



## 1-1

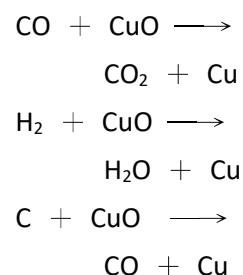
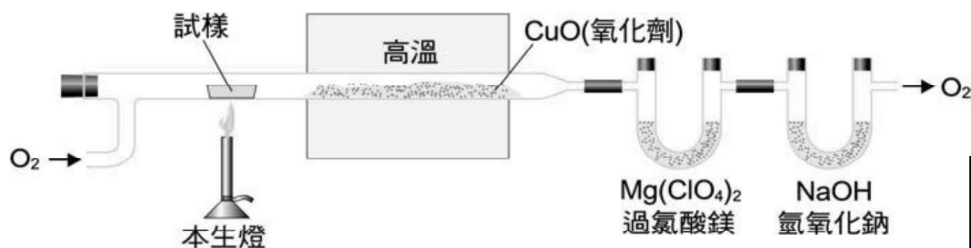
## 有機化合物的組成



## 燃燒分析法

★ 假設化合物含有碳、氫及氧三種元素。

1. 由燃燒(元素)分析法來求各元素的重量組成。



- (1) 將已稱重之試樣(3~5mg)放入盤中。
- (2) 通氧加熱，則化合物中的 C 轉成  $\text{CO}_2$ ，H 轉成  $\text{H}_2\text{O}$ 。
- (3)  $\text{CuO}$  可用來將燃燒未完全的 C、 $\text{CO}$  及  $\text{H}_2$  氧化成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。
- (4) 所生成的  $\text{H}_2\text{O}$  會被乾燥管(內裝  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$  或無水  $\text{CaCl}_2$ ) 中的乾燥劑吸收；而  $\text{CO}_2$  會被含  $\text{NaOH}$  管所吸收。
- (5) 稱量二管所增加的重量，即可得  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  的重量，進而求出試樣中 C、H 含量。
- (6) 化合物中的氧重，則以「化合物總重 - 其他元素重」得氧重。
- (7) 將各元素的重量組成或百分組成除以原子量，可得各元素的原子數比，即可得實驗式及式量。
- (8) 若可測得化合物的分子量，即可再求得分子式。

分子式 = (實驗式)<sub>n</sub>，而  $n = \left( \frac{\text{分子量}}{\text{式量}} \right)$  代入，即可得分子式。

**基本題型：**

已知某有機純質含有碳、氫、氧三種元素，取其試樣 3.0 克混合空氣完全燃燒，燃燒後的產物，通過高溫的 CuO 以將產物充分氧化，再依序通過甲（內盛無水過氯酸鎂）、乙（內盛氫氧化鈉）兩支 U 形管。結果甲管重量增加 1.8 克，乙管重量增加 4.4 克。另取定量的此化合物使之完全氣化，在同溫、同壓、同體積下，其質量為氧氣的 1.875 倍。回答下列問題：（原子量：H=1，C=12，O=16）（1）此有機物的重量百分組成。（2）此有機物的實驗式。（3）此有機物的分子式。

**價鍵原理****1. 有機化合物常見元素的鍵結價數：**

常見元素	價數	單鍵型態	雙鍵型態	參鍵型態
C	4			
N	3			
O	2			無
F、Cl、 Br、I	1		無	無
H	1		無	無

**2. 化學式的互換：**

(1) 含有 X 者：

(2) 含有 O、S 者：

(3) 含有 N、P 者：

(4) 整理：

**3. 由 H 數判斷可能結構(飽和烴):****問題:** 哪些有機物可能存在?a.  $C_2H_{18}$    b.  $C_4H_8NO_2$    c.  $C_{20}H_{40}$    d.  $C_3H_4N_3Cl_3$    e.  $C_3H_{10}Si_2NSO_3Cl$    f.  $C_{10}H_{18}Cl_2ON_4S$    g.  $CH_2ON$ h.  $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$    i.  $C_{12}H_{25}O_2$    j.  $C_{12}H_{19}Br$    k.  $C_7H_{17}N_3$    l.  $C_5H_8$    m.  $C_{12}H_{25}O_2N$ **4. 由 H 數判斷可能結構(不飽和烴):**

(1) 化學式含 H 原子數目比最大值少 2

(2) 化學式含 H 原子數目比最大值少 4

(3) 化學式含 H 原子數目比最大值少 6

**由物化性質推論最可能的結構**

1. 由分子式預測化合物各種可能的鍵結方式。
2. 量測化合物之熔點、沸點、溶解度等物理性質推測化合物是否具有氫鍵。
3. 由酸鹼性質及化學反應推斷化合物可能具有的官能基。
4. 以分子式為  $C_2H_4O_2$  為例：

(1)此二種異構物的物理及化學性質如下表所示：

	化合物 A	化合物 B
沸點	118 °C	32 °C
水溶性	極大	佳
酸鹼性	酸性	中性
與甲醇反應	產生酯類	無

(2)由表中可看出 A 具有高沸點及極性大的化性，則化合物 A 可能具有氫鍵，又由其具酸性及可與甲醇反應生成酯，可推論 A 具有羧基，即為乙酸，而 B 為甲酸甲酯。

### 範例

1. 僅含碳、氫兩元素的某氣體化合物試樣，完全燃燒後得到水 0.27 克，並在 STP 時收集到  $\text{CO}_2$  336 毫升，回答下列問題：(原子量：H=1, C=12, O=16)

(1)原試樣的重量多少？

(2)此碳氫化合物之實驗式為何？

(3)若原試樣在 STP 下體積為 112 毫升，則此物之分子式為何？

2. 分子式為  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  的有機化合物，其結構絕不可能有下列何種情形？ (A) 鏈式具 1 參鍵 (B) 鏈式具 2 雙鍵 (C) 具 2 環及 1 雙鍵 (D) 具 1 環及 1 雙鍵

3. 分子結構中含 1 個環狀結構，且有 1 個雙鍵、無參鍵的化合物，則該分子可能為下列何者？ (A)  $\text{C}_8\text{H}_{12}$  (B)  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  (C)  $\text{C}_7\text{H}_{14}$  (D)  $\text{C}_4\text{H}_6$

4. 某不飽和烴的分子式為  $\text{C}_{100}\text{H}_{180}$ ，已知此烴含有一個環、兩個雙鍵，其餘為參鍵，則此烴分子中含有幾個參鍵？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5



## 範例

1. 分析一個固態有機化合物的結構，其過程如下，回答下列各題：

(1) 若要知道此物質是否為純物質，應進行下列何項操作？

(A) 燃燒法 (B) 測其水溶性 (C) 測其熔點 (D) 測其酸鹼性 (E) 測定分子量

(2) 透過(1)步驟，若已知該物質為純物質，接下來要決定實驗式，主要的操作為何？

(A) 測其沸點 (B) 測定碳、氫等元素的含量 (C) 測定分子量

(D) 測定其具有何種官能基

(3) 由(2)決定出實驗式，又知其分子量可能大於 10000，以下列何種方法測定分子量最恰當？ (A) 沸點上升 (B) 凝固點下降 (C) 蒸氣密度法 (D) 滲透壓

