



106學年度指定科目考試化學考科試題分析 1

第1單元 → 基礎化學（一）、（二） 5

第2單元 → 氣體 11

第3單元 → 反應速率 17

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14 西洋情人節	15 除夕	16 春節	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28 和平紀念日			

第1單元

第2單元

第3單元





第4單元	化學平衡	23
第5單元	物質構造—原子構造、化學鍵結	28
第6單元	有機化合物	32
第7單元	水溶液中酸、鹼、鹽的平衡	37

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
第4單元						
11	12	13	14	15	16	17
第5單元						
18	19	20	21	22	23	24
第6單元						
25	26	27	28	29	30	31
第7單元						





第8單元	氧化還原反應	42
第9單元	液態與溶液	48
第10單元	無機化合物、化學的應用與發展	53
第11單元	101學年度指定科目考試	59

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
1 第8單元	2	3	4 兒童節	5 清明節	6	7
8 第9單元	9	10	11	12	13	14
15 第10單元	16	17	18	19	20	21
22 第11單元	23	24	25	26	27	28
29	30					

1.2.3..



第12單元	102學年度指定科目考試	65
第13單元	103學年度指定科目考試	71
第14單元	104學年度指定科目考試	78
第15單元	105學年度指定科目考試	85
第16單元	106學年度指定科目考試	92

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
		1 勞動節	2	3	4	5
第12單元						
6	7	8	9	10	11	12
第13單元						
13 母親節	14	15	16	17	18	19
第14單元						
20	21	22	23	24	25	26
第15單元						
27	28	29	30	31		
第16單元						



106 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／曹淇峰

壹、今年化學指考的趨勢與特色

與去年相比，今年延續的特色包括高中教材沒出現的有機分子，重視實驗題，與時事相關的考題（如去年諾貝爾化學獎、碳稅、PM2.5）。來自課本外的題材比例很重已經變成常態，尤其是有機分子，去年的主題是青蒿素、藍瓶實驗，今年則為有機分子馬達。雖然各版本的教材都未提及，但是考的是基本原理的應用，測驗考生是否能活用高中所學的概念。

今年比較不一樣的是久未出現的作圖題，一口氣占了 4 分，雖然化學實驗是高中教學的重點，但包含作圖題一口氣出了 19 分實驗題，也算是一項紀錄。

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

近年來指考化學科的題型、題數與配分比較如表 1 所示，今年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，是近幾年的最高值。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，則是創歷年新低。非選題配分一直在 20 分以下，今年有 20 分，也算是近年來的最高值。連續兩年的配分相同，以後配分是否如此，值得觀察。

表 1 101 ~ 106 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
101	12	36	12	48	三	16
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

二、試題依章節的配分

今年指考是 103 微調課綱的第一屆，化學考科內容在 103 微調課綱變動不大。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）與基礎化學（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 2 106 年指考化學考科試題在課程各章節的配分

	課程內容	106 題號	配 分					課程內容	106 題號	配 分			
			106	105	104	103				106	105	104	103
基礎化學 (一)	一、物質的組成					3	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	3.、8.、10.	9	3	8			三、有機化合物		4			
	四、化學與能源							四、化學與化工					
基礎化學 (三)	一、氣體	9.、20.	6	3	6	3	選修化學	四、水溶液中酸、鹼、鹽的平衡	4.、7.	6	3	7	11
	二、化學反應速率	11.	3	3	10			五、氧化還原反應	17.	3	13	6	6
	三、化學平衡	16.	3	9	5	3		六、液態與溶液	6.、12.	6	3	3	6
選修化學	一、原子構造	14.、二(4)	5	6	3	13	實驗	七、無機化合物	18.、一(3)(4) 二(1)(2)(3)	13	16	4	13
	二、化學鍵結	5.、13.、24.	10	6	11	7		八、化學的應用與發展	2.	3	2	3	10
	三、有機化合物	15.、19.、23.、25.	14	21	15	12	實驗題	1.、21.、22. 一(1)(2)(5)	19	8	11	13	
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18題雖然問了與氮、鈉、鐵有關的反應，分散在許多章節，但因高三無機化合物單元又重新整理一次，所以就歸類在第七章的無機化合物單元。

以配分特色來說，近年指考在學測範圍的配分大幅減少，多在10分以下。今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，主要考化學計量。學測沒考過的範圍是指考命題的重點，此範圍包括計算多的基礎化學(三)，更包括高三選修化學的全部課程，不僅內容多，難度也高。今年起，申請入學的時間延後，學測考完後，到申請入學放榜的這段時間，應兼顧高三指考範圍的課程，因為申請入學放榜到指考的時間，只剩不到一個月了(去年之前還有兩個多月)。

另一個配分特色是章章有獎，非學測範圍每個單元至少都有一題。為了不讓學生抱持投機心態，放棄學習某些冷門的單元，通常特定的單元不會一直維持很低的配分。如果去年指考配分比較少的，今年該單元的配分就會增加，例如溶液、平衡等，去年配分少，今年配分就多了。又如去年氧化還原一口氣出了 13 分，今年就只剩 3 分了。

近幾年指考還有一個共同的特徵，就是實驗題的配分很重。指考化學強調化學實驗的重要性，配分常常達到 10 分以上，今年更是創紀錄的高達 19 分。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。以下整理近五年的實驗考題如表 3：

表 3 102 ~ 106 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

為了平衡配分，以下兩類實驗題，須特別加強。一是尚未考過的實驗，如五氧化二釩與鋅的示範實驗、離子交換樹脂。另一是之前考過，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 4 106 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	106 配分比例	105 配分比例	104 配分比例
易	1、2、4、8.	12%	15%	12%
中	3、5、6、7、12、13、15、16、17、18、19、 22、23、25、一(1)(3)(4)、二(2)(4)	57%	31%	47%
難	9、10、11、14、20、21、24、一(2)(5)、二(1)(3)	31%	54%	41%

由分析結果看來，今年的題目比去年稍簡單，計算難度提高，但因考試的題材較新，同學大多沒接觸過，如有機分子馬達的結構對高中生而言相當陌生，雖然考前猜題很多都猜到 2016 年諾貝爾獎的分子機械，但是將考題重點放在金屬錯合物，卻是大出所料。

和去年相比，超過一半的試題屬於中等難度的試題，但今年計算繁雜，耗費在計算的時間相對較多，要得高分可能不容易。雖然如此，不偏重記憶，重視理解高中的化學概念，並加以應用，卻是一個很好的命題方向。畢竟真實世界中，化合物的種類與數目遠比高中化學學過的多得多，永遠背不完，如何利用高中化學的原理去理解自然的世界，才應該是我們學習高中化學的最主要目的。

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)考古題多做，重要的觀念一再出現：以秒錶反應為例，在 92 年指考曾出現三題多重選擇題的題組，主要概念是考碘在鹼性溶液中會發生自身氧化還原，所以無法與澱粉作用呈現藍色。今年多重選擇題的秒錶反應題組之考法與其相當類似，而這兩題就占了 8 分之多。
- (二)有機結構多不考課本，而是生活中的有機物：一般是給有機物的結構式，要根據高中有機官能基概念判斷此有機物的特性。102 年是瘦肉精和丙烯醯胺，103 年是銅葉綠素鈉（黑心橄欖油事件），104 年是兒茶素、防曬乳，105 年是瘦肉精、青蒿素。今年考題更加活化，第 24 題的分子馬達藉由思考鍵結是否可以旋轉、照光會引起異構化等，引導同學理解分子馬達的原理，相當具有創意。非選第二題的分子機械，同樣地讓高中生知道即使應用高中化學概念，仍能理解這些高科技背後的巧思。藉由時事命題，讓考生理解高中化學與其他的科學一樣，離不開生活，而生活也離不開化學，可敦促我們用化學思維去理解周遭的各種事物。
- (三)對化學實驗要深入探討：在高三凝固點測定的實驗中，會發現在溶液的凝固前後，降溫趨勢線的斜率不同，此轉折點代表有些溶劑開始凝固析出，這樣的科學意義，可以類比到非選第一題的第(2)小題，當溶液中的沉澱從逐漸增多到再度溶解，整個過程，溶液中的沉澱量也會發生一個明顯的轉折。所以平日對化學實驗原理有思考習慣的同學，可在本題得到高分。這樣的考題，其實是比較貼近真實的化學實驗情境，更能鼓勵同學好好去研究一個化學觀念的來龍去脈。
- (四)持續關心時事：諾貝爾化學獎是化學研究的最高榮耀，也是每年矚目的焦點。往年命題多問得獎的研究主題是什麼？去年非選第三題將 2015 年諾貝爾化學獎的研究主題「青蒿素」設計成一個題組，今年也是將 2016 年諾貝爾化學獎的研究主題「分子機械」與高中化學「金屬錯合物」單元結合。這兩年的這種趨勢相當值得大家重視，或許大家要多注意相關的科學報導，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，都可能是將來入選的題材。

