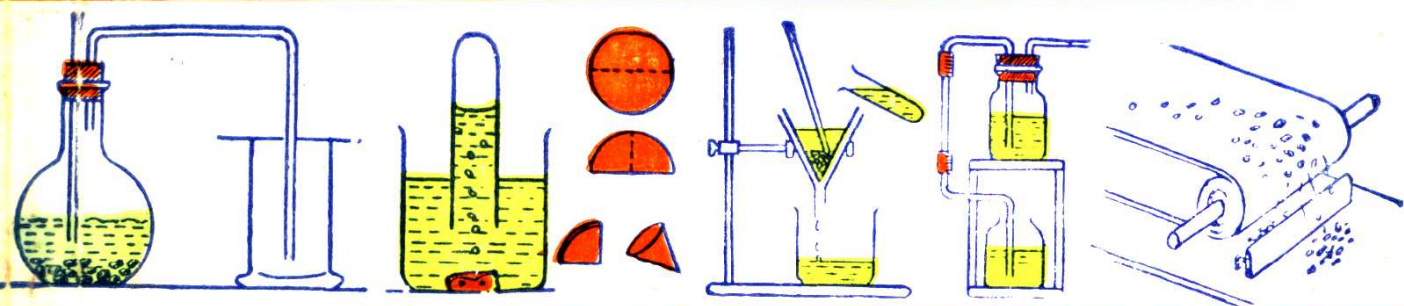


遵照香港教育司署最新頒佈之1976年
中學會考新增課程標準編撰



新編中學化學

第五冊下篇
編著者 陳孚東

香港宏豐圖書公司出版

遵照香港教育司署最新頒佈之1976年
中學會考新增課程標準編撰

新編中學化學

第五冊下編

編著者 陳孚東

香港宏豐圖書公司出版



版權所有 * 翻印必究

新編中學化學

第五冊下篇

編著者 陳 孚 東

出版者 香港宏豐圖書公司

Hung Fung Book Company

香港北角七姊妹道十八號地下

18, Tsat Tse Mui Rd., G/F

Hong Kong

Tel. 5-632397 5-629836

總經售 世 界 書 局

The World Book Store

香港德輔道中一四四號

144 Des Voeux Rd., C., H.K.

Tel. 5-454151

九龍旺角亞皆老街一〇五號

105, Argyle Street, Kowloon

Tel. 3-941025

承印者 新雅印刷有限公司承印

灣仔乍非道301號

出版日期 一九七四年九月版



18 880-162 10

元素週期表

輕金屬

重金屬(過渡元素)

非金屬

鈍性氣體

族名	鹼族	鹼土族	稀土族	鈦族	鈷族	鉻族	錳族	鐵族(上3個) 鉀族(下6個)	銅族	鋅族	鋁族	碳族	氮族	氧族	鹵素族	氫族
週期	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B (VIII)	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A (0)
1	1 H 氫 1.00797															2 He 氦 4.0026
2	3 Li 鋰 6.939	4 Be 鈹 9.0122									5 B 硼 10.811	6 C 碳 12.01115	7 N 氮 14.0067	8 O 氧 15.9994	9 F 氟 18.9984	10 Ne 氖 20.183
3	11 Na 鈉 22.9898	12 Mg 鎂 24.312									13 Al 鋁 26.9815	14 Si 矽 28.086	15 P 磷 30.9738	16 S 硫 32.064	17 Cl 氯 35.453	18 Ar 氬 39.948
4	19 K 鉀 39.102	20 Ca 鈣 40.08	21 Sc 鈷 44.956	22 Ti 鈦 47.90	23 V 鈷 50.942	24 Cr 鉻 51.996	25 Mn 錳 54.9381	26 Fe 鐵 55.847	27 Co 鈷 58.9332	28 Ni 鎳 58.71	29 Cu 銅 63.54	30 Zn 鋅 65.37	31 Ga 鎵 69.72	32 Ge 鍺 72.59	33 As 砷 74.9216	34 Se 硒 78.96
5	37 Rb 鉀 85.47	38 Sr 銣 87.62	39 Y 鈷 88.905	40 Zr 鈷 91.22	41 Nb 鈷 92.906	42 Mo 鉬 95.94	43 Tc 鈷 (99)	44 Ru 鈷 101.07	45 Rh 鈷 102.905	46 Pd 鈷 106.4	47 Ag 銀 107.870	48 Cd 鈷 112.40	49 In 銦 114.82	50 Sn 錫 118.69	51 Sb 銻 121.75	52 Te 碲 127.60
6	55 Cs 鉀 132.905	56 Ba 鋇 137.34	57 La 鐳 138.905	58 Ce 鈷 140.12	59 Pr 鈷 140.907	60 Nd 鈷 144.24	61 Pm 鈷 (145)	62 Sm 鈷 150.36	63 Eu 鈷 151.96	64 Gd 鈷 157.25	65 Tb 鈷 158.925	66 Dy 鈷 162.50	67 Ho 鈷 164.930	68 Er 鈷 167.26	69 Tm 鈷 168.934	70 Yb 鈷 173.04
7	87 Fr 鈷 (223)	88 Ra 鐳 226.05	89 Ac 鈷 (227)	90 Th 鈷 232.038	91 Pa 鈷 231.036	92 U 鈷 238.029	93 Np 鈷 237.048	94 Pu 鈷 244.064	95 Am 鈷 243.061	96 Cm 鈷 247.070	97 Bk 鈷 247.070	98 Cf 鈷 251.080	99 Es 鈷 252.083	100 Fm 鈷 257.103	101 Md 鈷 258.103	102 No 鈷 259.108