2. 某碳氫氧化合物 0.23 克，完全燃燒生成二氧化碳 0.44 克、水 0.27 克。回答下列各題：

(1) 此化合物之實驗式為何？

(2) 若該化合物完全氯化後的重量約為同狀況、同體積甲烷的 3 倍，則此化合物之分子式為何？

(3) 若此化合物中 1 個 H 原子被 Cl 原子取代，只能得到 1 種化合物，則此化合物之結構式為何？



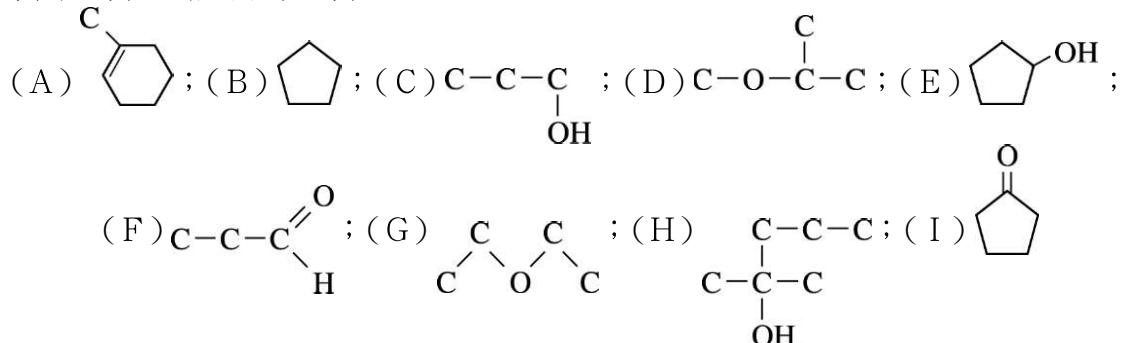
## 官能基

有機化合物常因具有相同的原子團而具有特定的物理及化學性質，這些原子團通常稱為官能基 (functional group)。

官能基	化合物名	通式
鹵素原子	鹵烴	
羥基	醇	
	酚	
醚基	醚	
羰基	醛	
	酮	
羧基	酸	
酯基	酯	
胺基	胺	
醯胺基	醯胺	

**範例**

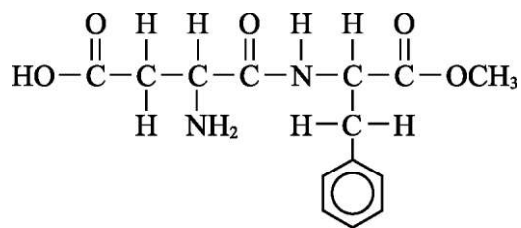
1. 從下列選項選出適當的選項：





- (1) 哪些化合物屬於烴類？
- (2) 哪些化合物屬於醇類？
- (3) 哪些化合物屬於醚類？
- (4) 哪些化合物屬於醛類？
- (5) 哪些化合物屬於酮類？

2. 「阿司巴丹」是常見的代糖，可作為糖尿病患的食品添加物，其結構如下圖所示。則阿司巴丹的結構中含有哪些官能基？

- (A) 酯基 (B) 醚基 (C) 羧基 (D) 胺基 (E) 醯胺基。



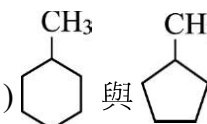
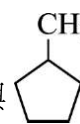
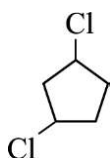
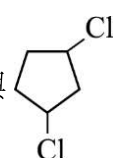

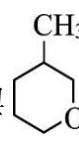
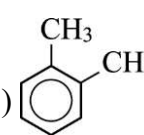
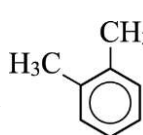
3. 下列各組物質中，何者互為同系物？

- (A)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  (B) 、
- (C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  (D)  $\text{HCOOH}$ 、 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ 。

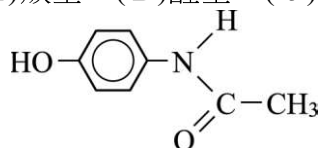


## 單元練習題

### 一、單一選擇題

- 某不飽和烴的分子式為  $C_{100}H_{180}$ ，已知此烴含有一個環、兩個雙鍵，其餘為參鍵，則此烴分子中含有幾個參鍵？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5。
- 某烷類含碳的重量百分率為 75%，則下列何者為其實驗式？ (A)  $C_3H$  (B)  $CH_3$  (C)  $CH_2$  (D)  $CH_4$ 。
- 某苯之同系物的蒸氣完全燃燒時，需消耗相同條件下其 12 倍體積的氧氣，則該有機化合物為下列何者？ (A)  $C_9H_{12}$  (B)  $C_8H_{16}$  (C)  $C_9H_{14}$  (D)  $C_{10}H_8$ 。
- 研究發現：大腦的生長發育與不飽和脂肪酸有密切關係。被稱為腦黃金的 DHA 就是一種不飽和度很高的脂肪酸，它的分子中有 6 個  $C=C$  雙鍵，示性式為  $C_{25}H_mCOOH$ ，請問  $m$  等於多少？ (A) 39 (B) 40 (C) 41 (D) 42。
- 有機化合物分子中的官能基可用來：(1)作為辨認同系物的初步判斷；(2)推知化合物的特性；(3)推知化合物的反應性，上列敘述何者正確？ (A) 僅(1)、(3) (B) 僅(1)、(2) (C) 僅(2)、(3) (D) (1)、(2)及(3)。
- 葡萄糖 ( $C_6H_{12}O_6$ ) 中，碳所占的質量百分率組成若若干？ (A) 25% (B) 40% (C) 50% (D) 60%。
- 某碳氫化合物之沸點為  $80^\circ C$ 、凝固點為  $-5^\circ C$ ，下列何種方法較適合用以測定其分子量？ (A) 沸點上升法 (B) 凝固點下降法 (C) 蒸氣密度測定法 (D) 元素分析法。
- 下列化合物中，何者的碳所占的質量百分率組成最大？ (A) 葡萄糖 (B) 酒精 (C) 醋酸 (D) 丙酮。
- 某有機化合物的分子式為  $C_{10}H_{14}Cl_2O_2$ ，分子結構中不含環及碳-碳參鍵，只含有 1 個  $-C(=O)-$ ，則該分子中含有的碳-碳雙鍵數為若干？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。
- 下列各組化合物，每組的兩個化合物取等莫耳數，在足量的氧氣中充分燃燒，哪一組所用掉的氧氣量不相等？ (A) 乙烯和乙醇 (B) 乙炔和乙醛 ( $CH_3CHO$ ) (C) 乙酸甲酯 ( $CH_3COOCH_3$ ) 和乙烷 (D) 乙酸和乙醇。
- 某化合物的分子式為  $C_5H_{11}Cl$ ，分析資料顯示：分子中有 2 個  $-CH_3$ 、2 個  $-CH_2-$ 、1 個  $-CH-$  和 1 個  $-Cl$ ，則其可能的結構有幾種？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。
- 下列哪一對化合物是結構異構物？ (A)  與  (B)  與  (C)  與  (D)  與 。
- 依鍵結原理推論，分子  $CH_2O_2$  中不可能具有何種官能基？ (A) 醯胺基 (B) 羰基 (C) 羧基 (D) 醛基。