肆、結語

今年指考和去年一樣，配分極端，單選題配分很高，主要原因是來自多選題的變形，如 1、15、17、18、19 這五題，其實原應是多重選擇題，改成單選問哪幾項正確，這種題型宜善用答題技巧，例如確定甲是錯的，刪去含有甲的選項後，答對率便會大大提高。

非選題配分偏高，且多是創新題型，原本難度適中，但因陌生，會使答對率比預期的要低。今年的實驗題占分比例創新高，考生應熟悉課綱各單元的實驗操作，在實驗課時，更需專注思考實驗的細節。平時做實驗時，應特別注意實驗觀察紀錄的寫法、如何作圖、如何估計……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，試題難度比去年稍為降低，但因創新題多，拿高分的人數可能會減少。雖然採用的題材創新，試題也更有深度，但有些考古題有類似的考法，考前應該要多練習，另外注意時事與生活化學。近年化學試題計算量不大，但實驗題份量重，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，也是正確學習科學的唯一道路。

2

氣體

高雄女中
蘇政宏

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 100cm，初始時，真空管柱長為 9.5cm，如圖 1 左，加些空氣進去後，空氣管柱長度變為 28.5cm，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 75cmHg）

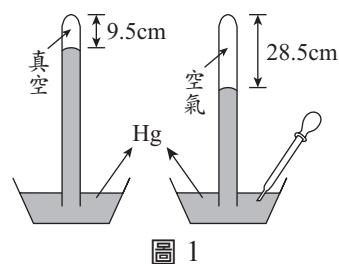


圖 1

- (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 atm 及 b 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 $\text{PCl}_{5(\text{g})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$ ，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 ， $\text{PCl}_{5(\text{g})}$ 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 %？

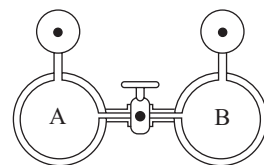


圖 2

- (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， $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
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？

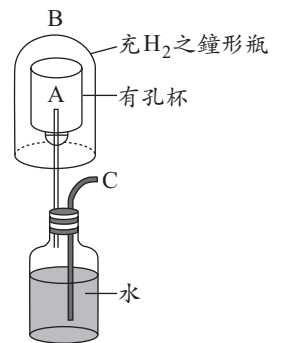


圖 3

(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
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？

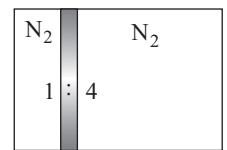


圖 4

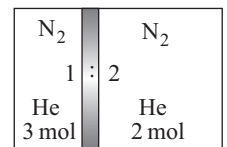


圖 5

- (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）

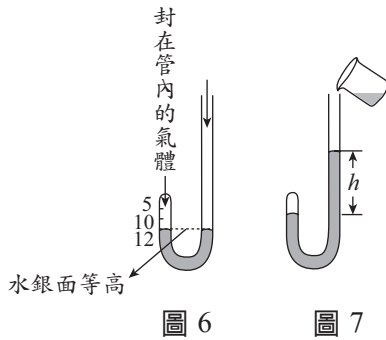


表 1

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

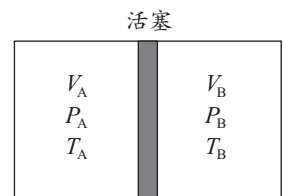


圖 8

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： $P_A = P_B = 360$ 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？
- (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)

表 2

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

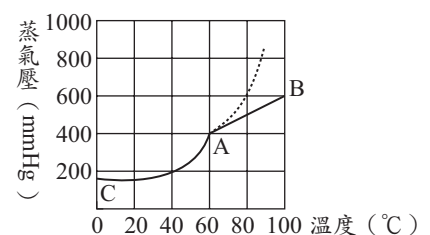


圖 9

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

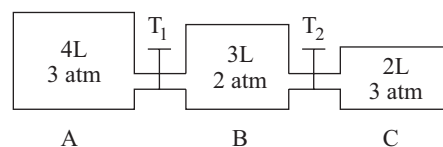


圖 14

- (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？

- (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 $\frac{4}{3}$

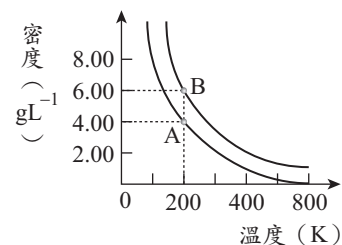


圖 15

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 $\text{SO}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{NO}_2$ (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)

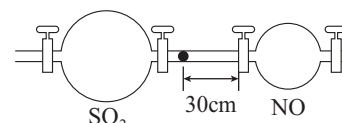


圖 16

- (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 $\text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_{3(g)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ 白煙
 (D) 承(C)，若無誤差，白煙 NH₄Cl 距兩端距離比 (HCl : NH₃) = 1 : 1.47
 (E) 承(C)，溫度升高會改變 NH₄Cl_(s) 白煙的位置

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

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：

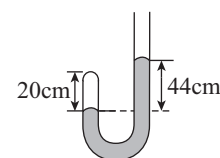


圖 17

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？

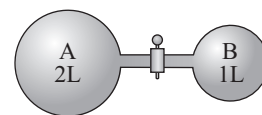


圖 18

1. 若 A 球中所盛為氨，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 ）

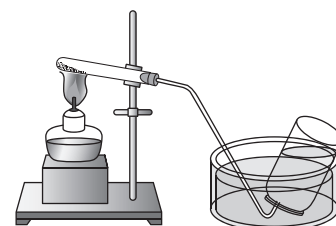


圖 19

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

100-79	78-70	69-54	53-36	35-26
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. 實驗室常備的下列儀器：

- | | | | |
|---------|--------|----------|---------|
| (1) 試管 | (2) 滴管 | (3) 定量吸管 | (4) 燒杯 |
| (5) 錐形瓶 | (6) 量筒 | (7) 定量瓶 | (8) 滴定管 |

哪些可以用來精準測量液體的體積？

- (A) (1)(3)(5)(7) (B) (1)(2)(3)(8) (C) (3)(6)(7)(8) (D) (3)(7)(8) (E) (3)(6)(7)

2. 空氣中有許多污染物，例如懸浮微粒、二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物等，影響健康甚大，也造成霧霾，並引起氣候變遷。其中，懸浮微粒的粒徑小於或等於 2.5 微米 (μm) 者稱為 PM2.5。下列有關敘述，哪一項正確？

- (A) PM2.5 是一種新化合物 (B) 霧霾不是一種膠體溶液
(C) 天然氣不是溫室效應的氣體 (D) 空氣中的奈米顆粒不會造成污染
(E) 重金屬可能為 PM2.5 的成分之一

3. 如果為了節能減碳，以每排放 1000 克的 CO_2 課稅 0.3 元。假設汽油的成分為辛烷，密度為 0.8 g/mL 而且完全燃燒，則一部小汽車加滿汽油 25 公升的碳稅（元），最接近下列哪一數值？

- (A) 10 (B) 18 (C) 25 (D) 32 (E) 40

4. 於 25°C 時，某溶液的 pH 值為 3.0，若以 0.10 M 的 NaOH 溶液滴定，發現只有在 pH 為 7.0 時，有一個滴定終點，則下列哪一項可能是此溶液的溶質？

- (A) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (B) NH_3 (C) HF (D) HCl (E) CH_3COOH

5. 下列有關丙二烯 ($\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$) 分子鍵結與結構的敘述，哪一項正確？

- (A) 具有幾何異構物 (B) 碳—碳間以 p 軌域形成極性共價鍵
(C) 中間的碳原子具有 sp 混成軌域 (D) 末端的碳原子均具有 sp 混成軌域
(E) 分子中 C—C—C 的角度約為 120°

6. 圖 1 表示兩種液體甲和乙的飽和蒸氣壓與溫度的關係。若兩種液體混合後可視為理想溶液，根據拉午耳定律，可知：「蒸氣中甲所占的莫耳分率，等於其在蒸氣中的分壓除以總壓」，於 30°C 時，只由甲與乙兩種液體混合溶液的蒸氣中，甲的莫耳分率為 0.25，則乙的莫耳分率，最接近下列哪一數值？