原子序——6——負電性

原子符號——C——元素名稱

12.01115——原子量

原子序—
250—
6—
C—
破—
12.0115—
負電性
元素名稱
原子量

內過渡元素

鐳系鐳土	57 La 鐳 138.91	58 Ce 鈷 140.12	59 Pr 鈷 140.907	60 Nd 鈷 144.24	61 Pm 鈷 (145)	62 Sm 鈷 150.35	63 Eu 鈷 151.96	64 Gd 鈷 157.25	65 Tb 鈷 158.924	66 Dy 鈷 162.50	67 Ho 鈷 164.930	68 Er 鈷 167.26	69 Tm 鈷 168.934	70 Yb 鈷 173.04	71 Lu 鈷 174.97
鈷系鐳土	89 Ac 鈷 (227)	90 Th 鈷 232.038	91 Pa 鈷 (231)	92 U 鈷 238.03	93 Np 鈷 (237)	94 Pu 鈷 (242)	95 Am 鈷 (243)	96 Cm 鈷 (245)	97 Bk 鈷 (249)	98 Cf 鈷 (249)	99 Es 鈷 (254)	100 Fm 鈷 (252)	101 Md 鈷 (258)	102 No 鈷 (254)	103 Lw 鈷 (257)

- 註
- 括弧內數字乃最穩定或最普通同位素之質量數。
 - 氮族 (VIII A) 又稱零族, VIII B 族又稱 VII 族。
 - 表中右側有一梯式斜線, 斜線左方為金屬, 右方為非金屬, 靠近梯式斜線左右相鄰諸元素, 均為兩性元素。

編輯大意

1. 本書之取材主要根據香港教育司署最新頒佈之一九七六年中學會考新增課程標準編著，除供中五化學科教學之用外，亦可作為中學高年級學生之參考用書。
2. 分子形狀、晶體中之結合力、化學反應中之能量效應，摩爾概念以及有機化學各章，為新課程之重點所在，編者有鑒於此，乃廣泛搜集最新資料，悉予選摘闡述之。所引述之定義及原理，完全依照最新科學觀點，俾學生在初窺化學門徑時，即獲得正確之觀念，以奠定其將來深造之基礎，惟如嫌過於詳盡，教師可酌量教學時間，予以簡化講授或刪減之。
3. 編者按現代之觀點，將有機化學視作烴與其衍生物之化學，凡提及個別有機化合物時，均視之為同系列之成員。命名以 *IUPAC* 命名制為主，但在適當時亦提及其通俗名稱。對於各種有機化合物之結構，除詳加論述外，並附以分子之立體圖形，使學生對於分子之正確形狀可獲一清晰概念。
4. 有關計算各章，必分類舉例，詳釋解法，同一題目，常用多種方法解之，以資比較。計算方法，則注重物質之摩爾(*Mole*)概念。
5. 各章習題分為選擇、問答及計算三種，均有完整之複習系統，有助於教材之消化與活用，同時加插近年英美各國高中會考試題以及香港中英文中學歷屆會考試題，俾於平日練習時，即作會考之準備。惟如嫌習題太多，教師可斟酌選用之。
6. 本書每章末，均附該章之課文提要，以便學生修習與記憶。尤其是有機化學各章之提要，對於考試及複習，幫助極大。
7. 為顧及教學時間之不足，第四十四章原子與分子之大小及質量及第四十五章第四節應用化學方程式之計算可提前於中三或中四講授，至於附錄三色層分析法則宜在中一講授混合物之分離時加入，以求其連貫性。

