = R, b_1 = 273R$$

$$\text{當 } n = 1, V = 2 \text{ 時, } P \times 2 = 1 \times R \times (273 + t)$$

$$P = \frac{1}{2}Rt + \frac{273}{2}R = a_2 t + b_2 \Rightarrow a_2 = \frac{1}{2}R, b_2 = \frac{273}{2}R$$

$$\text{即 } a_1 = 2a_2, b_1 = 2b_2$$

7. ①高溫、低壓且分子間引力愈小者，其性質最接近理想氣體。

②分子量較大者通常分子間引力(凡得瓦力)較大，較不理想，但 $\text{NH}_{3(g)}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ 等分子量雖不大，但分子間有氫鍵，所以分子間引力亦偏大，故較不理想。

故選(D)。

8. 氣體連通且無化學反應，利用莫耳數守恆來求解

$$n = \frac{P \times V}{R \times T}$$

$$\frac{0.5 \times 2V}{R \times 300} = \frac{P \times V}{R \times 600} + \frac{P \times V}{R \times 300} \Rightarrow P = \frac{2}{3} \text{ atm}$$

9. (A)當 B 罩在 A 杯上時，氫氣會逸散進入 A 杯，氮氣也會由 A 杯逸出

(B)(C)(D)當 B 罩在 A 杯上，由於氫氣逸散進入 A 杯的速率大於氮氣由 A 杯逸出的速率，所以水瓶內的壓力會比外界空氣壓力大，因此水會經由 C 管被壓出。(此時外界空氣不會經 C 管而被抽入水中)

$$(E) \text{同溫同壓時, 由 } r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

$$\Rightarrow r_{\text{H}_2} : r_{\text{N}_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{28}} \therefore r_{\text{H}_2} > r_{\text{N}_2}$$

10. (A)(B)由 $PV = nRT$ ，則 $P = \frac{nRT}{V}$ ，根據圖 4，

$$P_{\text{左}} = P_{\text{右}}, \frac{n_{\text{左}}RT}{V_{\text{左}}} = \frac{n_{\text{右}}RT}{V_{\text{右}}}, n_{\text{左}} : n_{\text{右}} = 1 : 4 = n : 4n$$

$$\text{根據圖 5, } \frac{(n+3) \times RT}{1} = \frac{(4n+2) \times RT}{2}$$

$$\Rightarrow n = 2 \text{ mol}$$

(C)(D)由 $PV = nRT$ ，則 $P_{\text{左}} \times \frac{1}{5}V = 2RT$

$$P_{\text{左}}' \times \frac{1}{3}V = 5RT \therefore \frac{P_{\text{左}}'}{P_{\text{左}}} = \frac{10RT}{15RT} = \frac{2}{3}$$

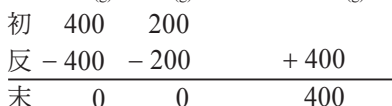
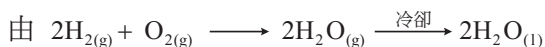
(E)由 $PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$

$$\Rightarrow \frac{(2+3) \times R \times (t+273)}{1} = \frac{(2 \times 4 + 2) \times R \times (27+273)}{1} \\ \therefore t = 327^\circ\text{C}$$

$$\text{II. } \text{H}_2 = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol}, \text{O}_2 = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{則 } P_{\text{H}_2} = 600 \times \frac{2}{2+1} = 400 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{O}_2} = 600 \times \frac{1}{2+1} = 200 \text{ mmHg}$$



$$\therefore P_{\text{H}_2\text{O}} = 400 > 24, \text{ 故 } P_{\text{H}_2\text{O}} = 24 \text{ mmHg}$$

$$\text{故總壓 } P = 0 + 0 + 24 = 24 \text{ mmHg}$$

12. 由 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$12 \times 75.4 = 6 \times P_2 \therefore P_2 = 150.8$$

$$\Rightarrow x = 150.8 - 75.4 = 75.4 \text{ cmHg}$$

$$\text{又 } 12 \times 75.4 = 4 \times P_2 \therefore P_2 = 226.2$$

$$\Rightarrow y = 226.2 - 75.4 = 150.8 \text{ cmHg}$$

二、多選題

13.(A)(B) 60°C 達平衡時，兩邊之壓力需相等，故為 360 mmHg

(此時 A 無液體，B 有液體存在)

最初 A 中甲醇之壓力 $P = 620 \text{ mmHg}$

$$\therefore V_A = V_0 \times \frac{620}{360} = 1.72 V_0$$

(C)(D)(E) 20°C 達平衡時，兩邊之壓力需相等，故為

40 mmHg (此時 A 無液體，B 有液體存在)

最初 A 中甲醇之壓力 $P = 100 \text{ mmHg}$

$$\therefore V_A = V_0 \times \frac{100}{40} = 2.5 V_0$$

但總體積最大為 $2V_0$

$$\text{故最後壓力 } P = 100 \times \frac{1}{2} = 50 \text{ mmHg}$$

(最後壓力無法達到 40 mmHg)

14.(A)由表中知蒸氣壓 760 mmHg 時之溫度為其正常沸點 80°C

(B)(E) $P - T$ 圖為直線 ($\frac{P}{T} = K$)，與橫軸交於 -273°C

(C)虛線部分為固、液共存，故如欲得虛線部分圖形，必須增加液態物質之用量

(D)由圖知全為氣體時為 60°C 、400 mmHg

$$PV = nRT \Rightarrow 400 \times 0.8 = n \times 62.4 \times (273 + 60)$$

$$\therefore n = 0.0154 \text{ mol}$$

15.(A) A 變為 B 的變化因素為溫度

A $\rightarrow$ B：體積一定， $P \propto T$

$$\Rightarrow 1 \text{ atm} \rightarrow 3 \text{ atm} \quad \therefore 150 \text{ K} \rightarrow 450 \text{ K}$$

