

高級中學課本

化學

第三冊



高級中學化學

第三冊

編譯者：前東北人民政府教育部
出版者：人民教育出版社
重印者：東北人民出版社
印刷者：東北新華印刷廠長春廠
發行者：新華書店

書號：2974 1951年10月東北人民出版社原版
13,041-16,640 1953年8月東北重印第一版
定價：3,800元 1953年11月第三次印刷

目 錄

緒 論

第一章 分子式和構造式

1. 實驗式和分子式	(4)
2. 分子式的確定	(4)
3. 同分異構現象	(7)
4. 分子構造學說	(8)
5. 構造式	(9)
6. 有關克分子的知識在化學計算上的應用	(10)
複習題和習題	(13)

第二章 飽和烴 (烷烴)

1. 甲 烷	(14)
2. 飽和烴	(15)
3. 飽和烴的物理性質	(17)
4. 飽和烴的化學性質	(18)
5. 飽和烴的鹵素取代物	(18)
6. 天然煤氣	(19)
複習題和習題	(20)

第三章 不飽和烴・橡膠

1. 乙 烯	(21)
2. 烯 烴	(23)
3. 乙 炔	(24)
4. 炔 烴	(26)
5. 不飽和烴的化學性質	(27)
6. 橡 膠	(29)
複習題和習題	(31)

第四章 環 經

1. 環烷經	(32)
2. 苯	(33)
3. 苯的同系物	(36)
4. 芳香族環經的化學性質和用途	(38)
5. 煤的乾餾	(39)
6. 有機化合物的分類	(42)
複 習 題	(42)

第五章 石 油

1. 石油的產出	(43)
2. 石油的分餾	(44)
3. 石油產物的用途	(46)
4. 石油的熱裂	(46)
5. 固體燃料變成液體燃料	(47)
6. 石油是化學原料	(48)
複 習 題	(49)

第六章 醇 和 醚

1. 甲 醇	(51)
2. 乙 醇	(52)
3. 甲醇的同系物	(53)
4. 甘 油	(57)
5. 酚	(57)
6. 醚	(58)
複習題和習題	(59)

第七章 醛 和 酮

1. 甲 醛	(61)
2. 乙 醛	(62)
3. 丙 酮	(62)
4. 醛和酮的通性	(68)

5. 木材的乾燥.....	(66)
複習題和習題.....	(66)

第八章 有機酸

1. 甲酸.....	(68)
2. 乙酸(醋酸).....	(68)
3. 有機酸的通性.....	(69)
複習題和習題.....	(71)

第九章 酯

1. 酯的製法及其構造.....	(72)
2. 皂化反應.....	(73)
3. 油脂.....	(74)
4. 油脂的皂化.....	(76)
5. 脂肪的加工.....	(76)
6. 油的氫化.....	(79)
7. 無機酸酯.....	(80)
複習題.....	(81)

第十章 醣(碳水化合物)

1. 葡萄糖.....	(83)
2. 果糖.....	(85)
3. 蔗糖.....	(85)
4. 乳糖.....	(86)
5. 澱粉.....	(86)
6. 纖維素.....	(87)
7. 醣在植物內的生成・醣對於動物營養的重要性.....	(88)
8. 醣的工業加工.....	(89)
複習題.....	(92)

第十一章 硝基化合物和胺

1. 硝基化合物.....	(93)
2. 胺.....	(96)

8. 苯 胺.....	(98)
複習題和習題.....	(100)

第十二章 蛋 白 質

1. 蛋白質的組成・氨基酸.....	(102)
2. 蛋白質的性質.....	(103)
3. 蛋白質的用途.....	(105)
4. 蛋白質的人工製造.....	(105)
複 習 題.....	(106)

第十三章 有機合成的發展

1. 塑膠的合成.....	(107)
2. 染料的合成.....	(108)
3. 醫藥的合成.....	(110)
4. 刺激素和維生素的合成.....	(110)