8. 本書採用國際單位制，原子半徑用 nm 而不用埃 ($\text{\AA}$)，能量用焦耳而不用卡。
9. 本書編印雖力求盡善，惟掛漏之處，仍恐難免，敬祈海內名達，不吝指正，無任感荷。

編者謹識

1974年6月

新編中學化學總目錄

第一冊

- 第一章 緒論
- 第二章 物質變化及分類
- 第三章 溶液
- 第四章 簡單混合物分離法
- 第五章 燃燒、生銹、空氣
- 第六章 氧

第二冊

- 第七章 水
- 第八章 氫
- 第九章 碳及其氧化物
- 第十章 燃料及火燄
- 第十一章 石灰及硬水
- 第十二章 酸、鹼、鹽

第三冊

- 第十三章 化學基本定律及原子學說
- 第十四章 原子量、當量、原子價
- 第十五章 元素符號、化學式
- 第十六章 化學方程式及重量計算
- 第十七章 普通鹼類及碳酸鈉
- 第十八章 氮及其化合物
- 第十九章 鹵素

第四冊

- 第二十章 氣體的通性(1)
- 第二十一章 實驗室測定當量的方法

- 第二十二章 氣體的通性(2)
- 第二十三章 硫及硫化物
- 第二十四章 硫的氧化物及含氧酸
- 第二十五章 氮、氨及銨鹽
- 第二十六章 氮的含氧酸及氧化物
- 第二十七章 磷
- 第二十八章 化學平衡

第五冊上篇

- 第二十九章 容量分析
- 第三十章 氧化還原
- 第三十一章 金屬性質及電動次序
- 第三十二章 金屬分論(1)
- 第三十三章 金屬分論(2)
- 第三十四章 電離學說
- 第三十五章 定性分析初步
- 第三十六章 元素分類及週期表
- 第三十七章 原子結構及化合鍵

第五冊下篇

- 第三十八章 化學鍵之極性與分子形狀
- 第三十九章 晶體中之結合力與晶體特性
- 第四十章 化學反應中之能量效應
- 第四十一章 有機化學緒論
- 第四十二章 烴
- 第四十三章 烴之衍生物
- 第四十四章 原子與分子之大小及質量
- 第四十五章 摩爾概念與化學計算

新編中學化學第五冊下篇目錄

第三十八章 化學鍵之極性與分子形狀

38-1	化學鍵之極性——共價鍵之部份離子性與陰電性標·····	1
38-2	分子之極性·····	5
38-3	電子式之寫法·····	11
38-4	分子之形狀·····	18
	本章提要·····	30
	習題 38 ·····	34

第三十九章 晶體中之結合力與晶體特性

39-1	晶體之種類·····	47
39-2	離子鍵與離子晶體·····	49
39-3	范德華力與分子晶體·····	52
39-4	共價鍵與共價網狀晶體·····	57
39-5	金屬鍵與金屬晶體·····	59
39-6	極性引力與氫鍵·····	63
39-7	各種晶體特性之比較·····	71
	本章提要·····	74
	習題 39 ·····	77

第四十章 化學反應中之能量效應

40-1	能量之單位·····	87
40-2	能量變化與化學反應·····	88
40-3	物質之熱含量、反應熱與熱化學方程式·····	88
40-4	反應熱之種類·····	92
40-5	燃燒熱·····	93
40-6	溶解熱·····	97
40-7	中和熱·····	102