(B) A $\rightarrow$ C：定量氣體 $\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$

$$\Rightarrow \frac{1 \times 1}{150} = \frac{3 \times 2}{T_C} \quad \therefore T_C = 900 \text{ K}$$

(C)(D) C $\rightarrow$ D：溫度一定，波以耳定律 $P \propto \frac{1}{V}$

$$T_D = T_C = 900 \text{ K}$$

(E) 1 m^3 變 2 m^3 且 1 atm 變 3 atm $\therefore A \rightarrow C$ 。

16.(A)(C)(D)氣體混合後，彼此互相不起化學反應（即可以適用於分壓定律）

(B) $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ ，平衡壓力會變小

(E) $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ ，平衡壓力會變小。

17.(A)真實氣體在高溫、低壓下，較近似理想氣體

(E)理想氣體具有質量。

18.(A)三種變數 $\rightarrow$ 固定其中一項 $\rightarrow$ 畫鉛直輔助線（先固定體積）

由 $PV = nRT$ ， n 、 V 一定

$$\Rightarrow P \propto T$$

$$\therefore P_2 < P_1$$

$$\therefore T_2 < T_1$$

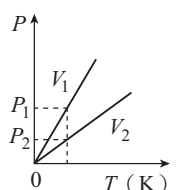
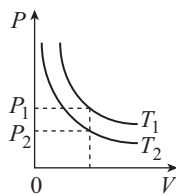
(B)畫鉛直輔助線（先固定溫度）

由 $PV = nRT$ ， n 、 T 一定

$$\Rightarrow P \propto \frac{1}{V}$$

$$\therefore P_1 > P_2$$

$$\therefore V_1 < V_2$$



(C)畫鉛直輔助線（先固定溫度）

由 $PV = nRT$ ， n 、 T 一定

$$\Rightarrow P \propto \frac{1}{V}$$

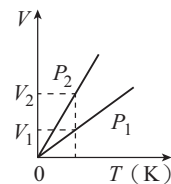
$$\therefore V_2 > V_1 \quad \therefore P_2 < P_1$$

(D)由 $PV = nRT$ ， n 一定 $\Rightarrow PV \propto T$

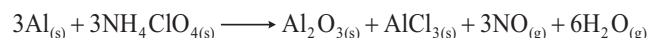
$$\therefore T_1 > T_2 \quad \therefore P_1 V_1 > P_2 V_2$$

(E)由 $PV = nRT$ ， n 一定 $\Rightarrow \frac{PV}{T} = R$

$$\therefore n \text{ 一定} \quad \therefore \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$



19.(A)反應式為：



則 $a + b + c + d = 3 + 1 + 1 + 6 = 11$

(B)可由 $PV = nRT$ 求出，即 $0.6 \times 0.82 = n \times 0.082 \times 400$

$$\therefore n = 0.015 \text{ mol}$$

(C) $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0.6 \times \frac{6}{3+6} = 0.4$ 大氣壓

代入 $PV = nRT$ ，則 $0.4 \times 0.82 = n \times 0.082 \times 400$

$$\therefore n = 0.01 \text{ 莫耳}$$

(D) $3\text{Al}_{(s)} + 3\text{NH}_4\text{ClO}_{4(s)} \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_{3(s)} + \text{AlCl}_{3(s)} + 3\text{NO}_{(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$

若完全反應可生成總氣體應為 3.0 莫耳

(E)若完全反應可放出熱量為 $2677 \times \frac{1}{3} = 892.3$ 千焦

20.(A) A、B、C 三容器已相通，故壓力是相同的

(B) A、B、C 三容器已相通，故 N_2 在 A、B、C 三容器的壓力均相同，應為 1 : 1 : 1

(C) He 在 A、B、C 的莫耳數比為 4 : 3 : 2 ($\therefore P$ 、 T 相同 $\therefore n \propto V$)

(D)由 $PV = nRT$ $\therefore P$ 、 T 相同 $\therefore n \propto V$

$$\text{即 } n_A : n_B : n_C = 4 : 3 : 2$$

(E)由 $PV = nRT \Rightarrow P = C_M RT$

$\therefore P$ 、 T 相同 $\therefore C_M$ 是相同的。

21.(B)查理定律

(D)亞佛加厥定律。

$$22. n_{\text{O}_2} = \frac{16}{32} = 0.5 \text{ 莫耳}, n_{\text{N}_2} = \frac{14}{28} = 0.5 \text{ 莫耳}$$

$$(A) D_{\text{O}_2} : D_{\text{N}_2} = \frac{16}{V} : \frac{14}{V} = 8 : 7$$

(B)由 $PV = nRT$ ， V 、 T 一定 $\Rightarrow P \propto n$

$$\therefore P_{\text{O}_2} : P_{\text{N}_2} = 0.5 : 0.5 = 1 : 1$$

(C)原子數比： $0.5 \times 2 : 0.5 \times 2 = 1 : 1$

(D)同溫下，平均動能比 = 1 : 1

$$(E) \text{由 } r \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \quad \therefore r_{\text{O}_2} : r_{\text{N}_2} = \frac{1}{\sqrt{32}} : \frac{1}{\sqrt{28}} = \sqrt{7} : 2\sqrt{2}$$

