

大學入學考試中心
九十六學年度指定科目考試試題
化學考科

— 作答注意事項 —

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時應以橡皮擦拭，切勿使用修正液
- 非選擇題使用較粗的黑色或藍色原子筆、鋼珠筆或中性筆，在「答案卷」上作答

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、元素週期表(1~36 號元素)

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數 $R = 0.08205 \text{ L atm K}^{-1}\text{mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

三、標準還原電位

標準電位 E° (伏特)					標準電位 E° (伏特)				
F _{2(s)}	+	2e ⁻	⇌	2F ⁻ _(aq) 2.87	Cu ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Cu _(s) 0.34
Au ³⁺ _(aq)	+	3e ⁻	⇌	Au _(s) 1.42	2 H ⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	H _{2(g)} 0.00
Cl _{2(s)}	+	2e ⁻	⇌	2Cl ⁻ _(aq) 1.36	Pb ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Pb _(s) - 0.13
O _{2(g)} + 4 H ⁺ _(aq) + 4e ⁻	⇌	2H ₂ O _(l)	1.23	Fe ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Fe _(s) - 0.44	
Ag ⁺ _(aq)	+	e ⁻	⇌	Ag _(s) 0.80	Zn ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Zn _(s) - 0.76
I _{2(s)}	+	2e ⁻	⇌	2I ⁻ _(aq) 0.53	Mg ²⁺ _(aq)	+	2e ⁻	⇌	Mg _(s) - 2.38

四、計算與單位

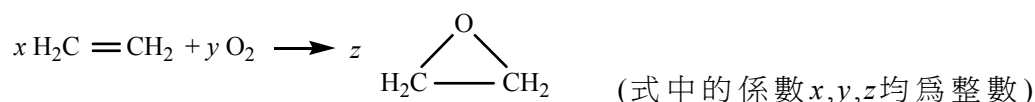
$\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$, 1 奈米(nm) = 10^{-9} m, 1 埃(Å) = 10^{-10} m, 1 皮米(pm) = 10^{-12} m

第壹部分：選擇題（佔 78 分）

一、單選題（48分）

說明：第1至16題，每題選出一個最適當的選項，標示在答案卡的「選擇題答案區」。每題答對得3分，答錯或劃記多於一個選項者倒扣3/4分，倒扣到本大題的實得分數為零為止，未作答者，不給分亦不扣分。

1. 為達到環境保護及永續經營的目的，化學反應中，反應物的原子，應儘可能全部轉化為產物中的原子。若要使下列反應：

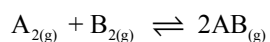


符合環境保護及永續經營的要求，則 $(x+y+z)$ 的最小數值為何？

- (A)4 (B)5 (C)6 (D)7 (E)8

2-3題為題組

化合物 $\text{A}_{2(\text{g})}$ 與 $\text{B}_{2(\text{g})}$ 反應生成 $\text{AB}_{(\text{g})}$ ，其反應式如下：

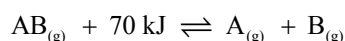
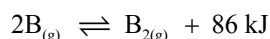
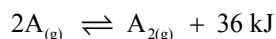


將0.30莫耳的化合物 $\text{A}_{2(\text{g})}$ 與0.15莫耳的化合物 $\text{B}_{2(\text{g})}$ 混合在一溫度為 60°C ，體積為V升的容器內，當反應達到平衡時，得0.20莫耳的化合物 $\text{AB}_{(\text{g})}$ 。

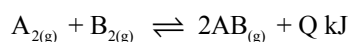
2. 試問 60°C 時，此反應的平衡常數為何？

- (A)0.20 (B)1.0 (C)2.0 (D)4.0 (E)8.8

3. 已知有關化合物 $\text{A}_{2(\text{g})}$ ， $\text{B}_{2(\text{g})}$ 與 $\text{AB}_{(\text{g})}$ 的熱化學反應式如下：