實 驗 室 實 驗

本書是根據蘇聯十年制中學十年級有機化學教科書編譯的。原書為蘇聯威爾霍夫斯基教授 Проф. В. Н. Верховский 高爾德法爾教授 Проф. Я. Л. Гольдфарб 斯莫爾貢斯基教授 Проф. Л. М. Сморгонский 所合著，1948年，莫斯科出版。

緒 論

在十八世紀末葉，人類才把自然界的物質分成礦物、植物、動物三大類。但在這時候，對於這三大類物質之間的關係，還是不十分明瞭的。

科學的進一步發展，使人類把動物和植物合併成「有機物」，而把礦物當作無機物，但是，仍舊認為在這兩類物質之間，存在着絕對的界限。

原來，那時利用普通物理的和化學的方法，雖然能使一種無機物轉變成別種無機物，但是總不能使無機物轉變成有機物。因此，當時的人相信，後一種變化只有在生物體所特有的「生活力」的作用下，才可能完成。

同時，那時的化學家只會作分解和分析有機物的實驗。化學工業也只能利用比較複雜的植物體和動物體來製成比較簡單的化合物（例如，用澱粉製造酒精）。至於在實驗室或工廠裏，用比較簡單的有機物來合成比較複雜的有機物，却是他們所不知道的。在十九世紀初，有一位有名的學者在他的著作中曾經寫道：「化學簡直是進行着違背自然的工作，它燃燒、毀滅和分析自然物；只有生活力才能用合成來恢復化學對自然所造成的破壞。」

古希臘的哲學家也曾提倡過生活力這種說法。柏拉圖及他以後的亞里斯多德曾經說過：「有機體的生命活動是由一種特殊的高級的力量所支配的。」耐人尋味的是，從最初的幾個世紀起，基督教就保護希臘哲學家的這種說法，並且把它和基督教義結合起來。

直到十九世紀以前，許多科學家常常利用生活力來研究問題，而那時的化學家却絲毫不曾也不能駁斥這種不真實的說法。

由於化學的不斷進步，生活力這一觀念終於逐漸被打破了。在十九世紀二十年代，德國化學家武勒（1800—1882）在無意中由無機物製得了有機物，而且在製造中，並沒有利用任何有機體。武勒

蒸發完全由無機物製成的氰酸銨 NH_4OCN (氰酸 HOCN 的鹽) 溶液，發現氰酸銨已變成另外一種物質——尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，我們知道，尿素存在於動物的尿中。

在經過二十年後，又合成出另外一種有機酸——醋酸。在1854年法國化學家柏托洛 (1827—1907) 又合成出油脂，並且在1860年，他已完全正確地在他的教科書中寫出「有機化學是建立在合成的基礎之上的」和「化學創造了它自己所研究的對象」等具有卓見的話。

在十九世紀後半葉和二十世紀初，不但能合成自然界所存在的含碳化合物，並且還能大量地合成不存在於自然界的含碳化合物。就因為這樣，才使我們能够建立起一種新的工業部門——合成化學工業，在這種工業中製造合成的染料、醫藥、火藥等物質。此外，由於這些科學研究的巨大成就，能使我們把神祕的「生活力」這一觀念澈底打破，這是科學史中唯物思想的偉大勝利。

有機化學很早就已經成為化學的一分科。有機化學的研究對象是含碳的化合物(註)。以前，只認為存在於生物體中的物質，才是有機化合物；現在我們知道，絕大多數的含碳化合物，不論是生物體本身，或者它們生活活動所產生的，或者在自然界中本來不存在而由人工製造出來的，都屬於有機化合物。

為什麼單單要將含碳的這些化合物特別提出來研究，並把它們劃為一個專門的分科呢？其主要的理由，是有機化合物特別多。現在已知的含碳化合物在七十五萬種以上，並且這個數目還在不斷增加。至於無機化合物，據已有的記載全部不過約三萬種。為着研究方便起見，就把它們分開來。其次，雖然含碳化合物和其他元素的化合物在性質上沒有嚴格的區別，但是，含碳化合物還是存在着某些共同的特徵的。這是把它們分出來研究的另一個理由。