23.(A)(B)由題圖知： $T = 200 \text{ K}$ ， $D = 4 \text{ g L}^{-1}$ ， $P = 1 \text{ atm}$

$$\text{由 } PV = nRT \Rightarrow PM = DRT$$

$$1 \times M = 4.00 \times 0.082 \times 200 \Rightarrow M = 65.6$$

(C)(D)由 $PM = DRT$ ， M 、 T 相同 $\Rightarrow D \propto P$

$$\frac{6.00}{4.00} = \frac{P_B}{1} \Rightarrow P_B = 1.5 \text{ atm}$$

(E)同一氣體分子量比值為 1

第 3 單元

- 1.(D) 2.(E) 3.(C) 4.(D) 5.(A) 6.(B) 7.(E) 8.(C) 9.(C)
 10.(E) 11.(A) 12.(B) 13.(B)(C) 14.(D) 15.(B)(E) 16.(A)(D)
 17.(A)(C)(D)(E) 18.(A)(D)(E) 19.(B)(E) 20.(A)(C)(E) 21.(B)(E)
 22.(A)(B)(D)(E) 23.(B)(C)(D) 24.(C)(D)(E)

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. k 的單位為 $M^{1-\text{總級數}} \cdot \text{sec}^{-1}$ ，故總級數為 2。
 2. (A)(B) 不可能發生 (C) 為二級 (D) 為一級 (E) 為零級。
 3. 溫度下降，正、逆反應速率皆變慢
 $\Rightarrow m < 1, n < 1$
 又正反應活化能 (E_a) > 逆反應活化能 (E_r)
 $\Rightarrow m < n$
 綜合上述， $1 > n > m$ 。
 4. 經歷相同時間 ($\Delta t = 10$ 分)，[A] 的變化既非等差亦非等比級數，故本反應不是零或一級反應。設 $r = k[A]^n$

$$\begin{cases} \frac{2-1.33}{10-0} = k\left(\frac{2+1.33}{2}\right)^n \dots ① \\ \frac{1.33-1}{20-10} = k\left(\frac{1.33+1}{2}\right)^n \dots ② \end{cases}$$

 $\Rightarrow \frac{①}{②} \quad \frac{0.67}{0.33} = \left(\frac{3.33}{2.33}\right)^n$
 $\Rightarrow n = 2$ ，二級反應
 5. 甲至丁的反應速率既針對不同物質測量，且測量單位亦不同，應先換算相同基礎再予比較：

$$\text{甲、} -\frac{\Delta P_{\text{NO}}}{\Delta t} = r_{\text{NO}} = 2 \cdot r_{\text{總壓}}$$

$$\Rightarrow r_{\text{總壓}} = \frac{1}{2} \cdot 1 \frac{\text{mmHg}}{\text{sec}} \cdot 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}} = 30 \frac{\text{mmHg}}{\text{min}}$$

$$\text{乙、} -\frac{\Delta P_{\text{Cl}_2}}{\Delta t} = r_{\text{Cl}_2} = r_{\text{總壓}}$$

$$\Rightarrow r_{\text{總壓}} = 25 \frac{\text{mmHg}}{\text{min}}$$

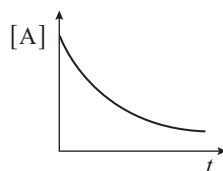
$$\text{丙、} +\frac{\Delta P_{\text{NOCl}}}{\Delta t} = r_{\text{NOCl}} = 2 \cdot r_{\text{總壓}}$$

$$\Rightarrow r_{\text{總壓}} = \frac{1}{2} \cdot 0.67 \frac{\text{mmHg}}{\text{sec}} \cdot 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}} = 20 \frac{\text{mmHg}}{\text{min}}$$

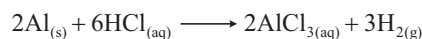
$$\text{丁、} -\frac{\Delta P_{\text{總壓}}}{\Delta t} = r_{\text{總壓}} \Rightarrow r_{\text{總壓}} = 15 \frac{\text{mmHg}}{\text{min}}$$

反應速率：甲 > 乙 > 丙 > 丁。

6. (B) $\Delta n = 0$ ，定容下壓力無變化。
 7. 一級反應， $r = k[A]$ ， $[A] \uparrow, r \uparrow$ 。又一級反應半生期 ($t_{\frac{1}{2}}$) 為定值，一級反應之 [A] 對時間 t 作圖如右。



$$8. n_{\text{H}_2} = \frac{165.23 - 165.17}{2} = 0.03 \text{ mol}$$



$$\Rightarrow n_{\text{Al}} = 0.03 \times \frac{2}{3} = 0.02 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow r_{\text{Al}} = \frac{0.02 \text{ mol}}{1 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol/min}$$

$$24. (A) r \propto \ell \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \quad (\text{同 } P、T \text{ 下}), \quad \frac{r_{\text{NO}}}{r_{\text{SO}_3}} = \frac{\ell_{\text{NO}}}{\ell_{\text{SO}_3}} = \frac{\sqrt{30}}{\sqrt{80}} \approx \frac{1.63}{1}$$

$$\therefore \ell_{\text{NO}} = 30 \div \frac{1.63}{1} \Rightarrow \ell_{\text{NO}} \approx 48 \text{ cm}$$

(B) 玻璃管內壁需乾燥，因為 SO_3 、 SO_2 、 NO_2 均易溶於水。若潮溼會增加誤差

$$(D) \frac{r_{\text{HCl}}}{r_{\text{NH}_3}} = \frac{\ell_{\text{HCl}}}{\ell_{\text{NH}_3}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{36.5}}}{\frac{1}{\sqrt{17}}} \approx \frac{1}{1.47}$$

$$(E) \ell \propto \frac{1}{\sqrt{M}} \quad (\text{同 } P、T)，\text{溫度升高不會改變白煙的位置}$$

(白煙 NH_4Cl 距兩端的距離比不變)。

第貳部分：非選擇題

一、1. 50 2. 67.16。

【解析】

1. 左管原來壓力 $P_1 = 76 + 44 = 120 \text{ cmHg}$

設需加入 $x \text{ cm}^3$ 的水銀，由波以耳定律知：

$$120 \times 20 = (120 + x - 5 - 5) \times (20 - 5) \quad \therefore x = 50 \text{ cm}^3$$