試問下列反應式中的Q值為何？



- (A)18 (B)35 (C)43 (D)-35 (E)-18

4. 圖 1 為三個分別裝有相同理想氣體的定容器，開始時各活栓關閉，各容器內的氣體體積及壓力如圖 1 所示。定溫下，將各活栓打開，當容器內氣體達到平衡後，若忽略各活栓的體積，則容器內的壓力應變為多少大氣壓(atm)？

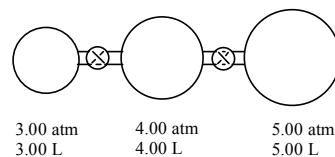


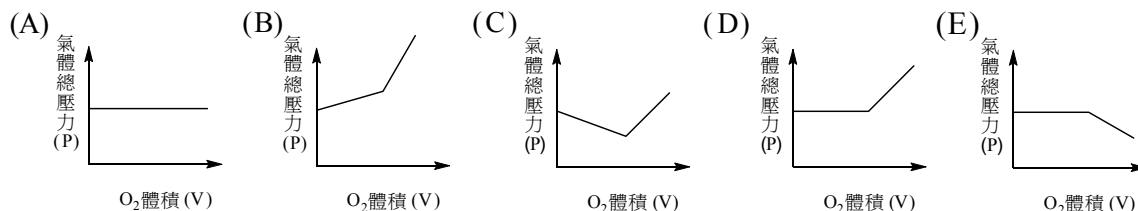
圖 1

- (A)3.60 (B)3.98 (C)4.17 (D)4.80 (E)5.20

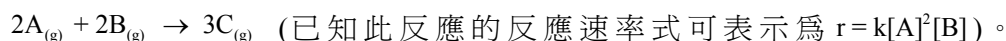
5. 三瓶沒有貼標籤的強酸，已知分別裝有濃鹽酸、濃硫酸及濃硝酸。試問下列哪一種物質，可以單獨鑑別這三瓶強酸？

- (A)方糖 (B)牛奶 (C)金片 (D)鉑片 (E)銅片

6. 室溫下，將一大氣壓的 $\text{NO}_{(\text{g})}$ 充滿於一體積固定的容器內，當加入 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 時，容器內立即產生赤褐色的氣體 $\text{NO}_{2(\text{g})}$ 。若在加入 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 的過程中，維持容器的體積與溫度不變，且加入 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 的速率比 $\text{NO}_{(\text{g})}$ 與 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 的反應速率慢，則下列圖中，哪一個最適合表示容器內混合氣體的總壓力(P)與所加入 $\text{O}_{2(\text{g})}$ 體積(V)的關係？



7. 化合物 $\text{A}_{(\text{g})}$ 與 $\text{B}_{(\text{g})}$ 反應生成 $\text{C}_{(\text{g})}$ ，其反應式如下：



王同學做了兩次實驗。第一次將化合物 $\text{A}_{(\text{g})}$ 及 $\text{B}_{(\text{g})}$ 各 0.1 莫耳置於一個 500 毫升的容器中反應。在相同的溫度下，做第二次實驗，將 0.2 莫耳的化合物 $\text{A}_{(\text{g})}$ 及 0.1 莫耳的化合物 $\text{B}_{(\text{g})}$ 置於一個 1000 毫升的容器中反應。試問第二次實驗的反應初速率為第一次的幾倍？

- (A) 1/8 (B) 1/4 (C) 1/2 (D) 不變 (E) 2
8. 表 1 為元素週期表的一部分，甲至戊表元素符號，其中甲的原子序為 13。試問表 1 中，哪一個元素的原子半徑最小？

- (A) 甲 (B) 乙
(C) 丙 (D) 丁
(E) 戊

表 1

	甲	乙
丙	丁	戊

9. 單層奈米碳管是一個由單層石墨所形成的中空圓柱型分子。圖 2 為無限奈米碳管的一部分，若按圖 2 所示的方式將單層石墨捲曲成一直徑為 1.4 奈米(或 1400 皮米)的奈米碳管，則沿圓柱型的圓周繞一圈，需要多少個六圓環？[已知石墨中的碳—碳鍵長約為 1.42 埃(或 142 皮米)]