註：不屬於有機化學範圍的含碳化合物，只有碳的氧化物 (CO 和 CO_2)，含碳的無機酸 (即碳酸 H_2CO_3) 及其鹽類，金屬的碳化物 (如碳化鈣 CaC_2) 及某些非金屬的碳化物 (如碳化矽 SiC) 等。

有機化合物在實用上是非常重要的，許多重要的國民經濟部門，例如：石油的精煉、木材的乾餾、人造石油、人造汽油、人造橡膠、人造絲、塑膠工業、食品工業、肥皂工業、染料工業、醫藥製造工業、化學藥品製造工業、火藥工業以及殺蟲劑的製造等，都與有機物的製造或精製有密切關係。因此，有機化學的研究對國民經濟的發展，具有頭等重要的意義。

第一章 分子式和構造式

1. 實驗式和分子式

在初中化學裏，我們已經學過利用分析的方法來確定化合物的實驗式（參看初中化學第88頁）。但是，實驗式並不能告訴我們分子的組成。例如，利用分析法所確定的過氧化氫的實驗式為 HO ，但事實上在過氧化氫的分子中却含有兩個氫原子和兩個氧原子，因此，它的分子式是 H_2O_2 而不是 HO 。同樣，醋酸的實驗式為 H_2CO ，但分子式為 $\text{H}_4\text{C}_2\text{O}_4$ ；乙炔（電石氣）的實驗式為 CH ，但分子式為 C_2H_2 等等。

在無機化合物中，由分析所得到的實驗式，大部分也就是分子式，但在有機化合物中，許多物質的分子式和實驗式都不相同。而且，常常有幾種不同的物質，它們的分子式雖然不同而實驗式却相同，例如，乙炔是氣體，苯是有特殊氣味的液體，它們是兩種不同的物質，但它們的實驗式都是 CH 。以後我們就會研究到這兩種物質，到那時就可以知道，它們的分子式是有區別的。

以前，我們也不時指出，某些物質的實驗式並不就是它們的分子式。但是，明確掌握實驗式和分子式的區別，在學習有機化學中，就顯得更加重要了。因此，我們在分別研究各種有機化合物以前，先要知道如何根據某物質的實驗式及其分子量來確定其分子式的方法。

2. 分子式的確定

要確定任何物質的分子式，除了要知道它的實驗式以外，還必需知道它的分子量。用分析方法來求出實驗式的原理，我們在初中化學中已經講過了。至於用實驗來確定分子量的方法，是很多的，在這裏我們只講其中的一種方法，即利用氣體的克分子體積的方

法。

所謂克分子的某物質，就是指一定量的該物質，其重量的克數，等於它的分子量。例如：一克分子的氫就是 2.016 克氫；一克分子的氧就是32克氧等等。

一克分子的任何氣體，它在標準狀態下的體積，都等於 22.4 升。所謂標準狀態，就是指溫度為 0° ，壓力為760毫米水銀柱高的狀態而言。我們舉幾個實例如下：

表 I. 在標準狀態下幾種氣體的克分子體積

氣體名稱	分子式	分子量	標準狀態下的比重	氣體克分子體積(升)
一氧化碳	CO	28	0.00125克/厘米 ³	$\frac{28}{0.00125 \times 1000} = 22.4$
甲 烷	CH ₄	16	0.000717克/厘米 ³	$\frac{16}{0.000717 \times 1000} = 22.4$
硫 化 氫	H ₂ S	34	0.00153克/厘米 ³	$\frac{34}{0.00153 \times 1000} = 22.4$
氮	N ₂	28	0.00125克/厘米 ³	$\frac{28}{0.00125 \times 1000} = 22.4$
氧	O ₂	32	0.00143克/厘米 ³	$\frac{32}{0.00143 \times 1000} = 22.4$