2. $120 \times 20 = 76 \times V_2 \quad \therefore V_2 = 31.58, 31.58 - 20 = 11.58$

設需取出 $y \text{ cm}^3$ 的水銀

$$76 = 120 - y + 11.58 + 11.58 \quad \therefore y = 67.16 \text{ cm}^3$$

二、1. 0.27 2. 1.07 3. 0.67。

【解析】



$$PV \text{ 初 } 0.70 \times 2 \quad 0.60 \times 1$$

$$\text{反 } -0.60 \quad -0.60$$

$$\text{末 } 0.80 \quad 0$$

$$0.80 = P \times (2 + 1) \Rightarrow P \approx 0.27 \text{ atm}$$

2. 由 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$2 \times 0.70 = P_A' \times (2 + 1) \Rightarrow P_A' \approx 0.47 \text{ atm}$$

$$\text{又 } P_B' = 0.60 \text{ atm (飽和蒸氣壓)}, P_t = 0.47 + 0.60 = 1.07 \text{ atm}$$

3. 設有 $x \text{ (atm} \times \text{L)}$ 的 NO_2 反應



$$PV \text{ 初 } 0.60 \times 1 \quad 0.70 \times 2$$

$$\text{反 } -x \quad -x \quad +x \quad +x$$

$$\text{末 } 0.6 - x \quad 1.4 - x \quad x \quad x$$

$$P_t V_t = (0.6 - x) + (1.4 - x) + x + x = 2.0$$

$$2.0 = P_t' \times (2 + 1) \Rightarrow P_t' = \frac{2.0}{3} \approx 0.67 \text{ atm}$$

三、1. $2\text{KClO}_{3(\text{s})} \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl}_{(\text{s})} + 3\text{O}_{2(\text{g})}$ ， $\text{MnO}_{2(\text{s})}$ 為催化劑

2. 730 mmHg，215 mL 3. 0.31 克。

【解析】

$$2. P_g = 760 - 25 - \frac{6.8}{13.6} \times 10 = 730 \text{ mmHg}$$

$$\text{由 } \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} \Rightarrow \frac{730 \times 246}{760 \times V} = \frac{n \times 300}{n \times 273} \quad \therefore V = 215 \text{ mL}$$

$$3. \text{代入 } PV = \frac{W}{M} RT \Rightarrow 1 \times 0.215 = \frac{W}{32} \times 0.082 \times (0 + 273)$$

$$\therefore W \approx 0.31 \text{ 克}$$

107 學年度指定科目考試

- 1.(B) 2.(E) 3.(D) 4.(E) 5.(C) 6.(D) 7.(B) 8.(A) 9.(E)
10.(C) 11.(A) 12.(D) 13.(E) 14.(B) 15.(A) 16.(C) 17.(D) 18.(C)
19.(B) 20.(D) 21.(C)(D)(E) 22.(B)(D)(E) 23.(A)(B)(C) 24.(C)(D)
25.(A)(D)

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 打斷化學鍵需要吸熱，鍵能愈小所需的熱愈少，鍵愈容易斷裂。根據題目提供的數據，鍵能大小依序為 $O-H > H-H > C-H > N-H > O-O$ 。各分子所具有的鍵如下表，其中含有最易斷裂 $O-O$ 鍵的是過氧化氫。

選項	化學式	共價鍵
(A) 氫氣	H_2	$H-H$
(B) 過氧化氫	H_2O_2	$O-H$ 、 $O-O$
(C) 水	H_2O	$O-H$
(D) 氨	NH_3	$N-H$
(E) 甲烷	CH_4	$C-H$

2. 根據布洛酸鹼理論 $HA + B^- \rightleftharpoons A^- + HB$
酸 鹼 共軛鹼 共軛酸

若左邊的酸較右邊強，即酸性 $HA > HB$ ，平衡會傾向右邊，平衡常數較大。反之，若左邊的酸較右邊弱，平衡會傾向左邊，平衡常數較小。故比較反應式左右兩邊酸的強弱，即可判斷平衡傾向哪一邊，再據以判斷平衡常數的相對大小。

選項	酸的強弱	平衡傾向	K 的大小
(A)	$HClO_4 > HCN$	向右	K 較大
(B)	$HClO_4 > H_3O^+$	向右	K 較大
(C)	$CH_3COOH > H_2O$	向右	K 較大
(D)	$H_2O > NH_3$	向右	K 較大
(E)	$HCN < CH_3COOH$	向左	K 較小

3. 移去同一層的電子時，隨著失去電子的數目增加，原子的游離能也逐漸增加。但當開始移去內層電子時，因內層電子的能階較價電子低很多，連續游離能會突然增大。觀察圖中游離能突然增大的位置，甲、乙、丙分別在第 4、5、3 個電子開始為內層電子，故可推知價電子數分別有 3、4、2 個，也就是甲、乙、丙分別為第三週期的鋁 (Al)、矽 (Si)、鎂 (Mg)。

(A) 一般而言，同週期原子的半徑由左至右漸小，故丙 $>$ 甲 $>$ 乙

(B) 一般而言，同週期的電負度左至右漸大，故丙 $<$ 甲 $<$ 乙

(C) 鋁是兩性元素，氧化物可溶於強酸、強鹼中。溶於強酸中，生成 Al^{3+} ；溶於強鹼中，生成 $Al(OH)_4^-$

(D) 矽 (Si) 與碳形成的碳化矽，俗稱金剛砂，粒子間有為數眾多的共價鍵，熔點、沸點都高，硬度大。但共價鍵不像金屬鍵可滑動，故延展性不佳

(E) 氧化鎂溶於水產生氫氧化鎂，屬於弱鹼，可當胃藥 (制酸劑)。

4. (A) 當量點 B 的 pH 值在 9 附近，應選擇變色範圍 $pH 9 \pm 1$ (變色範圍為 $pH 8 - 10$) 的指示劑

(B) 酸鹼滴定可利用當量點 (B 點) 時 NaOH 的消耗量 (本題是 40 mL)，計算未知酸濃度。代入酸鹼滴定公式：

$$aM_1V_1 = bM_2V_2 \Rightarrow 1 \times C_M \times 20 = 1 \times 0.10 \times 40$$