- (A) 14 (B) 18
(C) 22 (D) 26
(E) 30

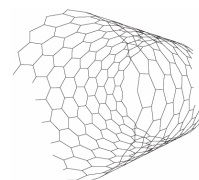


圖 2

10. 下列有關乙烷，乙烯，乙炔分子中碳—碳鍵長的比較，哪一個是正確的？

- (A) 乙烷 < 乙烯 < 乙炔 (B) 乙炔 < 乙烷 < 乙烯
(C) 乙炔 < 乙烯 < 乙烷 (D) 乙烯 < 乙烷 < 乙炔
(E) 乙烯 < 乙炔 < 乙烷

11. 圖 3 為一個容器內的液體與其蒸氣所形成平衡系統的示意圖。在定溫下，將活塞緩慢往上拉，整個過程中，一直使系統處於平衡狀態，當系統的體積達到 V_1 時，液體全部消失。試問下列哪一個最能表示此系統的壓力隨體積變化的關係圖？

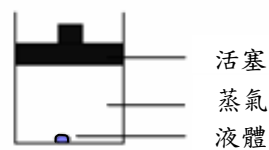
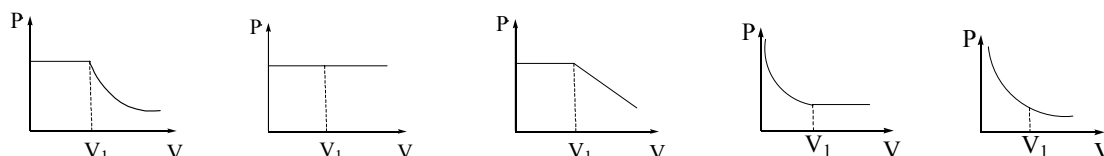


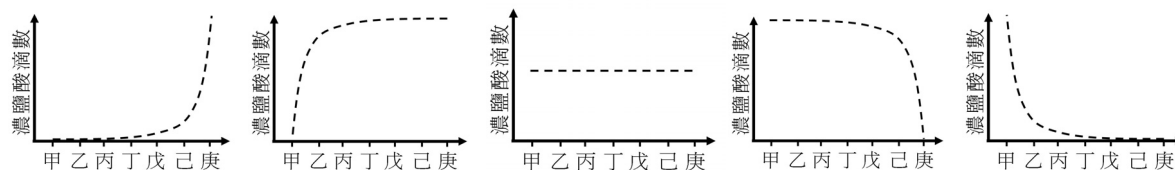
圖 3

- (A) (B) (C) (D) (E)



12. 有甲、乙、丙、丁、戊、己、庚等七杯各含 100 毫升濃度不等的鹽酸溶液，各溶液的 pH 值分別為 7.0、6.0、5.0、4.0、3.0、2.0、1.0。今將濃鹽酸逐滴滴入各溶液中，使各溶液的 pH 值，分別降為 6.0、5.0、4.0、3.0、2.0、1.0、0.0。若用各溶液所需加入濃鹽酸的滴數對各溶液的編號作圖，則所形成的曲線，應接近下列哪一個？

- (A) (B) (C) (D) (E)



13. 圖 4 為氫原子結合成氫分子的位能變化圖。當二個氫原子逐漸接近時，電子與原子核相互吸引，導致其位能逐漸降低，直至位能最低時 (-432kJ/mol)，形成最穩定的氫分子。(氫分子的鍵能即為 432kJ/mol ，而此時氫原子核間的距離 (0.74埃)，即為氫分子的鍵長)。當二個氫原子更接近時，因原子核間的斥力大增，其位能亦急速增高。下列有關 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 等分子形成過程中，位能變化的相對關係圖，何者正確？