爲什麼所有氣體在相同的溫度和壓力下，其克分子體積（即一克分子物質的體積）都相同呢？原來，從物理學中我們知道，氣體分子間的距離，遠大於其分子的直徑，因此，氣體的體積，是由其分子間的距離所決定的，而不是由其分子的大小所決定的。從物理學中我們還知道，所有的氣體，其分子間的平均距離，在相同的溫度和壓力下，都是一樣的。從物理學中我們還知道，一克分子的任何物質（氣體在內），都含有相同數目的分子，即含有 6.02×10^{23} 個分子。這樣，顯然所有氣體在相同的溫度和壓力下，其克分子體積是相等的。

因此，我們只要知道一定重量的某種氣體在標準狀態下的體

積，我們就可以計算出在標準狀態下1升該氣體的重量。知道了這個數值，我們就可以進一步利用公式 $M=22.4d$ 來求出它的分子量(上式中 M 為克分子量， d 為1升氣體的重量)。

應該指出，爲了求出一定重量的某氣體在標準狀態下的體積，我們並不一定真的要把它放在標準溫度和壓力下來度量，因爲，我們在物理學中學過了氣體狀態方程式，只要我們知道它在某一溫度 T 和某一壓力 P 下的體積 V ，就可以利用這個公式來計算出它在標準溫度 T_0 和標準壓力 P_0 下的體積 V_0 。我們知道，氣體狀態方程式爲：

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad \text{所以} \quad V_0 = \frac{PT_0}{P_0 T} V$$

其中 $T_0=273$ ， $P_0=760$ ， $T=273+t$ ，因此上式可以改寫成：

$$V_0 = \frac{273VP}{760(273+t)}$$

利用這個公式，很容易從實驗數值 P 、 V 和 t 求出一定重量的氣體在標準狀態下的體積，於是，它的分子量也就可以求出來了。

還應該指出，凡是在汽化時不分解的物質，都可以用實驗的方法，先求出它的一定重量的蒸汽在某溫度和某壓力下的體積，再換算成在標準狀態下的體積，因而求得其分子量。

如果已經用分析方法知道了某物質的實驗式，又用上述的方法知道了它的分子量，那麼，分子式的確定就很容易了。例如，已經求出了乙炔和苯的實驗式都是 CH ，並且用上述的方法求出了乙炔的分子量爲26，苯的分子量爲78。顯然，與 CH 相當的式量爲 $12+1=13$ ，因此，要適合於乙炔的分子量，就必須把它的實驗式2倍起來($13 \times 2=26$)，則乙炔的分子式爲 C_2H_2 。同樣可以確定苯的分子式爲 C_6H_6 。

爲了具體說明以上確定分子式的方法，我們舉一個例題如下：

例題 重量爲0.156克的某物質，用分析法已求出其實驗式爲 CH ，並且用實驗測出它的蒸汽在 $P=751$ 毫米水銀柱高、 $t=115^\circ$ 時， $V=64.4$ 厘米³。試確定其分子式。

解: (1) 先求出 0.156 克蒸汽在標準狀態下的體積。

$$V_0 = \frac{273VP}{760(273+t)} = \frac{751 \times 273 \times 64.4}{760 \times 388} = 44.8 \text{ 厘米}^3$$

(2) 其次求出它在標準狀態下 1 升的重量。

$$d = \frac{0.156 \times 1000}{44.8} = 3.48 \text{ 克}$$

(3) 再次求出它的分子量。

$$M = 22.4d = 22.4 \times 3.48 = 77.9$$

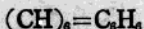
(4) 再次求出相當於實驗式的式量。

$$CH = 12 + 1 = 13$$

(5) 最後求出分子量為實驗式式量的幾倍。

$$\frac{M}{CH} = \frac{77.9}{13} = 5.99 \approx 6$$

(6) 因此, 該物質的分子式為:



由以上的敘述可以知道, 上述的方法只能適用於氣體物質以及在汽化時不分解的物質。至於在汽化時分解的物質, 其分子式的確定方法, 在理論上比較複雜, 將在高等學校中再來學習。