- (A) 0.75 (B) 0.60 (C) 0.50 (D) 0.40 (E) 0.25

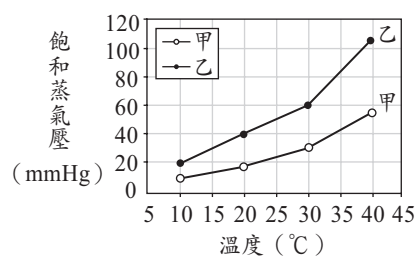
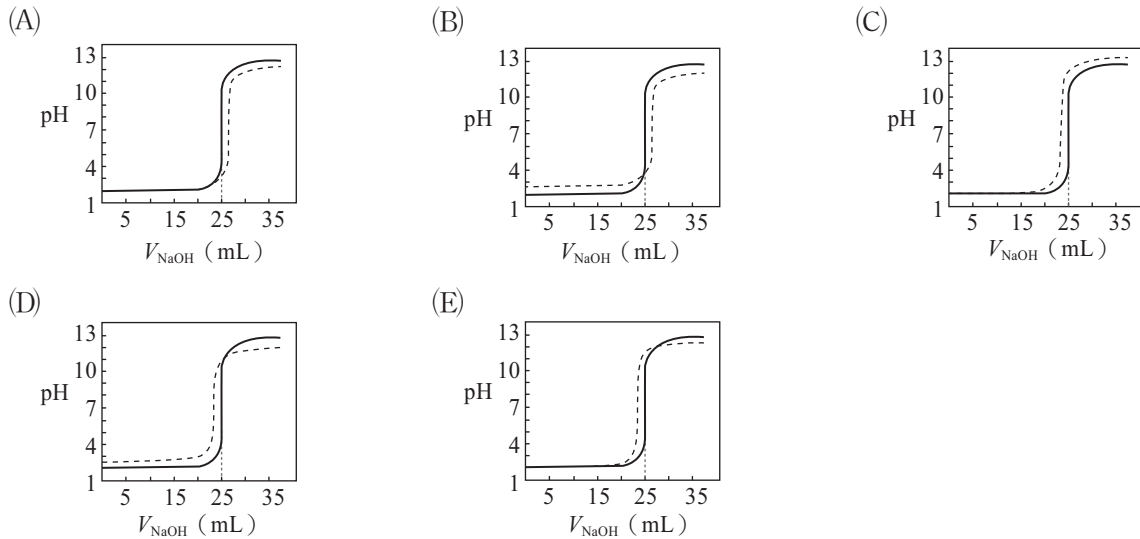


圖 1

7. 氫氧化鈉是實驗常用的強鹼，其溶液的濃度，可用已知濃度的鹽酸進行標定。氫氧化鈉溶液若經長期使用，則因與空氣中的二氧化碳反應，其酸鹼值會改變，所以必須在實驗前重新標定。在下列選項的滴定曲線圖中，實線與虛線分別代表使用新配製的與已配製五週後的氫氧化鈉溶液滴定同體積、同濃度的鹽酸所得的滴定曲線。試問哪一個滴定圖較為合理？



8. 若在 25°C，溶解 0.20 克的碘酸鋇至少需純水 V_1 升，而溶解 0.10 克的碘酸鋇至少需純水 V_2 升，則 $V_1 : V_2$ 的比例最接近下列哪一選項？
 (A) 1 : 1 (B) 2 : 1 (C) 4 : 1 (D) 6 : 1 (E) 8 : 1
9. 四個容器在 300 K 下分別盛裝氣體。甲容器體積 25.0 升，裝入氦氣後，測得壓力為 1.0 大氣壓。乙容器體積 12.5 升，裝入氮氣後，測得壓力為 1.75 大氣壓。丙容器體積 25.0 升，裝入 0.5 莫耳二氧化碳。丁容器體積 12.5 升，裝入氧氣後，測得密度為 1.75 克/升。以上數據彙整如表 1。

表 1

容 器	甲	乙	丙	丁
體積 (升)	25.0	12.5	25.0	12.5
裝入的氣體	He	N ₂	CO ₂	O ₂
測量所得數據	1.0 atm	1.75 atm	0.5 mol	1.75 g/L
計算所得原子數	1.01 mol			1.37 mol

假設所有氣體均可視為理想氣體，則有關此四個容器內原子數目多寡的排序，下列哪一項正確？（提示： $0.082 \times 300 = 24.6$ ）

- (A) 甲 > 乙 > 丁 > 丙 (B) 丁 > 丙 > 乙 > 甲 (C) 乙 > 丁 > 甲 > 丙
 (D) 乙 > 丙 > 丁 > 甲 (E) 丙 > 乙 > 丁 > 甲
10. 王同學完成阿司匹靈合成實驗並測定其純度。將合成所得的阿司匹靈粉末 2.83 克，加入 0.50 M 的氫氧化鈉 50 毫升後加熱水解，產生阿司匹靈的鈉鹽與醋酸鈉，其平衡反應式如下：
- $$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4(\text{s}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Na}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- 溶液冷卻後，用了 0.30 M 的鹽酸 32 毫升，才中和了溶液中過量的氫氧化鈉，則其所合成的阿司匹靈純度，最接近下列哪一數值 (%)？
 (A) 25 (B) 49 (C) 60 (D) 75 (E) 98

11. 某氣體甲經光照會進行不可逆反應，產生氣體乙與氣體丙。
若在一个密閉容器中實驗，所觀察到氣體甲的濃度與時間的關係如圖 2，則下列哪一數值是此反應的反應級數？

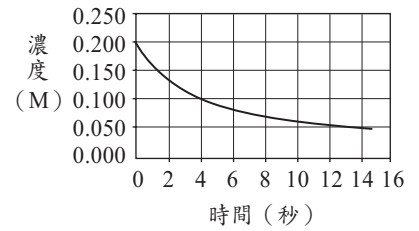


圖 2

- (A) 0 (B) 1
(C) 2 (D) 3
(E) 4
12. 已知在 37°C 時，某溶液的滲透壓約相當於 0.2 M KI 水溶液的滲透壓，則此溶液的滲透壓 (atm) 最接近下列哪一數值？
(A) 5.1 (B) 7.7 (C) 10.2 (D) 12.8 (E) 15.4
13. 只由碳、氫、氮、氧四種元素組成的化合物，可能會有數千種，其中分子量最小且結構符合八隅體學說的化合物，其分子量 (g/mol) 最接近下列哪一數值？
(A) 43 (B) 45 (C) 46 (D) 47 (E) 49
14. 若一基態的氫原子吸收波長為 94.91 nm 的光子躍遷至較高能階，先釋放出第一個波長為 1282 nm 的光子，到達某一個能階，然後再釋放出第二個光子回到基態。下列有關此第二光子波長數值範圍的敘述，何者正確？
(A) $95 \leq \lambda < 120$ (B) $120 \leq \lambda < 300$ (C) $300 \leq \lambda < 480$ (D) $480 \leq \lambda < 600$ (E) $\lambda > 600$
15. 丙醇與丁醇皆可與過錳酸鉀的酸性溶液反應，下列有關其反應的敘述，何者正確？
甲、1-丙醇會產生丙酮 乙、2-丁醇會產生 2-丁酮
丙、2-甲基-2-丙醇會產生 2-甲基-2-丙酮
(A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 只有丙 (D) 甲與乙 (E) 乙與丙
16. 若某氣體的化學反應： $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$ 其平衡常數可用 K_c 與 K_p 表示，則下列關於此化學反應與其平衡常數的敘述，哪一項正確？
(A) 當 $a + b = c + d$ 時， $K_c = K_p$
(B) 改變反應溫度，平衡常數不變
(C) 平衡常數大小可藉由添加催化劑來改變
(D) 平衡常數中的 K_c 可由化學反應式來決定，但 K_p 則不能
(E) 反應達到平衡時，正反應與逆反應的反應速率皆等於零
17. 下列關於電鍍與無電電鍍（非電解電鍍）的敘述，哪些正確？
甲、鐵器鍍銀時，鐵器應置於陰極
乙、銀鏡反應中，醛反應產生酸的變化為還原反應
丙、醛類與多倫試劑進行的銀鏡反應，為一種無電電鍍
丁、鍍銀後的鐵器可以防止其表面生鏽，是因為銀的離子化趨勢比鐵大
(標準還原電位： $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}_{(s)} - 0.44\text{ V}$ ； $\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow \text{Ag}_{(s)} + 0.8\text{ V}$)
(A) 甲乙 (B) 甲丙 (C) 乙丙 (D) 乙丁 (E) 丙丁
18. 化學反應中，顏色常伴隨著反應的進行而改變。下列對於反應中顏色變化的敘述，哪些正確？
甲、以濃硝酸溶解銅片，會產生褐色的一氧化氮氣體
乙、加熱封閉容器中的 NO_2 與 N_2O_4 的混合氣體，會使顏色變濃
丙、以稀鹽酸溶解鐵鏽，再加入 KSCN 溶液中，產生紅棕色氣體
丁、用銅網包住少量鈉金屬後，放入含有酚酞的無色水溶液中，溶液會變為粉紅色
(A) 甲乙 (B) 甲丙 (C) 乙丙 (D) 乙丁 (E) 丙丁