得酸的濃度 C_M 為 0.2 M

(C) B 點的 pH 值在 9 附近，呈鹼性， OH^- 莫耳數應大於 H^+ 的莫耳數

(D) 緩衝溶液應同時存在一對共軛酸鹼對，C 點溶液中主要是酸反應後的共軛鹼和過量的強鹼

(E) 在半當量點 (A 點) 時，溶液的 $pH = pK_a$ 。A 點的 $pH > 4$ ，即 $pK_a > 4$ ，故 $K_a < 1 \times 10^{-4}$ 。

5. 作簡圖如右，純水的凝固點 $T_f = 1^\circ C$ ，化合物水溶液凝固點 T_f 為 $-1^\circ C$ ，故水溶液凝固點下降度數

$$\Delta T_f = 1 - (-1) = 2.0^\circ C。$$

6. 可從水溶液凝固點下降度數 ΔT_f 測得溶質的分子量，代入公式：

$$\Delta T_f = i \times K_f \times C_m \Rightarrow 2 = i \times 1.86 \times \left(\frac{9.75}{M} \times \frac{1000}{50} \right)$$

得溶質分子量 $M \approx i \times 180$ 。討論如下

① 當 $i = 1$ 時 (不解離)， $M \approx 180$ ，(D) $C_6H_{12}O_6 = 180$ ，分子量符合，(C)(E) 不合。

② 當 $i = 2$ 時 (解離成 2 個粒子)， $M \approx 360$ ，(A) 不合。

③ 當 $i = 3$ 時 (解離成 3 個粒子)， $M \approx 540$ ，(B) 不合。

7. 銅的電解精煉過程如下：控制電解電壓恰好在銅的氧化還原電位。將粗銅放在陽極，礦物中的銅會氧化成銅離子，活性比銅大的鋁、鐵、鋅等金屬也會氧化成離子，而活性比銅小的金、銀及白金等貴重金屬，不易氧化，當銅與其他金屬氧化成離子後，會掉落沉積在此電極 (陽極) 的下方。另一端的陰極，因受電壓控制只有銅離子會析出，鋁、鐵、鋅等離子與銅離子相比較難還原，故留在溶液中。

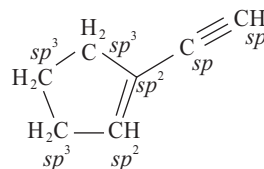
(A) 金屬泥應位於陽極下方

(C) 鐵的活性比銅大，已氧化成離子

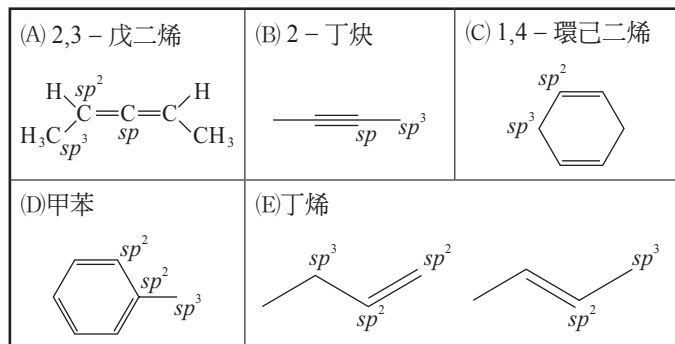
(D) 硫酸銀溶液含有銀離子，比銅離子更容易還原，因此電解時在陰極會先析出銀，而無法得到純銅

(E) 粗銅要氧化，應置於陽極，精銅要讓純銅析出在上面，應置於陰極。

8. 1-乙炔基環戊烯各個碳原子的混成軌域標示如下圖，共有 sp 、 sp^2 、 sp^3 三種混成軌域。



選項中碳原子的混成軌域種類標示如下頁，只有(A)三種混成軌域都有。



9. 每氫化不飽和脂肪酸中的 1 個碳-碳雙鍵，需要消耗 1 個 H_2 分子。分子式 $C_nH_yO_2$ 的不飽和脂肪酸，計算其較飽和脂肪酸少的 H 數，可推算碳-碳雙鍵數。

$\pi BN = \frac{(2n+2)-y-2}{2}$ (分子之 H 數減 2 是因羧基也有一個 π 鍵)，若 πBN 表示碳-碳雙鍵數， πBN 愈大表示氫化時需要愈多的氫氣。選項中以(E)魚油中的 DHA 具有 6 個碳-碳雙鍵最多，表示氫化 1 莫耳的 DHA，需要 6 莫耳的 H_2 分子。

選項	πBN
(A) $C_{16}H_{30}O_2$	$\frac{(2 \times 16 + 2) - 30 - 2}{2} = 1$
(B) $C_{18}H_{32}O_2$	$\frac{(2 \times 18 + 2) - 32 - 2}{2} = 2$
(C) $C_{18}H_{34}O_2$	$\frac{(2 \times 18 + 2) - 34 - 2}{2} = 1$
(D) $C_{18}H_{30}O_2$	$\frac{(2 \times 18 + 2) - 30 - 2}{2} = 3$
(E) $C_{22}H_{32}O_2$	$\frac{(2 \times 22 + 2) - 32 - 2}{2} = 6$