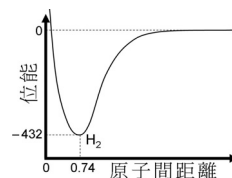
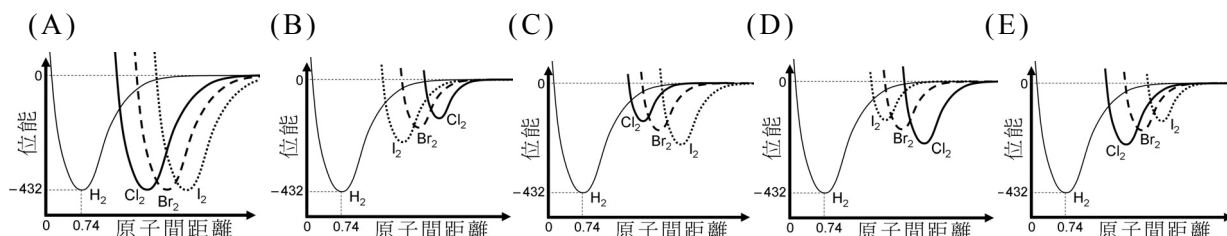


圖 4



14. 將 $\text{PbI}_{2(s)}$ ($K_{sp} = 7.1 \times 10^{-9}$) 溶於 0.1 公升水中，直至溶液飽和時，其 $\text{Pb}^{2+}_{(aq)}$ 與 $\text{I}^{-}_{(aq)}$ 離子濃度隨時間變化的關係如圖 5。若在 T 時間時，將上述飽和溶液加入一 0.1 公升，1.0M 的 $\text{NaI}_{(aq)}$ 溶液中。試問：下列哪一個最適合表示 T 時間後， $[\text{Pb}^{2+}]$ 與 $[\text{I}^{-}]$ 隨時間改變的關係圖？

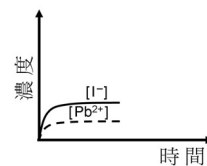
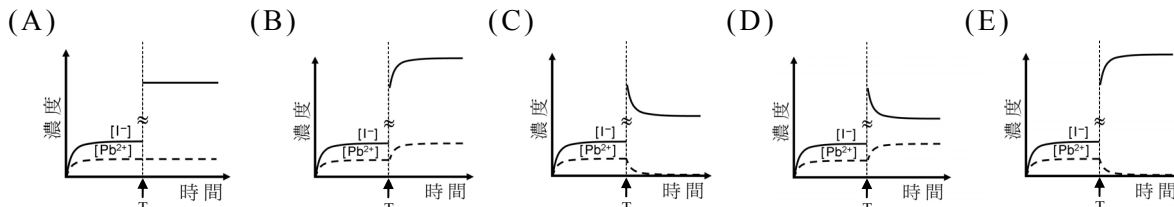
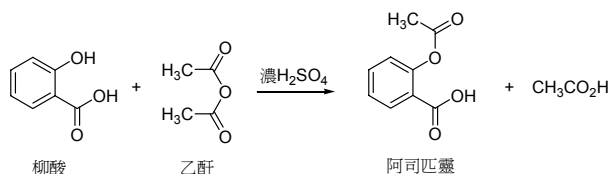


圖 5



15-16題為題組

王同學取 2.00 克的柳酸 (分子量=138) 與 4.00 毫升的乙酐 (分子量=102，比重=1.08)，在濃硫酸的催化下反應，所得產物經純化、再結晶及烘乾後，得到 1.80 克的阿司匹靈。柳酸與乙酐反應生成阿司匹靈的反應式如下：



15. 下列哪一個化合物也可與柳酸反應生成阿司匹靈？
 (A) 氯乙烷 (B) 乙醇 (C) 乙胺 (D) 溴乙烷 (E) 乙醯氯
16. 試問王同學在本實驗所得的產率為何 (%)？
 (A) 35 (B) 47 (C) 52 (D) 69 (E) 78