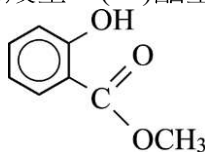
14. \_\_\_\_\_市售「非阿司匹靈」的止痛劑或感冒藥，通常含有下圖結構之有機化合物。此有機化合物不具下列何種官能基？ (A)羰基 (B)醛基 (C)羥基 (D)醯胺基。



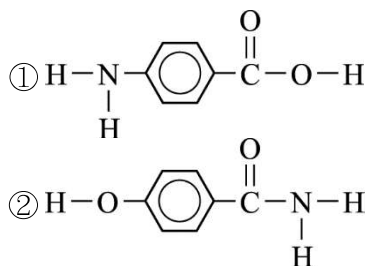
15. \_\_\_\_\_丁香油烯的分子式為  $C_{15}H_{24}$ ，在鉑催化劑存在下，丁香油烯和過量的氫反應生成  $C_{15}H_{28}$ ，則丁香油烯具有下列何種結構？ (A)2 個雙鍵，2 個環 (B)2 個雙鍵，1 個環 (C)1 個雙鍵，1 個環 (D)3 個雙鍵，1 個環。
16. \_\_\_\_\_欲求有機化合物的分子量，下列何種方法不佳？ (A)若為氣態烴，於同溫、同壓下測其通孔擴散速率，並與已知分子量之氣體比較通孔擴散速率 (B)若為聚合物，可將定量之聚合物配製成溶液，測其凝固點下降量 (C)若為一般的氣態烴，可測定該烴在定溫、定壓下的密度 (D)若為單質子羧酸的有機化合物，則可用酸鹼滴定法來求出該有機化合物的分子量。
17. \_\_\_\_\_下列有機化合物中，何者的沸點最高？ (A)  $CH_3CH_2CH_3$  (B)  $CH_3CH_2CHO$  (C)  $CH_3CH_2CH_2OH$  (D)  $CH_3CH_2CH_2F$ 。

## 二、多重選擇題

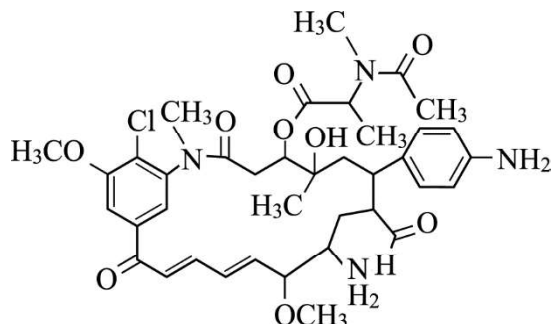
- \_\_\_\_\_下列有關烴類的敘述，何者正確？ (A)乙炔和苯具有相同的實驗式 (B)1-戊烯有幾何異構物存在 (C)1-戊烯與 2-戊烯互為結構異構物 (D)一分子的  $C_nH_{2n+2}$  結構中共有  $(3n+1)$  個單鍵 (E)戊烷有正戊烷、異戊烷、新戊烷和環戊烷四種異構物。
- \_\_\_\_\_下列關於有機化合物的敘述，何者正確？ (A)化學式  $C_6H_{12}NCl_3$  可能具有苯環結構 (B)聯苯分子中，一個氫原子被氯原子取代，其異構物有 3 種 (C)與環戊烯互為結構異構物的炔類共有 2 種 (D) $C_5H_{10}$  的環烷類異構物 (含順、反異構物) 共有 5 種 (E)乙苯之氫原子一個被氯取代，可生成 5 種異構物。
- \_\_\_\_\_實驗室中合成新的巨大球形分子，分子式為  $C_{1398}H_{1278}$ ，下列敘述何者正確？ (A)是一種烴 (B)與  $C_{60}$  是同系物 (C)與  $C_{60}$  是同分異構物 (D)與石墨是同素異形體 (E)推測此種分子中可能含有不飽和鍵。
- \_\_\_\_\_下列何者的實驗式相同，但既不是同系物，又不是同分異構物？ (A)辛烯和 3-甲基-1-丁烯 (B)苯和乙炔 (C)1-氯丙烷和 2-氯丙烷 (D)甲基環己烷和乙烯 (E)苯乙烯和乙炔。
- \_\_\_\_\_某非電解質有機化合物 3 克溶於 100 克純水，所得溶液之凝固點為  $-0.93^\circ C$ ，此有機化合物可能為下列何者？ (A)  $CH_3NH_2$  (B)  $CH_3COCH_3$  (C)  $C_2H_5OCH_3$  (D)  $C_2H_5NO_2$  (E)  $(NH_2)_2CO$ 。
- \_\_\_\_\_下列有機化合物所對應的官能基，何者正確？ (A)  $CH_3CHO \Rightarrow$  醛基 (B)  $C_3H_7COOH \Rightarrow$  羧基 (C)  $C_6H_5CH_3 \Rightarrow$  羰基 (D)  $C_2H_5NH_2 \Rightarrow$  醯胺基 (E)  $C_5H_{11}OH \Rightarrow$  羥基。
- \_\_\_\_\_冬青油為某種傳統藥材內含有的化合物，其結構如下圖，試問在此化合物中含有哪些官能基？ (A)羥基 (B)醛基 (C)羧基 (D)酯基 (E)胺基。



8. \_\_\_\_\_關於下圖標示①、②的兩個有機化合物結構式，下列敘述何者正確？ (A)兩者為同分異構物 (B)分子式皆為  $C_7H_7NO_2$  (C)①分子結構含有羧基及胺基 (D)②分子結構含有羧基及羥基 (E)②分子結構含有醯胺鍵。



9. \_\_\_\_\_ 常見的有機化合物包括醇、酚、醚、醛、酮、酯、酸、胺與醯胺，下圖有機分子中，能找到上述所提的九種有機化合物中的哪幾種官能基？ (A)胺 (B)酚 (C)醛 (D)醯胺 (E)酮。



10. \_\_\_\_\_ 下列物質中，何組必屬於同系物？ (A)分子式符合通式  $C_nH_{2n+2}$  的一切物質 (B)分子式符合通式  $C_nH_{2n}$  的一切物質 (C)分子式符合通式  $C_nH_{2n-2}$  的一切物質 (D)可用最簡式  $C_m(H_2O)_n$  表示的一切物質 (E)分子式符合通式為  $C_nH_{2n+1}OH$  的一切物質。
11. \_\_\_\_\_ 某有機化合物完全燃燒後，所得  $CO_2$  與  $H_2O$  的重量比為 22 : 9，此有機化合物可能是下列何者？ (A)乙烯 (B)環己烷 (C)電石氣 (D)苯 (E)1-戊炔。
12. \_\_\_\_\_ 某烴類 0.78 克完全燃燒得  $CO_2$  2.64 克及水 0.54 克，則此烴類分子式可能為下列何者？ (A)  $C_2H_4$  (B)  $C_2H_2$  (C)  $C_3H_3$  (D)  $C_4H_8$  (E)  $C_6H_6$ 。
13. \_\_\_\_\_ 下列哪些反應是由無機物變為有機化合物？ (A)由  $CO_2$  合成尿素 (B)由  $H_2$  及  $CO$  合成甲醇 (C)由  $CaC_2$  製乙炔 (D)由氰酸銨製尿素 (E)光合作用。