3. 同分異構現象

我們已經知道在有機化學中分子式的重要, 並且知道了一種確定分子式的方法。但是, 在有機化學中, 只是掌握了分子式還是不夠的 (分子式只告訴了我們一個分子中有幾種原子以及每種有多少個), 我們還必須更進一步知道分子內部各個原子是如何排列的。

為什麼呢? 原來, 在以後的學習中, 我們會常常遇到許多分子式相同但是性質不同的物質, 它們是不同的物質, 它們之間的區別, 不在於組成分子的原子的種類和數目 (在這方面它們是相同的), 而是在於分子內部原子的排列順序, 這種現象叫做同分異構現象。有這種關係的物質, 叫做同分異構物。

例如, 我們所熟知的酒精和甲醚, 就是同分異構物, 它們的分

子式都是 C_2H_6O 。酒精是無色的液體，沸點為 78° ，具有芳香的刺激性，能與水以任意的比例互相溶解；而甲醚是無色的氣體，液化點為 -25° ，具有醚臭，不易溶於水。除此以外，我們在後面還可以學習到，它們的化學性質還有許多重大的區別。

同分異構現象，在有機化合物中，經常可以碰到。

同分異構現象再次證實了我們在無機化學中所提出過的，即不可以把分子看成單純的原子總和。顯然，如果分子的性質僅僅決定於組成原子的種類和數目，就不會有什麼同分異構現象了。既然實際上存在着同分異構現象，這就是說，分子的性質不只是決定於其組成原子的種類和數目，還必須決定於各組成原子的排列順序——分子的構造。

4. 分子構造學說

關於分子中的組成原子是依一定順序結合的，以及這個結合順序能影響分子的性質的思想，並不是立刻就形成的。隨着新事實的逐漸積累，這個思想才逐漸形成並鞏固起來。偉大的俄國科學家布特列羅夫（1828—1886），在十九世紀六十年代，提出了分子構造學說，使這個思想達到了很完備的狀態。



布 特 列 羅 夫
(1828—1886)

分子構造學說的主要內容如下：

(1) 在分子中，原子以一定的次序相結合。

(2) 在原子的相互結合中，各原子表現出一定的原子價。在分子中，各原子的原子價都得到了滿足，即所有的原子價，都在原子結合中用去，在分子中沒有游離的原子價。

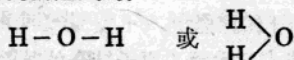
(3) 分子的性質不但決定於其組成原子的種類和數目，並且也決定於各原子的排列順序——分子構造。因此，根據物質的性

質，可以推斷其分子構造，反之，根據物質的分子構造，也可以推斷其主要性質。

5. 構造式

不只是表示出分子中組成原子的種類和數目，而且還表示出其中各原子的排列順序的化學式，叫做構造式。

例如，水的構造式爲：



這表示在水分子中，兩個氫原子是分別與氧結合的，而不是互相直接連結的。

我們再舉出幾種無機氧化物的構造式：

表 II. 幾種無機氧化物的構造式

元 素	原 子 價	氧化物的名稱	分 子 式	構 造 式
鈉	1	氧 化 鈉	Na_2O	$\begin{array}{c} \text{Na} \\ \diagup \\ \text{O} \\ \diagdown \\ \text{Na} \end{array}$
鈣	2	氧 化 鈣	CaO	$\text{Ca}=\text{O}$
鋁	3	氧 化 鋁	Al_2O_3	$\begin{array}{c} \text{Al}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{Al}=\text{O} \end{array}$
碳	4	二 氧 化 碳	CO_2	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$
磷	5	五氧化二磷	P_2O_5	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{P}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{P}=\text{O} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$

從這些例子中，我們可以看出，在組成構造式時，應注意到下列事項：第一，在每個原子周圍的表示原子價的短線（鍵）數必須等於它的原子價；第二，在整個構造式中每一個鍵的兩端都必須有