二、多選題 (30分)

說明：第17至22題，每題各有5個選項，其中至少有一個是正確的。選出正確選項，標示在答案卡之「選擇題答案區」。每題5分，各選項獨立計分，每答對一個選項，可得1分，每答錯一個選項，倒扣1分，倒扣到本大題之實得分數為零為止，整題未作答者，不給分亦不扣分。

17. 常溫下，已知硫酸鈣與硫酸鋇的溶度積常數 (K_{sp}) 分別為 2.5×10^{-5} 和 1.7×10^{-10} 。則下列有關溶液的敘述，哪些是正確的？
 (A) 硫酸鈣在純水中的溶解度為 $5.0 \times 10^{-3} \text{ M}$
 (B) 硫酸鈣在 0.10M 氯化鈣溶液的溶解度為 $2.5 \times 10^{-4} \text{ M}$
 (C) 硫酸鋇在 0.01M 氯化鋇溶液的溶解度為硫酸鋇在純水中溶解度的一半
 (D) 將 50 毫升 0.01M 氯化鋇溶液，加入 50 毫升 0.01M 硫酸鉀溶液，會有沉澱產生
 (E) 若將 0.05M 硫酸鉀溶液，逐滴加入一 100mL 含 0.01M 氯化鋇及 0.01M 氯化鈣的混合水溶液中，則會先產生硫酸鋇沉澱

18. 某些只含 C、H、O 三種元素的有機化合物，當一莫耳的該化合物完全燃燒時，所需氧的莫耳數及所產生水的莫耳數，均與一莫耳的甲烷完全燃燒時相同。試問下列化合物中，哪些能滿足上述條件？

- (A) HCOOH (B) HCOOCH₃ (C) CH₃COOH (D) C₂H₅COOH (E) H₂C(COOH)₂

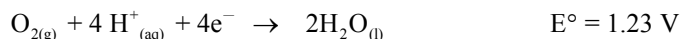
19. 已知三個相同材質的汽球，分別裝有等莫耳數的 H₂、He、CH₄等三種氣體。假設這些氣體均為理想氣體，則在標準狀態下，對汽球內三種氣體的敘述，哪些是正確的？

- (A) H₂的壓力為 He 的 4 倍
(B) H₂汽球內的原子數為 He 汽球內原子數的 2 倍
(C) 當 H₂汽球內的 H₂逸散出 50% 時，則在同一時間，約有 35% 的 He 從 He 汽球內逸散出來
(D) He 的逸散速率為 CH₄ 的 2 倍
(E) CH₄ 的密度(克/升)為 He 的 4 倍

20-21 題為題組

化石燃料是現今地球上最主要的能源，一般火力發電廠利用燃燒反應，將化學能轉變為熱能，用來推動發電機以產生電能。但是使用這種方式，最有效率的發電廠也僅能轉換約 40% 的化學能為電能。若能利用電化學方法，直接將化學能轉變為電能，將更有效率，燃料電池即以此種方式產生電能。

氫—氧燃料電池與甲烷燃料電池所需半反應的標準還原電位如下：



燃料電池對外所能做的最大電功為：

$W = -nFE^\circ$ ，其中：W 為電功，單位焦耳

F 為法拉第常數，等於 96500 庫倫/莫耳

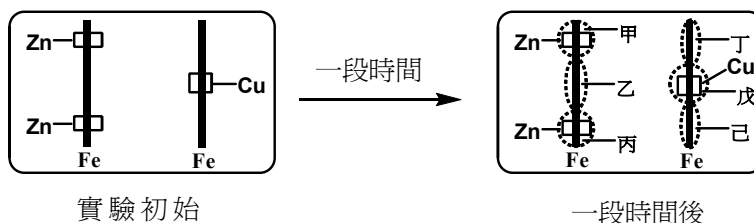
E° 為電動勢，單位伏特(V)