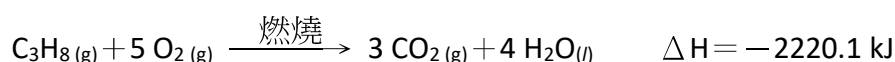
## 1-2 烴與有機鹵化物



### 烷烴的反應

烷烴的化學活性低，在一般環境下不與強氧化劑、強還原劑、濃硫酸或強鹼作用，因此可作為萃取或化學反應中的溶劑，但在適當的條件時，可進行氧化、鹵化、硝化、裂解及脫氫反應。

**1. 氧化反應：**最常見的烷類氧化反應即為燃燒。



a. 丙烷氧焰的火焰度高達 2500 °C，可用來切割金屬。

b. 烷類完全燃燒產物為 CO<sub>2</sub> 與 H<sub>2</sub>O，而不完全燃燒產物為碳粒或 CO。

**2. 鹵化反應：**烷類可與氯或溴在紫外光照射或加熱 (300 °C) 下進行得到鹵烷，就反應類別而言，此反應屬於取代反應 (又稱置換反應)，其中碳-氫鍵中的氫為鹵素所取代。

a. 當氯氣過量時，甲烷鹵化的取代反應依次可生成二氯甲烷、三氯甲烷 (氯仿) 及四氯甲烷 (四氯化碳)，所以產物為\_\_\_\_\_。

b. 常見的連鎖反應:\_\_\_\_\_。

**3. 硝化反應：**雖然烷類不與濃硫酸反應，但在高溫下 (大於 475 °C)，可與濃硝酸反應，產生硝基烷類稱為硝化反應，硝化反應也是取代反應的一種。

**4. 裂解反應：**高沸點的烷類可在隔絕空氣與高溫下發生裂解，脫氫、斷鍵以產生較短鏈之烷類或烯類。

a. 裂解時產生脫去與重排反應，因此反應較複雜。

b. 因天然氣與石油中沒有烯類存在，所以工業上烯類的來源為烷類的裂解。

5. 脫氫反應：一莫耳的烷類在約  $800\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$  時，可以脫去一莫耳的氫氣，而得到烯類。

**範例**

1. 某生用 1.0 莫耳甲烷進行氯化反應，得二氯甲烷、氯仿及四氯化碳，其莫耳數分別為 0.1、0.3 及 0.6。試問該生最少用了多少克氯氣？（原子量：Cl=35.5）（A）71 （B）124  
（C）187 （D）249
2. 甲烷和氯反應會產生四種產物： $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 。某生取 11.2 克甲烷反應後生成 10.1 克  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、8.5 克  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、35.85 克  $\text{CHCl}_3$ ，其餘之甲烷與氯反應生成  $\text{CCl}_4$ ，則下列敘述哪些正確？（原子量：Cl=35.5）（A）此反應在室溫下即可進行（B）反應生成之  $\text{CCl}_4$  重量為 15.4 克（C）上述反應需用去  $\text{Cl}_2$  共 60.35 克（D）若全部的甲烷均變成四氯化碳，理論上可得 107.8 克（E）本反應為取代反應
3. 將 10 莫耳乙烷與 1 莫耳氯氣充分混合，經照光後，完全反應，下列產物中何者最多？  
（A）氯乙烷（B）1, 2-二氯乙烷（C）1, 1-二氯乙烷（D）1, 1, 2-三氯乙烷  
（E）氯化氫



## 範例

1. 下列有關烷類的敘述，何者正確？ (A) 烷類可與強氧化劑（如過錳酸鉀）反應 (B) 丙烷與氯反應，最多可得 4 種二氯丙烷的異構物 (C) 正丁烷在高溫下行熱裂解反應時僅得 1-丁烯 (D) 烷類可與濃硝酸和濃硫酸反應 (E) 2-甲基己烷之一氯取代物共有 6 種
2. 若某鏈狀烷類與  $\text{Cl}_2$  進行鹵化反應，其所得之單氯取代物中，含氯之重量百分率為 33.33%。下列哪些為可能的烷類？（原子量： $\text{Cl}=35.5$ ）(A) 3-甲基戊烷 (B) 2-甲基丁烷 (C) 2,2-二甲基丙烷 (D) 2,3,4-三甲基戊烷 (E) 3-乙基戊烷

3. 下列是甲烷、丙烷與 2,2,4-三甲基戊烷的莫耳燃燒熱，每一種都是作為能量的來源。以克作為基準，何者是最好的能源？

烴	主要成分	莫耳燃燒熱
$\text{CH}_4$	天然氣	212 kcal/mol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	丙烷	531 kcal/mol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{-CHCH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	汽油	1304 kcal/mol

4. 丙烷在高溫下發生熱裂解反應時，可能得到下列哪些產物？  
(A) 氫 (B) 甲烷 (C) 乙烷 (D) 乙烯 (E) 丙烯
5. 下列有關烷類的敘述，何者正確？  
(A) 不與濃硫酸、強氧化劑及強鹼反應  
(B) 在高溫下會發生裂解反應  
(C) 在常溫下，能與鹵素反應產生鹵化物，是取代反應  
(D) 戊烷有正戊烷、異戊烷、新戊烷及環戊烷四種異構物  
(E) 乙烷為常見的有機溶劑  
(F)  $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$  常溫下為氣體  
(G)  $\text{C}_{18}$  以上，常溫、常壓下為固體  
(H) 熔點： $\text{CH}_4 < \text{C}_2\text{H}_6 < \text{C}_3\text{H}_8$   
(I) 純烷無色、無臭，但有毒  
(J) 所有烷類均不溶於水，易溶於乙醚、氯仿等有機溶劑