原子。

至於如何根據物質的性質來確定其構造式，我們將在以後各章中學習到。在這裏要預先提出的是：有機化合物都是含碳化合物，而碳的原子價永為四價，因此在每個碳原子周圍，都必須有四個鍵。

構造式能使同分異構物在寫法上互相區別。此外，更重要的，構造式能較完全地表現出物質的性質。因此，在有機化學中，經常用到它。

但是，應該指出，構造式只說明了原子結合的順序，並不能說明原子在空間裏的分佈情形。因此，它並不能告訴我們各原子是否同在一平面上，也不能告訴我們各原子間的距離遠近的區別。

6. 有關克分子的知識在化學計算上的應用

在第二節中我們曾經提到了有關克分子的重要知識：

(1) 一克分子的所有物質，其分子數目都相等（這就是在高中物理第二冊所學過的亞佛加德羅定律）。

(2) 一克分子的任何氣體，其體積在標準狀態下都等於 22.4 升。

此外，在物理學中我們還學過，所有氣體的體膨脹係數和壓力係數都相等。因此，我們知道：

(3) 一克分子的各種氣體，其體積在相同狀態下（即溫度和壓力都相同）彼此相等。

從 (1) 和 (3) 可以很明顯看出：

(4) 溫度、壓力和體積都相等的各種氣體，所含有的分子數目彼此相等。

以上這些有關克分子的知識，在化學計算中有着很重要的應用。現在我們就要研究幾種基本的應用。

(1) 一升氣體重量的求法 假設已知氣體的分子量，按公式 $M=22.4d$ 就很容易計算出在標準狀態下一升氣體的重量。

例如：在標準狀態下，一升氧有多重？

設 d_0 爲一升氧的重量

氧的分子量爲32，代入公式則 $32 = 22.4d_0$

$$\therefore d_0 = \frac{32}{22.4} = 1.43 \text{ 克}$$

(2) 氣體相對密度的求法 如果在同一的狀態下，在容積完全相同的幾個燒瓶裏充滿不同的氣體氧、氫、二氧化碳等，根據前面的理論，在這些燒瓶裏應含有相同數目的分子，但燒瓶中氣體的重量却不相同。

顯然，在相同的狀態下，同體積的不同氣體的重量比，應等於各氣體分子量的比，即

$$\frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

M_A 表示氣體A的分子量， d_A 表示一升氣體A的重量， M_B 表示氣體B的分子量， d_B 表示一升氣體B的重量。 $\frac{d_A}{d_B}$ 叫做氣體A對氣體B的相對密度，它表示一種氣體重量是另一種氣體重量的多少倍或幾分之幾。要求某氣體對另一氣體的相對密度，只要把它的分子量用後者的分子量來除即可。

例如：氧 O_2 對氫 H_2 的相對密度是多少？

氧的分子量=32，氫的分子量=2。則它們分子量的比是 $\frac{32}{2} = 16$ 。所以氧對氫的相對密度等於16。

在實際上，常常必須知道某氣體的重量是在相同狀態下同體積的空氣重量的多少倍或幾分之幾，也就是要知道該氣體對空氣的相對密度。空氣的平均分子量爲29。

空氣的平均分子量的計算法如下：22.4升的空氣是由 $\frac{1}{5}$ 體積的氧 O_2 和 $\frac{4}{5}$ 體積的氮 N_2 組成的。氣體22.4升的 $\frac{1}{5}$ 就是 $\frac{1}{5}$ 克分子，同樣，氣體22.4升的 $\frac{4}{5}$ 就是 $\frac{4}{5}$ 克分子，因此在22.4升的空氣組成中，氧的重量爲 $32 \times \frac{1}{5} = 6.4$ 克，而氮則爲 $28 \times \frac{4}{5} = 22.4$ 克。其和爲28.8克，或寫成整數爲29克，這就是空氣的平均克分子量，因此空氣的平均分子量爲29。

知道空氣的平均分子量後，只要用29去除某氣體的分子量，即