19. 下列化合物中，哪些具有羥基的官能基？

甲、順丁烯二酸

乙、果糖

丙、澱粉

丁、纖維素

戊、三酸甘油酯

(A)甲乙丙

(B)乙丙丁

(C)丙丁戊

(D)甲乙戊

(E)甲丁戊

20. 王同學以排水集氣法做收集氧氣的實驗。當收集氧氣到達如圖 3 之(a)所示的程度時，隨即停止收集，並將收集瓶向下壓如圖 3 之(b)所示，使得 $h_3 + h_4$ 小於 $h_1 + h_2$ 。若根據上述實驗，則下列哪一敘述正確？（假設大氣壓力為一大氣壓，溫度為 25°C）

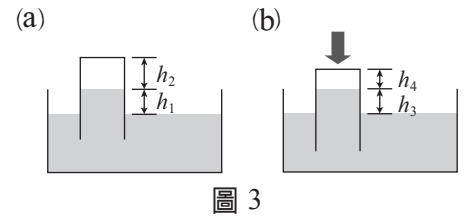


圖 3

(A) h_1 等於 h_3

(B) h_2 小於 h_4

(C) 壓縮後，收集瓶內水的蒸氣壓變大

(D) 壓縮前後，收集瓶內的氣態水分子數目維持不變

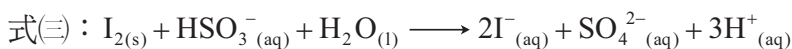
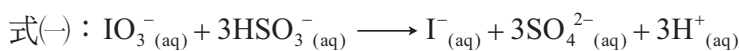
(E) (收集瓶內的氧氣壓力) 加上 (液柱高度壓力)，再加上 (水的蒸氣壓)，其總和恰等於一大氣壓

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. – 22 題為題組

21. 進行秒錶反應實驗時，先將碘酸鉀溶液與亞硫酸氫鈉溶液的濃度控制在一定範圍內，再將一定體積的上述兩種溶液與澱粉溶液混合，就可觀察其變為藍色，以推算反應速率與濃度的關係。其相關的反應式如下：



下列有關此實驗的敘述，哪些正確？

(A) 碘與亞硫酸氫根離子反應可生成碘離子

(B) 碘酸根離子與碘離子在鹼性溶液中可生成碘

(C) 碘酸根離子與亞硫酸氫根離子在鹼性溶液中反應，可生成碘

(D) 碘酸根與亞硫酸氫根的初濃度，其關係應為 $3[\text{IO}_3^-] > [\text{HSO}_3^-]$ ，才會出現藍色

(E) 反應生成的碘，可使含有澱粉的溶液顯現藍色

22. 林同學在秒錶反應實驗後，想探究如何可利用實驗的藍色廢液，設計一個延伸實驗以演示溶液的顏色變化。因此，量取 10 mL 的廢液，慢慢倒入 3 M 的 NaOH 溶液至廢液由藍色變成無色後，繼續多倒入 1 mL 的 NaOH 溶液。林同學發現若在此無色廢液中，倒入濃度為 3 M 的 X 溶液 2 mL，則廢液又變藍色。試問下列哪些溶液，分別可以扮演 X 的角色，使無色廢液變成藍色？

(A) 雙氧水

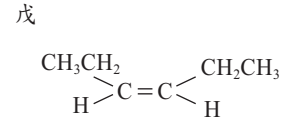
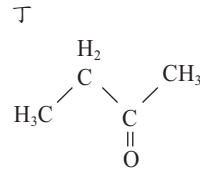
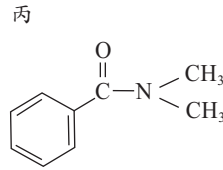
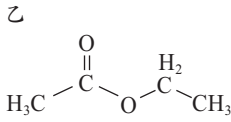
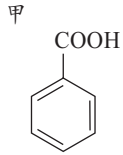
(B) 亞碘酸鈉

(C) 亞硫酸鈉

(D) 硫酸

(E) 鹽酸

23. 甲至戊 5 種化合物的結構如下：



下列有關這些化合物的敘述，哪些正確？

- (A)甲為苯甲酸
 (B)乙可形成分子間氫鍵
 (C)丙具有醯胺官能基
 (D)丁可與多倫試劑反應產生銀鏡
 (E)戊可與弱鹼性的 KMnO_4 溶液反應生成二醇
24. 分子馬達是依靠分子中化學鍵的旋轉，在可控制的條件下，使分子進行有方向的轉動，並輸出動力，例如一個烯基可在照光或加熱下進行異構化反應。三個有機分子甲、乙、丙的結構如圖 4。下列有關這三個分子的敘述，哪些正確？

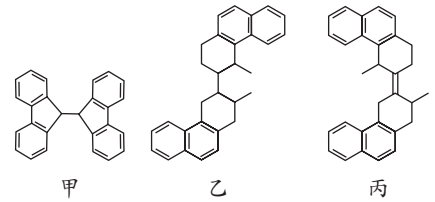


圖 4

- (A)甲分子是一個平面分子
 (B)常溫下，丙分子只有一個烯基
 (C)丙分子有順、反異構物
 (D)常溫下，乙分子有 3 個可自由旋轉的碳—碳鍵
 (E)甲分子具有順、反異構物
25. 羥基苯甲酸為含有羥基和羧基的芳香族化合物。下列相關敘述，哪些正確？
- (A)若僅改變苯環上羥基和羧基的相對位置，則有三種異構物存在
 (B)異構物中，僅有鄰羥基苯甲酸可和乙醇進行酯化反應
 (C)異構物中，鄰羥基苯甲酸較易生成分子內氫鍵
 (D)鄰羥基苯甲酸具有 sp^2 混成的碳原子有 6 個
 (E)加鹼可以提高羥基苯甲酸在水中的溶解度

第貳部分：非選擇題（占 20 分）

說明：本部分共有二大題，作答需標明大題號（一、二）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、王同學與三位同班同學在「探究與實作」課後，想以「氣體的反應物與生成物的定量關係」作為探究的主題。在張老師的指導下，設計一個可操作的實驗。實驗過程如下：

- (1)從管理室領取一塊含鈣的白色固體甲，先將其打碎後做一系列的實驗。
- (2)固體甲不溶於水，但溶於稀鹽酸，並產生一種無色氣體乙。
- (3)氣體乙會使澄清的石灰水混濁，產生沉澱丙，繼續通入氣體乙，則溶液的濁度逐漸增高，達最高點後逐漸降低。至此同學們討論並推測固體甲與沉澱丙可能是同一化合物，而且更進一步推測出甲、乙與丙是什麼化合物。不過，對於如何測定氣體與沉澱的量束手無策，於是再請教了張老師。老師借給了同學們氣體計量器與濁度計各一部。四位同學研討了許久，並做了多次預備實驗，終於找出了溶液的濁度與沉澱的質量關係。

- (4)為了研究氣體反應物乙與固體生成物丙的定量關係，取了一個盛裝氣體乙的鋼瓶，在 20°C 以及 795 mm-Hg 的壓力下，經過氣體計量器，徐徐把氣體乙連續通入 5 升的澄清石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中，則見溶液逐漸變渾濁。
- (5)在通入氣體乙的過程中，每通入 20 mL 氣體，就測量溶液的濁度 T 。
- (6)最後將溶液的濁度 T 換算成沉澱丙的質量 W ，得表 2。

表 2

測量序數	1	2	3	4	5	6	7	8
氣體乙的體積 V (mL)	20	40	60	80	100	120	140	160
沉澱丙的質量 W (mg)	87	175	260	350	370	280	190	105