## 單元練習題

### 一、單一選擇題

- 下列試劑中，何者在適當條件時可與正戊烷發生化學反應？ (A)酸性過錳酸鉀溶液 (B)氯氣 (C)濃硫酸 (D)濃氫氧化鉀 (E)氫氣。
- 某烷系烴 ( $C_nH_{2n+2}$ ) 在正常沸點 ( $126^\circ C$ ) 時的蒸氣密度為  $3.48\text{ g/L}$ ，則其分子式應為下列何者？ (A) $C_5H_{12}$  (B) $C_6H_{14}$  (C) $C_7H_{16}$  (D) $C_8H_{18}$  (E) $C_9H_{20}$ 。
- 下列何者非烷類之基本反應？ (A)鹵化 (B)硝化 (C)磺酸化 (D)脫氫 (E)燃燒。
- 下列各化合物中，何者之熔、沸點最高？ (A)正庚烷 (B)正戊烷 (C)丙烷 (D)甲烷。
- 甲烷在適當條件下，可與下列何種試劑發生反應？ (A)濃硫酸 (B)濃  $NaOH(aq)$  (C)濃硝酸 (D) $H_2Pt$  (E)中性  $KMnO_4(aq)$ 。
- 將丙烷 ( $C_3H_8$ ) 和丁烷 ( $C_4H_{10}$ ) 的混合氣體完全燃燒後，可得  $CO_2$   $83.6$  克、 $H_2O$   $43.2$  克，該混合氣體中，丙烷、丁烷的莫耳數比為若干？ (A)1:1 (B)2:1 (C)1:2 (D)1:4。
- 某生用  $1.0$  莫耳甲烷進行氯化反應，得二氯甲烷、氯仿及四氯化碳，其莫耳數分別為  $0.1$ 、 $0.3$  及  $0.6$ 。試問該生最少用了多少克氯氣？(原子量： $Cl=35.5$ ) (A)71 (B)124 (C)187 (D)249。
- 在烷類同系列中，其分子量愈大，下列哪項性質也增加？(1)對水的溶解度、(2)沸點、(3) $\pi$  鍵的數目、(4)莫耳燃燒熱 (A)僅(1) (B)僅(2) (C)僅(2)、(4) (D)(1)、(2)、(3)和(4)。
- 下列有關烷類的敘述，何者不正確？ (A)一般而言，含碳數愈多，其沸點愈高 (B)碳原子以  $sp^3$  混成軌域鍵結 (C)不溶於水，較易溶於有機溶劑中 (D)可進行加成反應。
- ①2-甲基己烷、②2-甲基庚烷、③3,3-二甲基戊烷、④正庚烷。比較以上烷類，沸點最高與次高者依序為何？ (A)②、④ (B)②、③ (C)④、② (D)②、①。
- 某生用  $1.0$  莫耳甲烷進行氯化反應，得到氯甲烷、二氯甲烷、氯仿及四氯化碳，其莫耳數分別為  $0.1$ 、 $0.2$ 、 $0.3$  及  $0.4$ 。該生最少用了多少莫耳的氯氣？ (A)4.0 (B)3.0 (C)2.0 (D)1.0。
- 下列有關環己烷和正己烷熔點與沸點的比較，何者正確？ (A)熔點：環己烷  $>$  正己烷，沸點：正己烷  $>$  環己烷 (B)熔點：正己烷  $>$  環己烷，沸點：正己烷  $>$  環己烷 (C)熔點：環己烷  $>$  正己烷，沸點：環己烷  $>$  正己烷 (D)熔點：正己烷  $>$  環己烷，沸點：環己烷  $>$  正己烷。
- 丁烷在隔絕空氣， $850^\circ C$  下進行熱裂解後，不可能產生下列哪一種物質？ (A) $CH_3CH_2CHCH_2$  (B) $CH_3CHCH_2$  (C) $CH_3CH_2CH_3$  (D) $CH_4$  (E) $CH_2CH_2$ 。

### 二、多重選擇題

- 等莫耳數的甲烷與氯反應，下列何者可能為其產物？ (A) $HCl$  (B) $CH_3Cl$  (C) $CH_2Cl_2$  (D) $CHCl_3$  (E) $CCl_4$ 。
- 丙烷在高溫下發生熱裂解反應時，可能得到下列哪些產物？ (A)氫 (B)甲烷 (C)乙烷 (D)乙烯 (E)丙烯。

3. \_\_\_\_\_ 下列有關烷類的敘述，何者正確？ (A)不與濃硫酸、強氧化劑及強鹼反應 (B)在高溫下會發生裂解反應 (C)在常溫下，能與鹵素反應產生鹵化物，是取代反應 (D)戊烷有正戊烷、異戊烷、新戊烷及環戊烷四種異構物 (E)乙烷為常見的有機溶劑。
4. \_\_\_\_\_ 溴和某鏈狀烷類起取代反應，所生成之一溴化合物含溴的重量百分率約為 58.4%，則該烷類可能為何？(原子量：Br=80) (A)2-甲基丙烷 (B)2,2-二甲基丙烷 (C)正丁烷 (D)2-甲基丁烷 (E)正戊烷。
5. \_\_\_\_\_ 若某鏈狀烷類與  $\text{Cl}_2$  進行鹵化反應，其所得之單氯取代物中，含氯之重量百分率為 33.33%。下列哪些為可能的烷類？(原子量：Cl=35.5) (A)3-甲基戊烷 (B)2-甲基丁烷 (C)2,2-二甲基丙烷 (D)2,3,4-三甲基戊烷 (E)3-乙基戊烷。
6. \_\_\_\_\_ 甲烷和氯反應會產生四種產物： $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 。某生取 11.2 克甲烷反應後生成 10.1 克  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 、8.5 克  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、35.85 克  $\text{CHCl}_3$ ，其餘之甲烷與氯反應生成  $\text{CCl}_4$ ，則下列敘述哪些正確？(原子量：Cl=35.5) (A)此反應在室溫下即可進行 (B)反應生成之  $\text{CCl}_4$  重量為 15.4 克 (C)上述反應需用去  $\text{Cl}_2$  共 60.35 克 (D)若全部的甲烷均變成四氯化碳，理論上可得 107.8 克 (E)本反應為取代反應。
7. \_\_\_\_\_ 下列有關(甲)環己烷與(乙)正己烷性質的比較，何者正確？ (A)熔點：(甲)>(乙) (B)沸點：(甲)<(乙) (C)蒸氣壓：(甲)<(乙) (D)莫耳燃燒熱：(甲)>(乙) (E)莫耳蒸發熱：(甲)<(乙)。



## 烯烴的反應

烯類的化學性質與烷類大不相同，烯類因具有較易斷裂的  $\pi$  鍵，所以反應大多發生在雙鍵上的  $\pi$  鍵，常見有加成、聚合與氧化反應等。

**1. 加成反應：**烯類進行加成反應時， $\pi$  鍵打開 $\Rightarrow$ 打斷\_\_\_\_\_，形成\_\_\_\_\_。

(1) 加氫：

(2) 加氯或溴：紅棕色的溴可與乙烯在四氯化碳中反應生成無色的 1,2-二溴乙烷，此種顏色變化通常用來檢驗不飽和烴。

**馬可尼可夫規則：**

不對稱烯的加成反應  
 $\Rightarrow$  H 接在原來 H 原子較多的 C 原子上。

(3) 加鹵化氫：

(4) 加水：在酸的催化下

**2. 聚合反應：**

(1) 乙烯在適當的催化作用下，可聚合成聚乙烯 (polyethylene, 簡稱 PE)。

(2) 聚氯乙烯 (PolyVinyl Chloride, 簡稱 PVC) 是由單體氯乙烯經加成聚合。

(3) 聚苯乙烯 (polystyrene, 簡稱 PS) 是由單體苯乙烯經加成聚合。

**3. 氧化反應：**烯類可被中性或微鹼性溶液中的過錳酸鉀所氧化，而形成二元醇。

含  $\pi$  鍵的脂肪烴(烯、炔、二烯、環烯) $\Rightarrow$ 可使  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Br}_2/\text{CCl}_4 \text{ 褪色} \\ \text{中性或微鹼性溶液的過錳酸鉀褪色} \end{array} \right.$

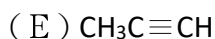
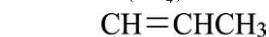
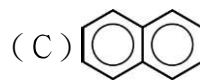
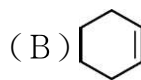
## 範例

1. 室溫下，乙烯會與下列何種試劑發生反應？

- (A)  $\text{NH}_3(\text{g})$  (B)  $\text{HBr}(\text{g})$  (C)  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$  (D)  $\text{NaOH}(\text{aq})$  (E)  $\text{H}_2 / \text{Pt}$