10. (A) 鑽石是立體的共價網狀固體，石墨是平面的共價網狀固體

(B) 根據 VSEPR， NO_2^- 屬於 AX_2E_1 型，有一對孤對電子，呈彎曲形

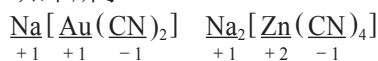
(C) 根據 VSEPR， NF_3 屬於 AX_3E_1 型，有一對孤對電子，應為角錐形，不是平面三角形

(D) CF_4 具有極性的 C-F 共價鍵，但因屬於 AX_4E_0 型，完全對稱，鍵偶矩完全抵銷，是非極性分子

(E) 臭氧分子屬於 AX_2E_1 型，有一對孤對電子，是極性分子，共振結構如下。



11. 化合物 $Na[Au(CN)_2]$ 及 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 均不帶電，故所有元素的氧化數總和應為 0。先算 Na^+ 為 +1，再算 CN^- 合起來視為 -1。當總和為零時，Au、Zn 的氧化數分別為 +1、+2，如下所示。



12. (A) 氰化氫的結構式為 $H-C \equiv N:$ ，在 N 原子上有一對孤電子對

(B) 如(A)的結構，C 和 N 之間應為參鍵

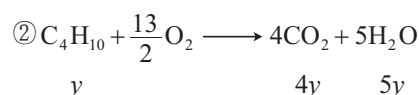
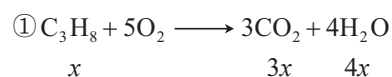
(C) 提煉黃金時，將 Au 氧化成 Au^+ ，並與 2 個 CN^- 離子結合生成 $[Au(CN)_2]^-$ 錯離子。與其他雜質分離後，再以還原劑(鋅)將 Au^+ 還原成 Au。理論上 1 莫耳的

金僅需 2 莫耳的 CN^- 離子，即 2 莫耳的氰化鈉
(D) 1 莫耳的 $[Au(CN)_2]^-$ (或其中的 Au^+) 還原成 Au，需獲得 1 莫耳的電子。而 1 莫耳的還原劑 Zn 變成 Zn^{2+} 可失去 2 莫耳電子，故理論上只需 0.5 莫耳的鋅即可
(E) 錯合物 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 溶於水反應式如下：
 $Na_2[Zn(CN)_4] \longrightarrow 2Na^+ + [Zn(CN)_4]^{2-}$ ，[] 表示錯離子，在水中不會再解離，故 1 莫耳 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 溶於水只會產生 3 莫耳的離子。

$$13. \text{無水過氯酸鎂會吸收 } H_2O \Rightarrow n_{H_2O} = \frac{5.58}{18} = 0.31 \text{ mol}$$

$$\text{氫氧化鈉會吸收 } CO_2 \Rightarrow n_{CO_2} = \frac{10.56}{44} = 0.24 \text{ mol}$$

設丙烷的莫耳數為 x，丁烷為 y。計算兩反應產生的 CO_2 和 H_2O 的莫耳數



$$\text{總莫耳數比: } \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O}} = \frac{0.24}{0.31} = \frac{3x+4y}{4x+5y} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow X_{\text{丙烷}} = \frac{4}{3+4} = \frac{4}{7}$$

14. 最強的還原劑就是自身最容易氧化者，應選氧化電位最高者。題目給的正反應是還原電位，故應選逆反應電位(即氧化電位)最大者，以 $Al(s)$ 的氧化電位 1.66 V 最大，故這些物質中，最強的還原劑就是 $Al(s)$ 。

15. 考慮 $PbF_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2F^-$ 的溶解平衡

① 加入含有生成物 Pb^{2+} 或 F^- 的物質，因為同離子效應，平衡向左，溶解度會變小。如(C)的 Pb^{2+} 與(D)的 F^- 。

② 加入固體 $PbF_{2(s)}$ 或與平衡無關的離子，平衡不移動，溶解度不變，如(B)與(E)。

③ 加入會消耗生成物 Pb^{2+} 或 F^- 的物質，平衡向右，溶解度會增加。如(A) HNO_3 的 H^+ 會與 F^- 反應生成 HF，溶液中的 F^- 變少，平衡向右移動，溶解度會增加。

16. (A) 未被污染的湖水也會有溶氧、二氧化碳或其他無毒性的物質

(B) 湖水上方不管有沒有風，都時時接觸空氣，溶氧量應該與空氣接觸無關。溫度和優養化對水中的溶氧量影響較大

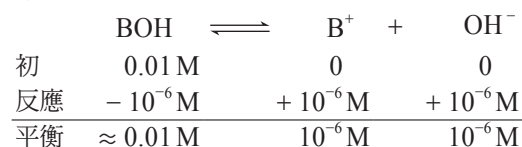
(C) 高溫會降低湖水中溶氧量，是合理的敘述

(D) 水質優養化時藻類大量繁殖，會消耗氧，溶氧量降低，會增加魚類死亡

(E) 二氧化碳溶於水呈酸性，二氧化碳濃度若下降，pH 值要上升才對。

$$17. \text{pH } 7.98 \text{ 以 pH } 8 \text{ 概算} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-6} \text{ M}$$

考慮甲(BOH)的游離反應如下：



$$\text{代入 } K_b = \frac{[B^+][OH^-]}{[BOH]} = \frac{10^{-6} \times 10^{-6}}{0.01} = 10^{-10}$$