已知在此實驗的溫度與壓力下， 1 mol 的氣體約 23 升，則根據實驗結果回答下列問題。

(共 12 分)

1. 在答案卷作圖區的方格紙上，以自變數為 X 軸，描繪 V 與 W 的關係圖。(4 分)
2. 試從所繪圖上，找出濁度最高（亦沉澱量 W 最多）時，通入氣體的毫升數。(2 分)
3. 寫出固體甲與稀鹽酸反應產生氣體乙的平衡化學反應式。(2 分)
4. 為什麼通入氣體乙於澄清的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液，則見溶液的濁度逐漸增高？(2 分)
5. 在此實驗，為什麼不直接秤取沉澱丙的質量，而採用測量溶液的濁度，再換算成沉澱丙的質量？(2 分)

二、去年（2016）諾貝爾化學獎，頒給分子機械的研究。它是最小機械的極致，將使奈米機器人成為可行，例如分子肌肉需要一個可擴張和收縮的結構，並且這兩種結構可以選擇性地轉換，類似於肌肉的功能。

化學家設計了一個化合物，其化學構造如圖 5 的化合物甲，具有環烷、鏈烷及阻塞團三部分，如圖 6。合成時將兩個甲分子互相穿插，得到二聚體乙，如圖 7。利用過渡金屬錯合物中，金屬離子對配位數目及配位結構具有強烈的選擇性，這些高度的專一性質可控制金屬錯合物的生成。例如綠色鎳（II）離子水溶液中逐滴加入乙二胺溶液，即漸漸轉變成藍、靛紫色。反之，銅（I）離子只與四個氮結合。

若將莫耳比為 1：1 的二聚體乙與 $\text{Cu}(\text{I})$ 離子，在無氧的適當條件下進行化學反應，可得到化合物丙。若將化合物丙與氧氣在適當條件下進行化學反應，可得到化合物丁，其中金屬離子錯合物的配位幾何形狀如圖 8。若用電化學控制進行反應，可使化合物丙和丁兩種結構選擇性轉換。

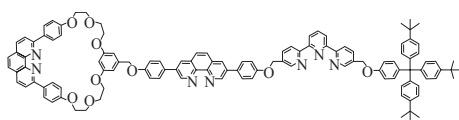


圖 5 化合物甲

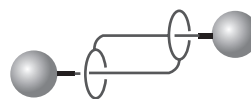


圖 7 二聚體乙

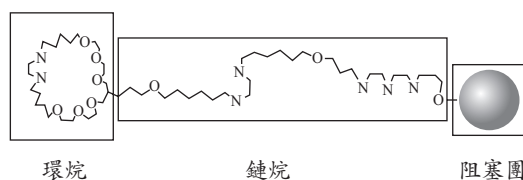


圖 6 化合物甲的三部分示意圖

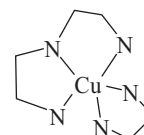


圖 8 金屬離子的錯合物

根據這些敘述，回答下列問題（每一子題 2 分，共 8 分）：

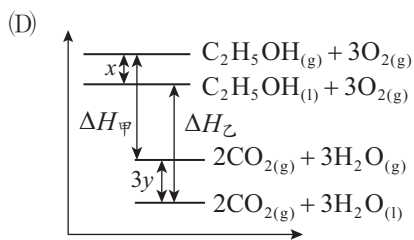
1. 根據圖 6 的示意圖，畫出化合物甲中鏈烷的雙牙配位基及三牙配位基結構。(2 分)
2. 寫出化合物丙中，Cu (I) 離子的配位數目。(2 分)
3. 寫出化合物丁中金屬離子的氧化態及其配位數目。(2 分)
4. 寫出 Cu (I) 離子的電子組態。(2 分)

106 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. 【實驗】實驗器材選擇	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18. 【選修化學】無機化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 【選修化學】化學的應用與發展	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19. 【選修化學】有機化合物、官能基	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 【基礎化學(一)】化學計量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20. 【基礎化學(三)】氣體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 【選修化學】酸鹼滴定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21. 【實驗】秒錶反應	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 【選修化學】化學鍵結	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22. 【實驗】秒錶反應、逆反應	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 【選修化學】溶液的蒸氣壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23. 【選修化學】有機化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 【選修化學】酸鹼滴定與滴定曲線	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24. 【選修化學】化學鍵結	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 【基礎化學(一)】化學計量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25. 【選修化學】有機化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 【基礎化學(三)】理想氣體方程式	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	一-1. 【實驗】實驗作圖	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 【基礎化學(一)】化學計量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	一-2. 【實驗】實驗作圖	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 【基礎化學(三)】反應速率定律	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	一-3. 【選修化學】無機化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 【選修化學】溶液的滲透壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	一-4. 【選修化學】無機化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 【選修化學】化學鍵結	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	一-5. 【實驗】實驗步驟探討	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 【選修化學】氫原子能階	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	二-1. 【選修化學】配位化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 【選修化學】有機化合物、醇的氧化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	二-2. 【選修化學】配位化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. 【基礎化學(三)】化學平衡	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	二-3. 【選修化學】配位化合物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. 【選修化學】氧化還原反應、電鍍	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	二-4. 【選修化學】電子組態	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(C)物理變化之能量變化小於化學變化

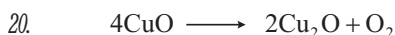
乙醇的汽化熱 x 小於水的汽化熱 y , 故 $x < 3y$

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

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

19.(B)元素的是乙、丁、戊

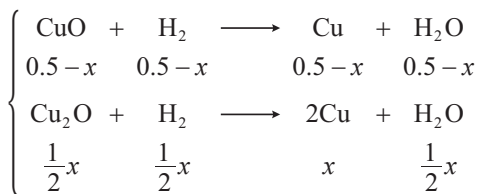
(E)共價鍵具有方向性, 金屬鍵及離子鍵皆無方向性。



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

$$\text{反} \quad -x \quad +\frac{1}{2}x \quad \frac{1}{4}x$$

$$\text{末} \quad 0.5 - x \quad \frac{1}{2}x \quad \frac{1}{4}x$$



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

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

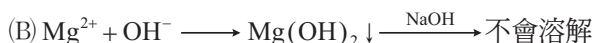
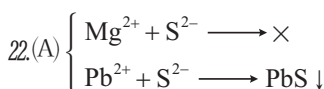
(B)產生 Cu: $0.5 - x + x = 0.5 \text{ mol}$, 共 $0.5 \times 64 = 32 \text{ g}$ (C) H_2 失去電子為氧化, 故 H_2 為還原劑

(D)擔任氧化劑與還原劑者為不同之原子, 非自身氧化還原

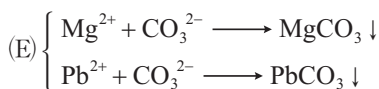
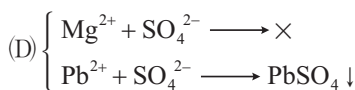
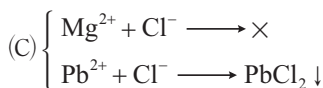
$$(E) \text{產生 } \text{H}_2\text{O}: 0.5 - x + \frac{1}{2}x = 0.5 - \frac{x}{2} = 0.4 \text{ mol}$$

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. 過氯酸鎂, 水 2. CH_2 , C_6H_{12} 3. 見解析。

【解析】

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

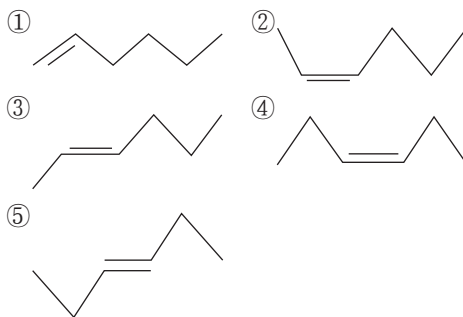
$$\text{乙管吸 } \text{CO}_2, \text{C 重}: 6.6 \times \frac{12}{44} = 1.8 \text{ g}$$

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

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

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

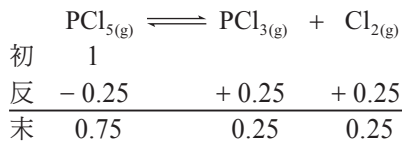
當 n 、 V 一定時： $P \propto T$ (給呂薩克定律)