2. 通常不飽和烴的定性檢驗法中，常以溴或鹼性過錳酸鉀溶液與不飽和烴反應，下列敘述何者正確？ (A) 兩者反應皆發生顏色變化 (B) 僅有鹼性過錳酸鉀溶液發生顏色變化 (C) 過錳酸鉀溶液中，錳的氧化數由 +7 變為 +4 (D) 過錳酸鉀溶液中，乙烯被氧化成乙烷 (E) 乙烯加溴，反應生成 1,1-二溴乙烷

3. 可使  $\text{Br}_2(\text{CCl}_4)$  褪色的有機化合物為下列何者？



4. 某烴經元素分析知其含碳 85.6% 及氫 14.4%，又此烴 1.00 克能使 46.5 克含 5% 溴的四氯化碳溶液褪色，下列敘述何者正確？ (原子量：Br = 79.9)

- (A) 實驗式為  $\text{CH}_2$  (B) 分子量為 90 (C) 分子式為  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  (D) 可使微鹼性過錳酸鉀溶液褪色 (E) 可能含有幾何異構物

5. 將下列反應的類型代碼填入空格中：

代 碼	A	B	C	D
反應類型	取代	加成	氧化	聚合

(1) 乙烯通入酸性過錳酸鉀溶液屬於\_\_\_\_\_

(2) 由乙烯製成氯乙烷屬於\_\_\_\_\_

(3) 乙烷在空氣中燃燒屬於\_\_\_\_\_

(4) 乙烯使溴水褪色屬於\_\_\_\_\_

(5) 由乙烯製成聚乙烯屬於\_\_\_\_\_

(6) 乙烷與氯氣照光屬於\_\_\_\_\_

## 範例

1. 下列哪一個烯類化合物在進行 HCl 的加成反應時，需考慮馬可尼可夫法則？  
 (A) 2-丁烯 (B) 2,3-二甲基-2-丁烯 (C) 乙烯 (D) 2-甲基丙烯 (E) 環戊烯
2. 寫出下列反應所形成的產物結構式或示性式。
- (1) 1-丁烯 +  $\text{Br}_2(\text{CCl}_4) \rightarrow$  \_\_\_\_\_
- (2) 環己烯 + 稀、冷  $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{OH}^-}$  \_\_\_\_\_
- (3) 1-己烯 + HCl  $\xrightarrow{\Delta}$  \_\_\_\_\_
- (4) 1-甲基環戊烯 +  $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$  \_\_\_\_\_
- (5) 1-甲基環戊烯 +  $\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}}$  \_\_\_\_\_
- (6) 2-甲基-2-戊烯 + HI  $\xrightarrow{\Delta}$  \_\_\_\_\_
- (7) 1,2-二甲基環戊烯 + HCl  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_
3. 某烴完全燃燒得  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的莫耳數比為 1 : 1，取 0.1 莫耳和稀、冷、微鹼性  $\text{KMnO}_4(\text{aq})$  反應，會使紫色褪掉且生棕色沉澱。取此烴 0.70 克使完全汽化，得知和同狀況下 0.32 克的氧具有相同的體積，回答下列問題：
- (1) 此烴的實驗式為何？
- (2) 此烴的分子式為何？
- (3) 具有幾何異構物的化合物為何？
- (4) 此烴有幾種異構物？



## 炔烴的反應

炔烴因具有兩對  $\pi$  電子，其化學活性比烯烴更活潑，容易進行加成、聚合、氧化等反應。

### 1. 加成反應：

(1) 加氫：

(2) 加氯或溴：先生成一分子加成產物，如氯、溴過量，則再加成形成四鹵化物。

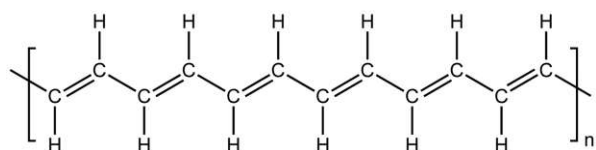
(3) 加鹵化氫與氰化氫：

(4) 加水：在硫酸汞的稀硫酸溶液催化下，與水反應可得烯醇化合物（不穩定），再分別生成醛或酮。

### 2. 聚合反應：

(1) 三聚合反應：乙炔通過加熱至  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、內含催化劑的石英管中，進行三分子聚合反應，而生成苯。

(2) 乙炔的加成聚合：



這種聚合物經溴或碘摻雜之後導電性會提高到金屬水平，已應用於製備太陽能電池、半導體材料和電活性聚合物等，獲得了 2000 年的諾貝爾化學獎。

3.氧化反應：炔烴與烯烴相同，在室溫下可與過錳酸鉀反應，使過錳酸鉀褪色。

4.燃燒反應：乙炔的燃燒熱極高，與氧混合燃燒高達  $3000^{\circ}\text{C}$ ，可用於焊接。

5.金屬取代反應：

(1)碳—碳參鍵位於直鏈末端的炔類稱為末端炔，而連接在參鍵碳原子上的氫原子比較活潑，把它叫做「炔氫」(活潑氫)，此氫原子可被一些金屬原子取代，例如可與硝酸銀或氯化亞銅在氨溶液中產生金屬炔化化合物的沉澱，此反應通常可用以檢驗末端炔。

(2)這兩個反應相當快速，常用來測定\_\_\_\_\_與具有\_\_\_\_\_的炔烴。

(3)但是  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}$  的炔烴不會發生上述反應。

★烷烯炔的檢驗:

分類	濃硫酸	$\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ (室溫，無強光)	冷、烯的中性或微鹼性 $\text{KMnO}_4(\text{aq})$
烷烴	不溶		
烯烴 炔烴	可溶		



## 範例

- 下列哪些物質可使溴的四氯化碳溶液褪色？  
(A)乙烷 (B)乙烯 (C)苯 (D)丙烯 (E)環己烷 (F)己烷 (G)1,3-環己二烯  
(H)順-2-丁烯 (I)苯乙烯 (J)二氯乙烯 (K)萘 (L)甲苯 (M)丙炔
- 等莫耳數的下列有機試劑，加入溴的四氯化碳溶液直到顏色不再消失，何者所需溴的四氯化碳溶液最多？ (A)1-己烯 (B)2-己烯 (C)環己烯 (D)己炔 (E)甲苯
- (1)乙烯和稀硫酸反應的產物？  
  
(2)丙烯和稀硫酸反應的產物？  
  
(3)乙炔和硫酸汞的稀硫酸溶液反應的產物？  
  
(4)丙炔和硫酸汞的稀硫酸溶液反應的產物？
- 某烴類化合物的分子式為  $C_6H_{10}$ ，就其性質做檢驗，可得下列結果：  
(1)每分子化合物可與 2 分子  $H_2$  發生加成反應  
(2)與  $H_2O$  進行加成反應時會產生酮類化合物  
(3)可與  $AgNO_3$  的氨水溶液進行金屬取代反應  
則此化合物可能為下列何者？ (A)環己烯 (B)1,3-己二烯 (C)1-己炔  
(D)4-甲基-2-戊炔 (E)4-甲基-1-戊炔
- 下列哪一種化合物在氨水溶液中可被  $Cu^+$ 、 $Ag^+$  取代而沉澱？  
(A) $CH_2=CH_2$  (B) $C_2H_6$  (C) $CH_3-C\equiv C-H$  (D) $CH_3-C\equiv C-CH_3$  (E) $C_6H_6$   
(F) $CH_3-C\equiv C-Br$