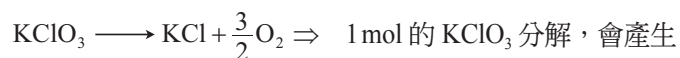
18. 氣體壓力扣掉水蒸氣壓，即為氧氣壓力

$$P_{O_2} = 736 - 36 = 700 \text{ mmHg}, \text{ 代入 } PV = nRT$$

$$\text{可得 } O_2 \text{ 莫耳數 } \frac{700}{760} \times \frac{250}{1000} = n \times 0.082 \times (273 + 32)$$

$$\text{得 } n \approx 9.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

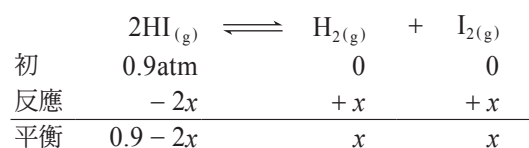
19. 設氯酸鉀的純度為 $P\%$ ，根據週期表計算式量 $KClO_3 = 122.6$



$\frac{3}{2}$ mol 的氧。 $KClO_3$ 分解出氧的莫耳數等於第 18 題收集氧

$$\text{的莫耳數，} \frac{1.50}{122.6} \times \frac{P}{100} \times \frac{3}{2} = 9.2 \times 10^{-3}, \text{ 得 } P \approx 50。$$

20. 反應式左右氣體分子係數和相同，表示平衡變動的過程，總壓都不變。所以平衡時容器內的總壓為 0.90 atm，表示分解前的 HI 總壓也是 0.90 atm。



$$\text{代入 } K_p = \frac{P_{H_2} \times P_{I_2}}{P_{HI}^2} = \frac{x \times x}{(0.9 - 2x)^2} = 0.16$$

兩邊同時開根號，得 $x = 0.2 \text{ atm}$

$$P_{HI} = 0.9 - 0.2 \times 2 = 0.50 \text{ atm}$$

二、多選題

21. 基態電子組態是能量最低的電子組態，需符合下列原理：

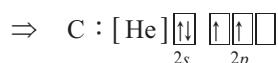
① 能量由低到高的構築原理。

② 每個軌域最多僅能容納自旋方向相反的兩個電子，稱為泡利不相容原理。

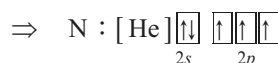
③ 能量相同的數個軌域，先填入 1 個自旋方向相同的電子，之後才能填入自旋方向相反的電子，稱為洪德定則。

【例外】若電子較多的 d 軌域填到 4 個或 9 個電子時，再 1 個電子就可以變成特別穩定的半滿或全滿的電子組態。此時若將 1 個 $4s$ 電子提升至 $3d$ 軌域，將使 d 軌域成為半滿或全滿的電子組態，此時整體能量更低，常見的有 Cr 與 Cu。

(A) 違反構築原理， $2s$ 軌域能量較低，應先填滿



(B) 違反洪德定則， $2p$ 應先填入自旋方向相同的電子



(D) Cr 屬於例外， d 軌域半滿較穩定，基態價電子組態 $4s^1 3d^5$ 是正確的

(E) Mn 失去電子變成 Mn^{2+} 時，會先失去最外層的 $4s^2$ 電子，正確。

22. (A) 草酸根 $C_2O_4^{2-}$ 變成 CO_2 ，氧化數從 +3 變成 +4，氧化數增加，表示被氧化，應當作還原劑，而非氧化劑

(B)(C) 在滴定達當量點前，過錳酸鉀滴入錐形瓶時，與草酸根反應後，過錳酸根本身的紫色會褪去。當達到滴定當量點時，草酸根恰好用完，過錳酸鉀恰好過量，過錳酸根本身的紫色不再褪去，故當溶液呈現紫色，且維持 30 秒以上時，即表示達到滴定終點

(C) 紫色是過錳酸根的顏色，不是 Mn^{2+}

(D) 酸 (H^+) 不但是反應物，也會決定過錳酸鉀反應後的產物。當溶液呈中性或弱鹼性時，過錳酸鉀氧化他物後自身會變成黑褐色的 MnO_2 ；當溶液呈強鹼性時，則生成綠色的 MnO_4^{2-} 。若反應的產物不同，氧化數變化會不同，轉移電子數的計算也會不同。

(E) 設草酸根濃度為 C_M ，代入氧化還原滴定公式

$$aM_1V_1 = bM_2V_2$$

$$2 \times C_M \times 25 = 5 \times 0.010 \times 10.0, \text{ 得 } C_M = 0.01 \text{ M}$$

草酸鎂溶度積

$$K_{sp} = [Mg^{2+}][C_2O_4^{2-}] = [C_2O_4^{2-}]^2 = (0.01)^2 = 1.0 \times 10^{-4}$$

23. (A) 由圖知，生成物的能量較低，故為放熱反應

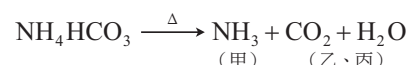
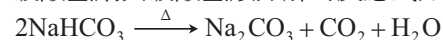
(B) 因正反應為放熱反應，溫度升高時，平衡會向左，故平衡常數會變小

(C) 不論正向或逆向，溫度升高時，反應物和生成物粒子的平均能量均變大，超過低限能的粒子數均增多，因此速率皆增加。速率定律式中反應速率常數也會增大

(D) 達平衡時，正、逆反應速率應相等

(E) 達平衡時，因正、逆反應速率相等，根據速率定律式，除非反應物的濃度乘積和生成物相等，速率常數才會相同，也就是說，反應速率相等不表示速率常數會相等。

24. 碳酸氫鈉與碳酸氫銨分解的反應式如下：



因反應溫度在 200°C 上下，產物的 H_2O 視為氣體。

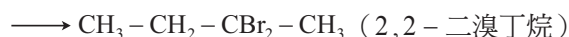
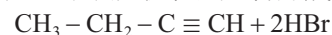
(A) 產生 NH_3 、 CO_2 、 H_2O 共 3 莫耳的氣體