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

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

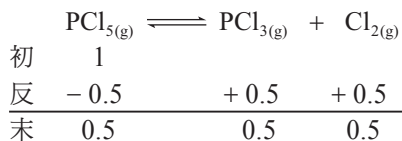
$$\therefore 0^\circ\text{C} = x\text{K} = \frac{100a}{b-a}\text{K}$$

3. 設原有 $\text{PCl}_{5(\text{g})}$ 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。

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

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

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

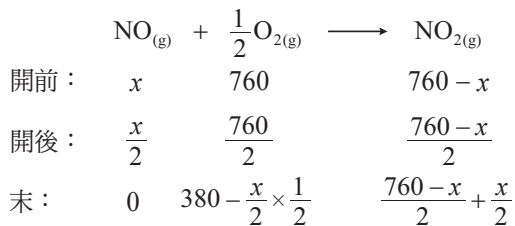
$$(D) \text{NO}_2 = 46, \text{N}_2\text{O}_4 = 92 \Rightarrow 28.91 < 46 < 92$$

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

故選(E)。

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

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



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

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

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

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 分子量大小通常分子間引力(凡得瓦力)較大，較不理想，但 $\text{NH}_{3(\text{g})}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ 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) 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 $PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$

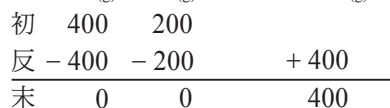
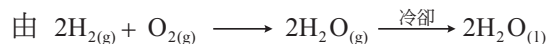
$$\Rightarrow \frac{(2+3) \times R \times (t+273)}{1} = \frac{(2 \times 4 + 2) \times R \times (27+273)}{1}$$

$$\therefore t = 327^\circ\text{C}$$

$$11. \text{H}_2 = \frac{4}{2} = 2 \text{ mol}, \text{O}_2 = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol}$$

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

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



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

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

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 $2V_0$

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 → 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 → 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 → 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 → 固定其中一項 → 畫鉛直輔助線 (先固定體積)

由 $PV = nRT$ ， n 、 V 一定

$$\Rightarrow P \propto T$$

$$\therefore P_2 < P_1$$

$$\therefore T_2 < T_1$$

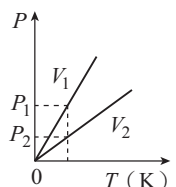
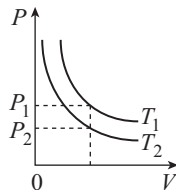
(B) 畫鉛直輔助線 (先固定溫度)

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

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

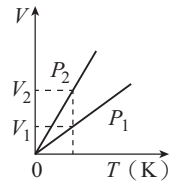
$$\therefore V_2 > V_1 \quad \therefore P_2 < P_1$$

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

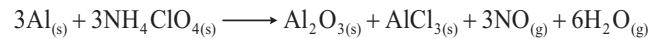
$$\therefore T_1 > T_2 \quad \therefore P_1 V_1 > P_2 V_2$$

(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

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

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

(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

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

(E) $\ell \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ (同 P 、 T)，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：

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

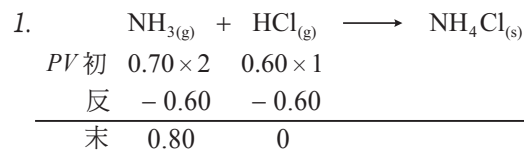
2. $120 \times 20 = 76 \times V_2 \quad \therefore V_2 = 31.58, 31.58 - 20 = 11.58$

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】



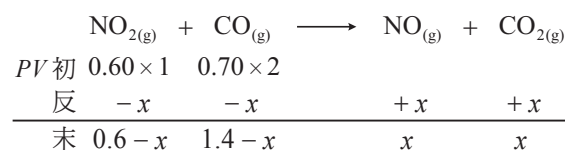
$$0.80 = P \times (2 + 1) \Rightarrow P \doteq 0.27 \text{ atm}$$

2. 由 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

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

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 (atm × L) 的 NO_2 反應



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

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

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】

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

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

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

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

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-} 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)， $[\text{A}]$ 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 $r = k[\text{A}]^n$

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

$$\Rightarrow \frac{\textcircled{1}}{\textcircled{2}} \frac{0.67}{0.33} = \left(\frac{3.33}{2.33} \right)^n$$

$$\Rightarrow n = 2, \text{ 二級反應}$$

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：

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

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

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

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

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

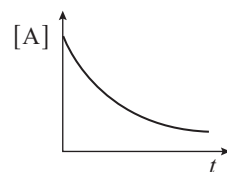
$$\Rightarrow r_{\text{總壓}} = \frac{1}{2} \cdot 0.67 \frac{\text{mmHg}}{\text{sec}} \cdot 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}} = 20 \frac{\text{mmHg}}{\text{min}}$$

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

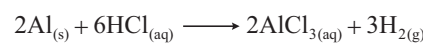
反應速率：甲 > 乙 > 丙 > 丁。

6. (B) $\Delta n = 0$ ，定容下壓力無變化。

7. 一級反應， $r = k[\text{A}]$ ， $[\text{A}] \uparrow r \uparrow$ 。又一級反應半生期 ($t_{1/2}$) 為定值，一級反應之 $[\text{A}]$ 對時間 t 作圖如右。



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



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

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

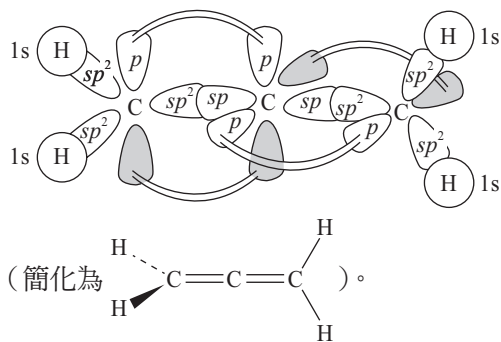
106 學年度指定科目考試

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

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 一般而言，滴定實驗的儀器在測量體積方面準確度較高。配固定量（如 100 mL）的溶液要用定量瓶（或稱容量瓶）。取固定量（如 25 mL）的溶液要用定量吸管（或稱分度吸量管）。測量消耗量（如 20.20 mL）可用滴定管。以上這些都是準確度比較高的容器。量筒因誤差較大，只能拿來量大概的體積。
2. 由題意知，PM2.5 是粒徑小於或等於 2.5 微米 (μm) 的懸浮微粒，這些微粒附著很多汙染物，當然也可能包含重金屬汙染物。
 (A) 應為混合物
 (B) 因霧霾可見廷得耳效應，一般視為膠體溶液
 (C) 烷類（包括天然氣）是主要的溫室氣體之一
 (D) 奈米顆粒只是顆粒比較小，同樣地也可能附著很多汙染物。
3. 1 分子辛烷 (C_8H_{18}) 燃燒後會產生 8 分子的 CO_2 。解題時，先算 C_8H_{18} 的莫耳數，乘以 8 後得 CO_2 的莫耳數。接著換算出 CO_2 的質量，最後再換算成碳稅。（ C_8H_{18} 分子量 114， CO_2 分子量 44）
- $$\frac{25 \times 10^3 \times 0.8}{114} \times 8 \times 44 \times \frac{0.3}{1000} \approx 18.5 \text{ 元}$$
4. NaOH 溶液（強鹼）滴定強酸時，當量點呈中性；滴定弱酸時，當量點呈鹼性。本題因為滴定終點 $\text{pH} = 7.0$ ，符合強酸強鹼滴定的特徵，所以被滴定液應選強酸 HCl。
 (A)C(E) 均為弱酸，被滴定後終點應呈鹼性，不合。
5. 丙二烯中間的碳原子為 sp 混成軌域，兩側（末端）的碳原子為 sp^2 混成軌域。中心碳原子以兩個 sp 混成軌域，與兩側碳原子的 sp^2 混成軌域重疊，在左右各形成 1 個 σ 鍵。另外，中心碳原子再以兩個 p 軌域，與兩側碳原子的 p 軌域重疊，在左右各形成 1 個 π 鍵。而中心原子的兩個 p 軌域互相垂直，導致左右兩個 π 鍵互相垂直，也使得左右 4 個 H 原子不共平面。結構如下圖所示：



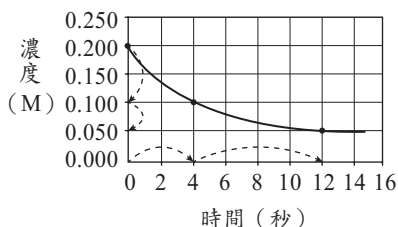
- (A) 雙鍵兩端的原子，若有 1 個接相同的原子或基團，則無幾何（順反）異構物。本題因雙鍵兩端的原子都接 2 個 H，故無順反異構物