## 範例

- 某炔類所生銀鹽含 Ag 67%，除了參鍵外，設無其他官能基，則此炔類的結構式為何？  
(原子量：Ag = 108)
- 某生測試甲、乙、丙三種烴的性質如下：
  - 化合物中所含碳數均為 2。
  - 加入 Br<sub>2</sub> / CCl<sub>4</sub> 後，乙、丙會使溴水褪色，甲則不會。
  - 分別通入氯化銅( I )氨水溶液，只有乙生成磚紅色沉澱。
 則化合物甲、乙、丙分別為何？
- 化合物 a 的分子量為 54，元素分析結果知其碳、氫兩元素的含量分別為 88.9% 和 11.1%。此化合物具有下列的化學性質：
  - 將之加入於硝酸銀的氨水溶液中，則有沉澱 b 生成。
  - 可和溴反應，每分子 a 消耗 2 個溴分子而生成化合物 c。
  - 將之氫化，每分子 a 若只與 1 氫分子反應，可生成化合物 d。
  - 將之通入含硫酸汞及硫酸之溶液中，生成化合物 e，把 e 與多倫試劑混合，沒有銀鏡反應發生。
 寫出：(1) 化合物 a 之分子式      (2) 化合物 a、b、c、d、e 的結構式
- 有機化合物(甲)屬於烴類，1 分子甲含有 4 個碳原子，取 1 莫耳化合物(甲)在鎳的催化下，可與 1 莫耳氫氣發生加成反應，生成化合物(乙)，且化合物(乙)沒有順反異構物；另取化合物(甲)通過氯化銅( I )的氨水溶液，會產生紅色沉澱(丙)，回答下列問題：
  - 化合物(甲)的結構式為何？
  - 紅色沉澱(丙)的結構式為何？
  - 化合物(甲)在硫酸汞的稀硫酸溶液催化下，加水反應所得產物結構式為何？
  - 化合物(乙)可在冷、稀、中性過錳酸鉀中被氧化，氧化產物結構式為何？







## 單元練習題

### 一、單一選擇題

1. 兩種氣態化合物甲為鏈狀烷、乙為鏈狀烯，其混合氣體共 40 mL，在同溫、同壓下，完全燃燒需氧 140 mL，產生二氧化碳 88 mL，下列敘述何者正確？ (A)體積比甲：乙=3：2 (B)莫耳數比甲：乙=2：3 (C)甲有兩種異構物 (D)乙有兩種異構物。
2. 乙炔通過 500 °C 的石英管會進行聚合反應，則其產物為下列何者？ (A)苯 (B)環己烷 (C)甲苯 (D)環己烯 (E)丁二烯。
3. 已知分子 C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> 每莫耳最多只和 1 莫耳氫反應，則此烴應為下列何者？ (A)環丙烯 (B)丙炔 (C)丙烯 (D)丙二烯 (E)環丙烷。
4. 下列何種有機化合物在常溫時，可與過錳酸鉀溶液反應而使其褪色？ (A)己烷 (B)環己烷 (C)己烯 (D)苯。
5. 乙炔和足量的氫氣在鉑催化下反應，其主要產物為下列何者？ (A)乙烷 (B)苯 (C)乙炔 (D)乙醇 (E)苯乙烯。
6. 某炔完全氫化為烷，分子量增加 10%，此炔的分子式為下列何者？ (A)C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (B)C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> (C)C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> (D)C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>。
7. 乙烯和足量的氯化氫反應，下列何者為其主要產物？ (A)1,1-二氯乙烷 (B)1,2-二氯乙烷 (C)1,1-二氯乙烯 (D)氯乙烷。
8. 丙炔和過量的氯化氫反應，其主要產物為下列何者？ (A)1,1-二氯丙烷 (B)1,2-二氯丙烷 (C)1,3-二氯丙烷 (D)2,2-二氯丙烷 (E)2-氯丙烷。
9. 丙烯和稀硫酸反應，其主要產物為下列何者？ (A)丙烷 (B)丙醛 (C)1-丙醇 (D)2-丙醇。
10. 乙烯與中性的 KMnO<sub>4(aq)</sub> 反應可生成下列何者？ (A)乙烷 (B)乙酸 (C)乙炔 (D)乙醇 (E)乙二醇。
11. 下列何組有機化合物在常溫時，皆可與過錳酸鉀溶液反應而使之褪色？ (A)己烷、己烯 (B)環己烷、己炔 (C)己烯、己炔 (D)苯、己烷。
12. 有機反應：
$$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{H}^+]{\text{HgSO}_4} \text{產物}$$
，則此產物為下列何者？ (A)乙烷 (B)乙烯 (C)乙醇 (D)乙醛 (E)乙二醇。
13. 某烴類 0.205 克，可使 0.2 M Br<sub>2</sub> 的 CCl<sub>4</sub> 溶液 25 毫升完全褪色，又測得該氣態烴在 127 °C、1 atm 下每升重 2.5 克，則該烴不可能是下列何者？ (A)1-己炔 (B)2-己炔 (C)1,3-己二烯 (D)環己烯。
14. 等莫耳數的下列有機試劑，加入溴的四氯化碳溶液直到顏色不再消失，何者所需溴的四氯化碳溶液最多？ (A)1-己烯 (B)2-己烯 (C)環己烯 (D)己炔 (E)甲苯。
15. 下列何種試劑可用來區別 1-戊炔和 2-戊炔？ (A)Br<sub>2(CCl<sub>4</sub>)</sub> (B)KMnO<sub>4(aq)</sub> (C)濃 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (D)Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>。
16. 某生測試甲、乙、丙三種烴的性質如下：加入 Br<sub>2</sub> 的 CCl<sub>4</sub> 溶液後，乙、丙會使溴褪色，甲不會；分別通入氯化銅(I)氨水溶液時，僅乙生成磚紅色，下列敘述何者正確？ (A)甲為乙炔，乙為乙烯 (B)乙為乙炔，丙為乙炔 (C)甲為乙烷，丙為乙炔 (D)甲為乙烷，乙為乙炔。