(B) 產生 CO_2 、 H_2O 各 0.5 莫耳，共 1 莫耳的氣體， Na_2CO_3 是固體

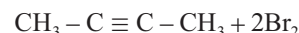
(C)(D) 小蘇打分解不會產生甲 (NH_3)，會產生 CO_2 、 H_2O

(E) 根據碳酸氫銨分解的反應式，有刺鼻味的甲是氨 (NH_3)。

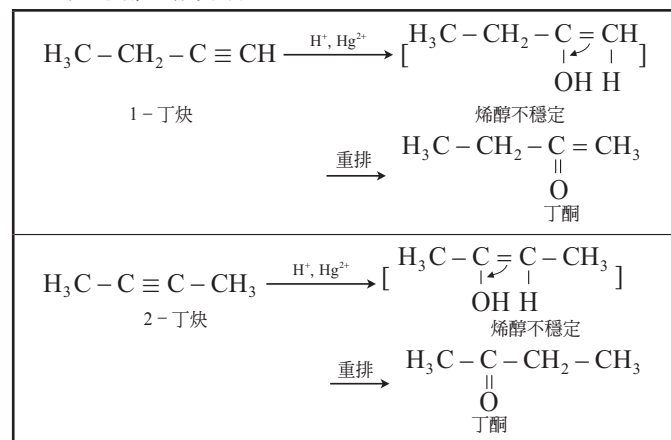
25. (A) 1-丁炔與溴化氫進行加成反應，產生二溴丁烷



(B) 炔與溴進行加成反應才會產生四溴丁烷，不是取代反應



(C)(D) 在硫酸與硫酸汞的催化下，1-丁炔、2-丁炔與水反應都生成丁酮



(E)幾何異構物就是順反異構物，炔類一般沒有順反異構物。1-丁炔與2-丁炔是炔（官能基）的位置不同，屬於位置異構物。

第貳部分：非選擇題

甲	乙	丙	己

【解析】

分子式為 C_7H_8O 且含有苯環的異構物有下列 A~E 五種

酚			醇	醚
A	B	C	D	E

強氧化劑可將接在苯環上的碳，氧化成苯甲酸，上述五種異構物氧化產物如下：

				醚類無反應
柳酸			苯甲酸	

- 合成阿司匹靈的起始物是柳酸，所以推知甲的結構為 A。
- 乙被氧化成苯甲酸，所以推知乙的結構為 D。
- 丙的沸點最低，應為沒有氫鍵的醚類，所以推知丙的結構為 E。
- 乙是苯甲醇，在硫酸的催化下，可和有機酸（乙酸）脫水得到酯類，所以己應該是乙酸苯甲酯。

二、1. $m = 0$ ， $n = 2$

2. $k = 0.20 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$

3. $r = 0.0020 \text{ M/s}$ 。

【解析】

設速率定律式為 $r = k[\text{CO}]^m[\text{NO}_2]^n$

- 比較實驗 1、2，當 $[\text{CO}]$ 固定時， $[\text{NO}_2]$ 變 2 倍，速率變成 $\frac{0.0080}{0.0020} = 4$ 倍 $\Rightarrow r \propto [\text{NO}_2]^2 \Rightarrow$ 得 $n = 2$
比較實驗 2、3，當 $[\text{NO}_2]$ 固定時， $[\text{CO}]$ 變 2 倍，速率不變 $\Rightarrow r \propto [\text{CO}]^0 \Rightarrow$ 得 $m = 0$
- 將實驗 1 數據代入速率定律式： $r = k[\text{CO}]^0[\text{NO}_2]^2$
 $0.0020 = k[0.10]^0[0.10]^2$ ，得 $k = 0.20 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$
- 將 $[\text{CO}] = 0.40 \text{ M}$ ， $[\text{NO}_2] = 0.10 \text{ M}$ 代入速率定律式
 $r = k[\text{CO}]^0[\text{NO}_2]^2$
得 $r = 0.20 \times [0.40]^0[0.10]^2 = 0.0020 \text{ M/s}$

三、1. 0.075 M

2. 4×10^{-7}

3. $1.73 \times 10^{-4} \text{ M}$ 。

【解析】

- 從圖中找出 25°C 時，亨利定律常數 (k_H) 為 0.03 M/atm 將瓶內上方 CO_2 壓力 (2.5 大氣壓)，代入亨利定律，可得 $\text{CO}_{2(\text{aq})}$ 的濃度 S 。

$$S = k_H \times p = 0.03 \times 2.5 = 0.075 \text{ M}$$

$$2. \text{CO}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \quad K_1 = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}]}{[\text{CO}_{2(\text{aq})}]} = 1.6 \times 10^{-3} \dots \textcircled{1}$$

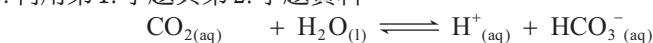
$$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} \quad K_a = 2.5 \times 10^{-4} \dots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \Rightarrow \text{CO}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$$

$$K = K_1 \times K_a = (1.6 \times 10^{-3}) \times (2.5 \times 10^{-4}) = 4 \times 10^{-7}$$

(反應式相加，平衡常數相乘)

- 利用第 1. 小題與第 2. 小題資料



初	0.075M	0	0
反應	-xM	+xM	+xM
平衡	(0.075 - x)M	xM	xM

$$\text{代入 } K = \frac{[\text{H}^+_{(\text{aq})}][\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}]}{[\text{CO}_{2(\text{aq})}]} = \frac{x \times x}{0.075 - x} = 4 \times 10^{-7}$$

因 $x \ll 0.075$ ，上式分母 $0.075 - x \approx 0.075$

$$\text{得 } x = \sqrt{0.075 \times (4 \times 10^{-7})} = \sqrt{3 \times 10^{-8}} = 1.73 \times 10^{-4} \text{ M}$$