- (B) 電負度相同的碳原子間，會形成非極性的共價鍵
 (D) 兩側（末端）的碳原子 sp^2 為混成軌域
 (E) sp 混成軌域為直線形，故中間碳原子與左右兩個碳原子會排成直線形，角度為 180° 。
6. (A) 蒸氣中，氣體莫耳分率的總和為 1。甲的莫耳分率為 0.25，則蒸氣中乙的莫耳分率 = $1 - 0.25 = 0.75$ 。
 (B) 從圖可以找出 30°C 時，純甲的飽和蒸氣壓為 30 mmHg，純乙的飽和蒸氣壓為 60 mmHg。設溶液中乙的莫耳分率為 x 。因視為理想溶液，可代入拉午耳定律求得甲、乙的蒸氣壓：
- $$\begin{cases} P_{\text{甲}} = x_{\text{甲}} \times P_{\text{甲}}^0 = (1-x) \times 30 \\ P_{\text{乙}} = x_{\text{乙}} \times P_{\text{乙}}^0 = x \times 60 \end{cases}$$
- 氣相中莫耳分率 $\Rightarrow 0.25 = \frac{P_{\text{甲}}}{P_{\text{甲}} + P_{\text{乙}}} = \frac{30(1-x)}{30(1-x) + 60x}$
 得溶液中乙的莫耳分率 $x = 0.6$ 。
 【大考中心說明】若以蒸氣中乙的莫耳分率來解，則答案為(A)；若以溶液中乙的莫耳分率來解，則答案為(B)。故本題參考答案為(A)或(B)。
7. 根據題意，氫氧化鈉溶液會緩緩與空氣中的 CO_2 反應，因 CO_2 屬於酸，所以氫氧化鈉溶液放置五週後，濃度會下降。當滴定同體積、同濃度的鹽酸時，當達當量點時，放置較久的氫氧化鈉溶液，因濃度較低，需要消耗較多體積的氫氧化鈉溶液，故當量點時虛線應在實線右側。只有(A)(B)符合。再來，看當量點前那段曲線，此區間因溶液中鹽酸過量，溶液的 pH 值由鹽酸濃度決定，故曲線重疊。至於當量點後，因溶液中氫氧化鈉過量，兩者濃度不同，濃度低的氫氧化鈉溶液（虛線） pH 值較低。故選(A)。
8. 同溫時，飽和溶液的濃度一定。溶解 0.20 克的碘酸鉍需純水 V_1 升。溶解 0.10 克的碘酸鉍，溶解質量只有一半，故需純水體積也應為前者一半，即 $V_2 = \frac{V_1}{2}$ ，或 $V_1 : V_2 = 2 : 1$ 。
9. 將氣體壓力、體積與溫度代入 $PV = nRT$ ，可得氣體分子莫耳數。再乘以每分子有幾個原子，即可得該氣體含有多少莫耳的原子。
 乙 (N_2): $1.75 \times 12.5 = n \times 0.082 \times 300$
 得 $n \approx 0.89 \text{ mol}$
 故乙氣體的原子數 = $0.89 \times 2 = 1.78 \text{ mol}$
 丙 (CO_2): $n = 0.5 \text{ mol}$
 故丙氣體的原子數 = $0.5 \times 3 = 1.5 \text{ mol}$
 比較四個容器內原子數目多寡的排序為：
 乙 (1.78 mol) > 丙 (1.5 mol) > 丁 (1.37 mol) > 甲 (1.01 mol)。
10. 根據平衡反應式，1 個阿司匹靈水解會消耗 2 個氫氧化鈉，故測量氫氧化鈉消耗的莫耳數，除以 2 後可得阿司匹靈的莫耳數。接著，再換算成阿司匹靈的質量（阿司匹靈分子量 180），即可求出純度。
 氫氧化鈉消耗的莫耳數
 $= 0.50 \times \frac{50}{1000} - 0.30 \times \frac{32}{1000} = \frac{15.4}{1000} \text{ mol}$

$$\text{阿司匹靈的莫耳數} = \frac{15.4}{1000} \times \frac{1}{2} = \frac{7.7}{1000} \text{ mol}$$

$$\text{阿司匹靈純度} = \frac{7.7}{1000} \times 180 \times 100\% \div 2.83 \approx 49\%$$

11. 二級反應的特徵是當濃度變為一半時，半生期會變兩倍。觀察濃度與時間的關係圖，在 4 秒時，濃度變一半，在 12 秒時，濃度再變一半。也就是說，濃度第一次變一半花了 4 秒，第二次變一半花了 8 秒。是典型的二級反應。



12. 代入滲透壓公式 $\pi = iC_M RT$

KI 屬於易溶鹽，溶解後也不會水解，可視為完全解離， $i = 2$

$$\pi = 2 \times 0.2 \times 0.082 \times (273 + 37) \approx 10.2 \text{ atm}$$

13. 分子量最小的就是碳、氮、氧各只有一個原子，且氫原子數愈少愈好。

若只有 1 個 H，分子式為 HCNO。若要符合八隅體學說，常見的結構有下列二者：

名稱	氰酸	異氰酸
結構式	$\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{C}\equiv\text{N}:$	$\text{H}-\ddot{\text{N}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}:$
分子量	43	43

14. 如右圖，根據能量守恆，吸收光的能量等於放出的兩段光能量總和。又光的能量與波長成反比，可得 λ 與 λ_1 、 λ_2 的關係如下：

$$\text{即 } \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$$

將本題的數據代入

$$\frac{1}{94.91} = \frac{1}{1282} + \frac{1}{\lambda_2}$$

$$\text{得 } \lambda_2 \approx 102.5 \text{ nm}$$

【註】為節省時間，本題可用概算，即 94.91 用 100 代入，1282 用 1300 代入估算，得 λ_2 約為 108。

15. 醇的氧化屬於常考概念。遇強氧化劑過錳酸鉀，一級醇直接氧化成酸，二級醇氧化成酮，三級醇不易被氧化。以此推知：

甲、1-丙醇屬於一級醇，氧化後應變成丙酸。

乙、2-丁醇屬於二級醇，氧化後應變成酮（2-丁酮）。

丙、2-甲基-2-丙醇屬於三級醇，不易被氧化。

故乙正確，甲、丙錯誤。

16. 氣體反應： $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$

兩個平衡常數 K_p 與 K_c 的關係為 $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

其中 Δn 為反應式中氣體產物與反應物的係數差

$$\text{即 } \Delta n = (c + d) - (a + b)$$

(A) 當 $a + b = c + d$ 時， $\Delta n = 0$ ， $K_p = K_c$

(B) 平衡常數會受溫度影響。升溫，吸熱反應的平衡常數會變大，放熱反應的平衡常數會變小

(C) 催化劑可加速反應，縮短達平衡的時間，但不會改變平衡狀態，也就不會改變平衡常數大小

(D) K_p 與 K_c 均與化學反應式的係數次方有關

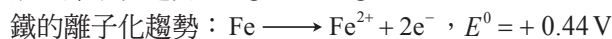
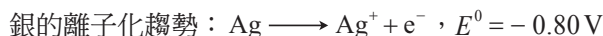
(E) 達平衡時，反應仍在進行，此時正、逆反應速率相等，但不為零。

17. 甲、鍍銀時，銀離子需在鐵器表面還原成銀原子，故鐵器須置於會發生還原反應的陰極。

乙、還原半反應是銀離子還原成銀鏡。醛變成酸（或酸根），氧化數增加，應屬於氧化半反應。

丙、醛類與多倫試劑進行的銀鏡反應，屬於自發性氧化還原反應，不須通電，故稱為無電電鍍。

丁、金屬的離子化趨勢即氧化趨勢，根據提示給的還原電位



比較兩者氧化電位，知銀的離子化趨勢比鐵小。

故甲、丙正確，乙、丁錯誤。

18. 甲、應為二氧化氮 (NO_2) 氣體。

乙、 $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{熱} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ，加熱使平衡向右移動， NO_2 濃度變大，顏色變濃。