17. \_\_\_\_下列有關烯類的敘述，何者正確？ (A) 烯類的最常用途是當成燃料使用 (B) 烯類的化學活性大於烷類，容易進行取代反應 (C) 乙烯和溴反應可生成溴乙烷 (D) 分子式為  $C_3H_6$  的有機化合物，若可使溴水褪色，則該有機化合物為丙烯。
18. \_\_\_\_分子式為  $C_{10}H_{16}$  的有機化合物，充分氫化後生成  $C_{10}H_{20}$ ，則此分子具有幾個環？ (A) 3 (B) 2 (C) 1 (D) 0。
19. \_\_\_\_下列何種試劑可用來區別乙烯與乙炔？ (A)  $Br_2(CCl_4)$  (B) 金屬鋅 (C) 硝酸銀的氨水溶液 (D) 酸性過錳酸鉀溶液。
20. \_\_\_\_在環己烯中加入  $KMnO_4$  後，發現紫色消失並生成棕色固體，則環己烯被氧化後的產物為下列何者？ (A) 環己醇 (B) 環己二醇 (C) 環己烷 (D) 己二醇。
21. \_\_\_\_異戊二烯在鉑的催化下，與足量的氫進行氫化反應，可以得到下列何者？ (A) 2-戊烯 (B) 2-戊炔 (C) 2-甲基-1-丁烯 (D) 2-甲基-2-丁烯 (E) 異戊烷。
22. \_\_\_\_下列何者可使紫色的過錳酸鉀褪色？ (A) 正己烷 (B) 環己烷 (C) 環己烯 (D) 苯。
23. \_\_\_\_下列有關丙烯和環丙烷的敘述，何者錯誤？ (A) 有相同的分子式，是同系物 (B) 互稱為同分異構物 (C) 等莫耳燃燒後生成的水和二氧化碳莫耳數相等 (D) 組成原子數相同，但結構不同。
24. \_\_\_\_14 克某碳氫化合物完全燃燒需 48 克氧氣，且 14 克該化合物與溴反應，需  $Br_2(l)$  40 克，則該化合物為下列何者？ (原子量：C=12, H=1, Br=80) (A)  $C_3H_4$  (B)  $C_3H_6$  (C)  $C_4H_6$  (D)  $C_4H_8$ 。
25. \_\_\_\_丙炔 ( $H_3C-C\equiv C-H$ ) 在  $HgSO_4$  催化下，與水發生加成反應的產物為下列何者？ (A) 丙醛 (B) 丙酮 (C) 1-丙醇 (D) 丙酸。
26. \_\_\_\_某烴 1 莫耳完全燃燒可生成 4 莫耳  $CO_2$ ，且此烴 1 莫耳可與 2 莫耳氫完全反應，則此烴為下列何者？ (A)  $C_4H_8$  (B)  $CH_2=CH-CH=CH_2$  (C)  $C_4H_{10}$  (D)  $CH_3-CH_2-CH=CH_2$ 。
27. \_\_\_\_下列哪一個烯類化合物在進行  $HCl$  的加成反應時，需考慮馬可尼可夫法則？ (A) 2-丁烯 (B) 2,3-二甲基-2-丁烯 (C) 乙烯 (D) 2-甲基丙烯 (E) 環戊烯。
28. \_\_\_\_化學式  $C_5H_{10}$  的同分異構物中，有幾種能使溴水褪色？ (A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 7 (E) 8。
29. \_\_\_\_在實驗室中使用硝酸銀的氨水溶液檢驗下列化合物，何者可產生白色沉澱？ (A)  $CH_2CHCHCH_2$  (B)  $CH_3CCH$  (C)  $(CH_3)_2CCHCH_3$  (D)  $CH_3CHCH_2$ 。
30. \_\_\_\_下列反應式，何者正確？ (A)  $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{照光或加熱}} CH_2Cl_2 + H_2$  (B)  $CH_3CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2CH_2OH$  (C)  $C_2H_6 + HNO_3 \xrightarrow{\Delta} C_2H_5NO_2 + H_2O$  (D)  $CH_3C\equiv CH + H_2O \xrightarrow{H^+/HgSO_4} CH_3CH_2CHO$ 。

## 二、多重選擇題

1. \_\_\_\_可使  $Br_2(CCl_4)$  褪色的有機化合物為下列何者？ (A)  (B)  (C)  (D)  (E)  $CH_3C\equiv CH$ 。
2. \_\_\_\_下列哪些物質可使溴的四氯化碳溶液褪色？ (A) 乙烷 (B) 乙烯 (C) 苯 (D) 丙烯 (E) 環己烷。

3. \_\_\_\_\_ 通常不飽和烴的定性檢驗法中，常以溴或鹼性過錳酸鉀溶液與不飽和烴反應，下列敘述何者正確？ (A)兩者反應皆發生顏色變化 (B)僅有鹼性過錳酸鉀溶液發生顏色變化 (C)過錳酸鉀溶液中，錳的氧化數由+7變為+4 (D)過錳酸鉀溶液中，乙烯被氧化成乙烷 (E)乙烯加溴，反應生成1,1-二溴乙烷。
4. \_\_\_\_\_ 下列哪些反應為加成反應？ (A)  $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n+1}Cl$  (B)  $C_nH_{2n-2} \rightarrow C_nH_{2n}Cl_2$  (C)  $C_nH_{2n} \rightarrow C_nH_{2n+2}$  (D)  $C_nH_{2n+1}Br \rightarrow C_nH_{2n}$  (E)  $nC_6H_{12}O_6 \rightarrow H(C_6H_{10}O_5)_nOH$ 。
5. \_\_\_\_\_ 某烴與溴加成產物為  $CH_3CBr_2-CBr_2CH_3$ ，該烴的其他同分異構物為下列何者？ (A)1-丁炔 (B)2-丁炔 (C)1-丁烯 (D)1,3-丁二烯 (E)2-甲基-1-丙烯。
6. \_\_\_\_\_ 某烴經元素分析知其含碳 85.6% 及氫 14.4%，又此烴 1.00 克能使 46.5 克含 5% 溴的四氯化碳溶液褪色，下列敘述何者正確？(原子量：Br=79.9) (A)實驗式為  $CH_2$  (B)分子量為 90 (C)分子式為  $C_5H_{10}$  (D)可使微鹼性過錳酸鉀溶液褪色 (E)可能含有幾何異構物。
7. \_\_\_\_\_ 某烴甲經鉑催化加氫後，得一簡式為  $CH_2$  的烴乙，4.2 克乙再與 3.65 克 HCl 反應得含氯的烷烴丙，已知甲通入硝酸銀的氨水溶液中會生成白色沉澱，下列敘述哪些正確？ (A)甲的分子式為  $C_3H_4$  (B)甲的分子式為  $C_4H_6$  (C)丙為 2-氯丙烷 (D)甲通入氯化銅(I)氨水溶液亦會生成白色沉澱 (E)甲與環丁烯為同分異構物。
8. \_\_\_\_\_ 某烴完全燃燒得莫耳數比為 1:1 的  $CO_2$  和  $H_2O$ ，取 0.1 莫耳和稀、冷、微鹼性  $KMnO_{4(aq)}$  反應，會使紫色褪掉且產生棕色沉澱。取此烴 0.56 克使其完全汽化，得知和同狀況下 0.32 克氧具有相同的體積，下列敘述何者正確？ (A)此烴的實驗式為  $CH_2$  (B)此烴的分子式為  $C_5H_{10}$  (C)符合畫線處反應的烴，與  $KMnO_{4(aq)}$  反應後會變成二元醇 (D)符合畫線處反應的烴，具有幾何異構物的化合物為 2-甲基丙烯 (E)符合畫線處反應的烴，共有 3 種結構異構物。

### 三、計算題

1. 13.12 mL 的不飽和烴 (47 °C、1 atm) 在鎳粉催化下，吸收了 22.4 mL 的  $H_2$  (0 °C、1 atm) 而形成飽和烴。設此烴不含參鍵，則此烴 1 分子中含有若干個雙鍵？
2. 已知某種含碳化合物之實驗式為  $CX_2$ ，在 STP 下，蒸氣密度為 1.25 g/L，且已知含碳 85.7%，則其分子式為何？X 可能為何種元素？