n 為燃燒一莫耳氫或甲烷所轉移的電子莫耳數

20. 下列有關氫—氧與甲烷燃料電池的敘述，哪些是正確的？

- (A) 每產生 1.0 莫耳的水，兩種電池都需要轉移 2.0 莫耳的電子
(B) 甲烷燃料電池的電動勢為 1.40 V
(C) 氫—氧燃料電池的電動勢為 1.23 V
(D) 甲烷燃料電池每消耗 1.0 莫耳的甲烷，可以產生 $W = -409 \text{ kJ}$ 的電功
(E) 氫—氧燃料電池每消耗 1.0 莫耳的氫氣，可以產生 $W = -237 \text{ kJ}$ 的電功

21. 燃料電池能量轉換的最大可能效率為 $W/\Delta H^\circ$ ，其中 ΔH° 是燃料的莫耳燃燒熱。已知氫氣與甲烷的莫耳燃燒熱分別是 -286 kJ/mol 與 -890 kJ/mol ，則下列有關氫—氧與甲烷燃料電池的能量轉換與其效率的敘述，哪些是正確的？
- (A) 燃料電池的能量轉換效率比傳統發電機高
(B) 氫—氧燃料電池的最大可能效率為 83%
(C) 甲烷燃料電池的最大可能效率為 92%
(D) 兩種燃料電池的最大可能效率均超過 90%
(E) 每單位質量的氫—氧燃料電池的最大可能效率比甲烷燃料電池高
22. 鐵生鏽是常見的氧化還原反應。反應中，鐵氧化為 $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ ，而氧還原與水反應生成 $\text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$ 。 $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ 的檢驗可由 $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ 與 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(\text{aq})}$ 反應呈藍色而得知；而 $\text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$ 的檢驗，可由 $\text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$ 遇無色的酚酞呈紅色而得知。實驗初始時，王同學將左鐵棒的上、下兩端各聯上一鋅片，而在右鐵棒中段聯上一銅片(如實驗初始圖)，王同學將此二者靜置於含有 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(\text{aq})}$ 及酚酞的混合膠質溶液中，經一段時間後，發現圖中的甲、乙、丙、丁、戊、己等六區均有變化，則下列各區的變化，哪些是正確的？



- (A) 甲區呈現藍色 (B) 乙區呈現紅色 (C) 丙區呈現藍色
(D) 丁區產生鐵(II)離子 (E) 戊區產生銅(II)離子

第貳部份：非選擇題（佔 22 分）

說明：共有三題，都要用較粗的黑色或藍色的原子筆、鋼珠筆或中性筆書寫。答案必須寫在答案卷上，並於題號欄標明題號（一、二、三）與子題號（1、2...），作答時不必抄題。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。每大題的題分標示於題前。

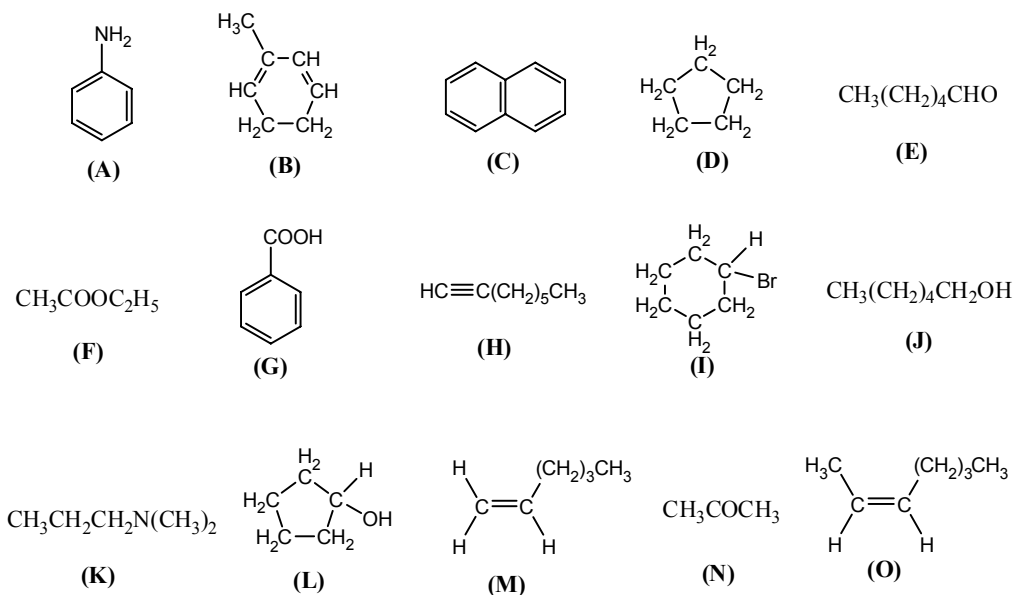
- 一. 本題共 8 小題，每小題各 1 分，其答案需從下列 15 種氣體選取，而且必須以()內的 A、B、C... 代號回答。

- | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| (A) NH_3 | (B) N_2 | (C) N_2O_3 | (D) N_2O_5 | (E) NO_2 |
| (F) O_2 | (G) CO_2 | (H) C_2H_2 | (I) HF | (J) F_2 |
| (K) HCl | (L) HBr | (M) HI | (N) H_2S | (O) SO_2 |

- 哪一個氣體溶於水後，呈鹼性？
- 哪一個氣體通入含有鉛離子的溶液即產生黑色沉澱？
- 哪一個氣體通入澄清的氫氧化鈣溶液即產生白色沉澱？
- 哪一個氣體溶於水後，其成分之一的元素，會呈現兩種不同的氧化數？

5. 哪一個無機物的氣體，沒有腐敗的蛋臭味，溶於水呈酸性，能使過錳酸鉀的硫酸溶液褪色？
6. 哪一個氣體分子，其孤對電子數最少？
7. 哪一個氣體可作為燃料，與氧燃燒可得高溫的火焰？
8. 氫鹵酸之外，哪些氣體溶於水後，呈強酸性(只寫出一種)？

二. 本題共 4 小題，每小題各 2 分，其答案需從下列 15 種有機化合物選取，且必須以()內的 A、B、C……代號回答，並寫出其正確的中文名稱。



1. 哪一個化合物可與二鉻酸鉀溶液反應生成酮類？(寫出代號與其正確的中文名稱)
2. 哪一個化合物可與多倫試液反應得銀鏡？(寫出代號與其正確的中文名稱)
3. 哪一個化合物具有最高的熔點？(寫出代號與其正確的中文名稱)
4. 哪一個化合物可以有反式異構物？(寫出代號與其正確的中文名稱)

三. 本題共 3 小題，每小題各 2 分。

$\text{CaCO}_{3(s)}$ 分解為 $\text{CaO}_{(s)}$ 與 $\text{CO}_{2(g)}$ 的平衡反應式如右： $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$

已知 850°C 時，此反應的平衡常數 $K_p = 1.21$ (以 atm 表示)。試回答下列問題：

1. 取 1.0 莫耳的 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 置入一體積為 10.0 公升的容器後，將容器抽至真空，並將容器加熱到 850°C 。在此溫度下，當反應達平衡時，容器內氣體的壓力應為幾大氣壓(atm)？
2. 承上題，定溫下 (850°C)，將容器體積減為 5.0 公升，並加入 1.35 atm 的氮氣，當反應再度平衡時，容器內氣體的壓力應為幾大氣壓(atm)？
3. 承第 1 小題，定溫下 (850°C)，再加入 0.1 莫耳的 $\text{CaO}_{(s)}$ 於容器中，當反應再度平衡時，容器中的 $\text{CaCO}_{3(s)}$ 與 $\text{CO}_{2(g)}$ 莫耳數應如何變化？(以增加、減少、不變的方式表示)