丙、溶解鐵鏽會產生 Fe^{3+} ，與 KSCN 反應會變成血紅色 FeSCN^{2+} 溶液，不會產生氣體。

丁、鈉與銅無反應，鈉在水中產生氫氣與氫氧化鈉，溶液變成鹼性，使酚酞從無色變為粉紅色。

故乙、丁正確，甲、丙錯誤。

19. 各物質官能基如下表。特別注意，羧基 ($-\text{COOH}$) 的特性是酸，而不是醇或羰基，故不可以說官能基為羥基或羰基。

甲、順丁烯二酸	烯基、羧基
乙、果糖	羥基、酮基
丙、澱粉	羥基（葡萄糖單元內）、醚基（葡萄糖單元間）
丁、纖維素	羥基（葡萄糖單元內）、醚基（葡萄糖單元間）
戊、三酸甘油酯	酯基

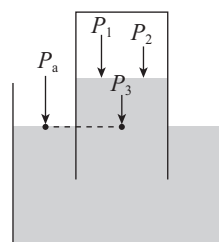
20. (A) 當收集瓶向下壓時，內、外液面高度差會變小，所以 h_3 應該小於 h_1

(B) 內、外液面高度差變小後，瓶內氣體壓力變大，根據波以耳定律，氣體體積變小，故 h_4 應該小於 h_2

(C) 壓縮後，水蒸氣壓仍維持在飽和蒸氣壓不變

(D) 壓縮前後水的飽和蒸氣壓不變，但氣體體積縮小，故瓶內水蒸氣分子數目變少

(E) 如上圖，根據連通管原理，液體等高點的壓力相同（收集瓶內氧氣壓力 P_1 ）+（水蒸氣壓 P_2 ）+（液柱壓力 P_3 ）= 外界壓力 P_a （= 1 大氣壓）。



二、多選題

21.(A)根據式(三)，此敘述正確。

(B)根據式(二)：需在酸性溶液中才可生成碘

(C)根據式(一)：應生成碘離子 $I^-_{(aq)}$ ，而非碘 $I_{2(s)}$

(D)根據式(三)：有亞硫酸氫根存在，碘 $I_{2(s)}$ 會被還原成 $I^-_{(aq)}$ ，無法與澱粉反應呈現藍色。把亞硫酸氫根用完，式(二)可以生成 $I_{2(s)}$ ，溶液才會出現藍色。把亞硫酸氫根用完，是秒錶反應實驗出現藍色的條件，根據式(一)

，混合後的兩溶液的初濃度須符合 $\frac{[IO_3^-]}{[HSO_3^-]} > \frac{1}{3}$ ，即

$$3[IO_3^-] > [HSO_3^-]$$

(E)碘 $I_{2(s)}$ 可用來檢驗澱粉，反之澱粉也可用來檢驗碘 $I_{2(s)}$ ，兩者結合顯現藍色。

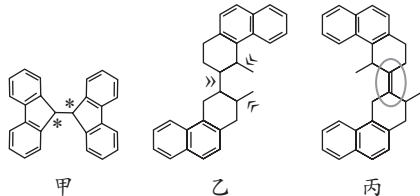
22.藍色廢液是碘 $I_{2(s)}$ 與澱粉的混合液，倒入 NaOH 溶液變成無色，是因為發生式(二)的逆反應，欲使廢液又變回藍色，只需加過量的酸，使式(二)向右進行，再度生成碘 $I_{2(s)}$ 即可。故應選酸性的硫酸、鹽酸。

23.(B)要形成分子間氫鍵，需有接在 F、O、N 上的 H，也就是分子中要有 -FH、-OH、-NH 等結構，乙的酯基並沒有 H 接在 O 上，無法形成分子間氫鍵

(D)丁只有酮基，沒有醛基，故不會和多倫試劑反應產生銀鏡

(E)烯基可與弱鹼性的 $KMnO_4$ 溶液反應生成二醇，戊分子的中間有烯基，可反應生成二醇。

24.



(A)甲分子中間的兩個碳原子，如 * 所標示，均只畫出三個碳碳單鍵，表示各還有一個氫原子省略未畫出，此兩個碳原子均為 sp^3 混成軌域，周圍所接的四原子不共平面，故甲非平面分子

(B)(C)丙分子上下共 4 個苯環，其中 π 鍵會共振，屬於芳香烴，不屬於烯基。丙分子中間只有一個烯基，如圓圈處所示，因烯基兩端的碳均接不同的原子團，故有順、反異構物

(D)可自由旋轉的碳-碳鍵指的是鏈狀的碳碳單鍵，乙分子有 3 個，位置如 » 所標示

(E)甲分子無烯基，故沒有順、反異構物。中間的碳碳單鍵可旋轉，類似馬達。

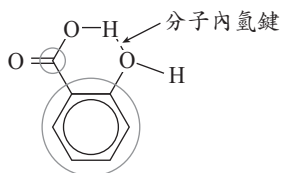
25.(A)根據羥基和羧基在苯環上的相對位置，會有鄰、間、對三種異構物

(B)鄰、間、對三種異構物的羥基，均可與乙醇進行酯化反應

(C)鄰、間、對三種異構物，因鄰近距離近，最容易生成分子內氫鍵。如圖中箭號所示

(D)有 7 個 sp^2 混成的碳原子，標示如圖中圓圈處。苯環上有 6 個，羧基上有 1 個

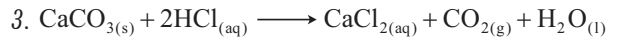
(E)羥基苯甲酸有羧基 (-COOH)



) 屬於酸，可與鹼中和生成離子化合物，故較易溶於鹼中。

第貳部分：非選擇題

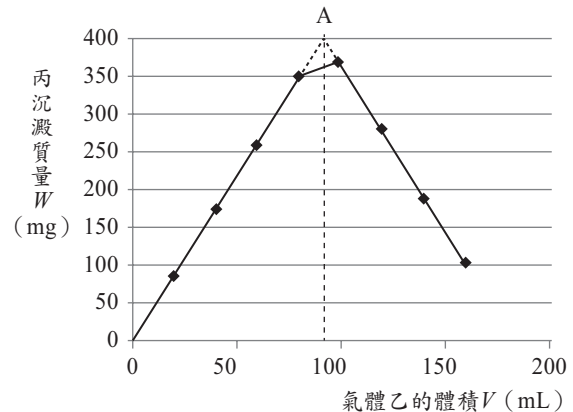
一、1. 見解析 2. 90 毫升



4. 見解析 5. 見解析。

【解析】

1.

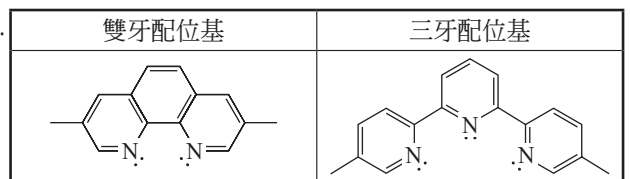


2.兩趨勢線外插得濁度最高(沉澱量 W 最多)的點 A，從 A 點做一垂線，得氣體體積約為 90 毫升。

4.因 CO_2 與 $Ca(OH)_2$ 生成 $CaCO_{3(s)}$ 沉澱，析出白色的固體，使澄清溶液變混濁，故濁度增高。

5.測濁度不需要移除溶液，有利於連續觀察。但若秤取沉澱質量，需要過濾、烘乾、秤重等步驟，測量誤差較大。

二、1.



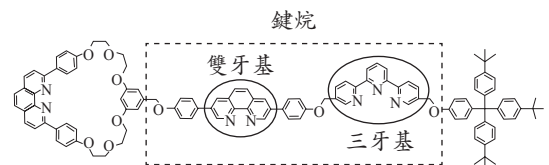
2. 4

3. Cu (II)，氧化數是 +2、配位數是 5

4. $[Ar]3d^{10}$ 。

【解析】

1.化合物甲中間部分為鏈烷，中間左側有一雙牙基，中間右側有一三牙基。



【大考中心說明】根據題目圖 5，畫出化合物甲，其鏈烷的雙牙配位基與三牙配位基的結構正確，也可給分。

2.題幹中指出銅 (I) 離子只與四個氮結合，氮又是單牙基，據此推測化合物丙中 Cu (I) 離子的配位數目應該是 4。

3.化合物丙中的銅 (I) 離子被氧氣氧化，應變成銅 (II) 離子。從題目圖 8 中可看出銅 (II) 離子接 5 個 N 原子，所以 Cu (II) 離子的配位數目為 5。

4. Cu 的基態電子組態為 $[Ar]3d^{10}4s^1$ ，金屬變成離子時，會先從最外層失去電子 (4s 電子)，所以 Cu (I) 的基態電子組態為 $[Ar]3d^{10}$ 。