40-8	其他反應熱——置換反應與沉澱反應	105
40-9	分子中的能量	108
40-10	加溫時的能量變化	109
40-11	鍵能與反應熱	110
40-12	化學反應與電能	115
40-13	能量不滅原理與反應熱之加成定律	118
40-14	有關反應熱之計算例題	121
	本章提要	128
	習題 40	132

第四十一章 有機化學緒論

41-1	有機化學的意義	147
41-2	有機化合物的特點	148
41-3	有機化合物的化學式	149
41-4	同分異構現象	151
41-5	有機化合物的分類	159
	本章提要	161
	習題 41	165

第四十二章 烴

42-1	烴之分類	170
42-2	飽和鏈烴——烷烴	171
42-3	不飽和鏈烴——(一)烯烴	197
42-4	不飽和鏈烴——(二)炔烴	222
42-5	環狀烴(閉鏈烴)	232
42-6	煤與石油	242
	本章提要	246
	習題 42	253

第四十三章 烴之衍生物

43-1	醇類	265
43-2	醚類	293

43-3	醛類·····	295
43-4	酮類·····	297
43-5	羧酸（有機酸）·····	298
43-6	醣（即碳水化合物）·····	319
	本章提要·····	328
	習題 43 ·····	343

第四十四章 原子與分子之大小及質量

44-1	原子與分子之大小·····	360
44-2	原子與分子之質量·····	364
44-3	亞佛加德羅常數與克原子、克分子及摩爾·····	370
44-4	亞佛加德羅數與摩爾概念之應用·····	372
	本章提要·····	376
	習題 44 ·····	378

第四十五章 摩爾概念與化學計算

45-1	摩爾概念·····	391
45-2	摩爾概念在容量分析中之應用·····	393
	提要（一）·····	420
	習題 45（一）·····	422
45-3	摩爾概念與法拉第電解定律·····	430
	提要（二）·····	450
	習題 45（二）·····	453
45-4	應用化學方程式之計算·····	461
	提要（三）·····	484
	習題 45（三）·····	485

附 錄

一	酸鹼之新理論·····	492
二	水之電離與 pH 值·····	505
三	色層分析法·····	514

四	離子交換.....	515
五	過渡元素及其通性.....	520
六	銅之冶煉、精製以及由銅(II)化合物還原為銅(I)化合物之方法.....	522
七	鹼金屬(鋰、鈉、鉀、銣、銈、鉍).....	525
八	香港中學會考化學科採用之國際單位、符號及簡寫以及 陽離子命名制(命名制 STOCK)	527
	習題答案.....	531

第三十八章 化學鍵之極性與分子形狀

第一節 化學鍵之極性——共價鍵之部份離子性與陰電性標

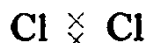
第二節 分子之極性

第三節 電子式之寫法

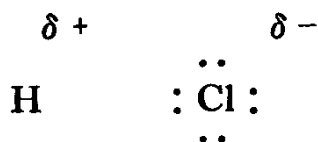
第四節 分子之形狀

38-1 化學鍵之極性 —— 共價鍵之部份離子性與陰電性標 由相同的非金屬原子所結合成的分子中，和性質相近的非金屬原子所結合成的分子中，均有共用電子對，這共用電子對是否居於兩原子之正中間呢？這就要看兩個原子對於共用電子對的吸引力之強弱而定。

同種原子組成之單質分子中，各原子對共用電子對的吸引力是相等的，共用電子對就居於二原子之中間，例如氫分子和氯分子中之電子對都是均勻地分佈在二個原子的中間。



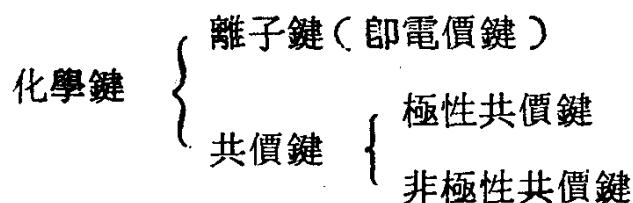
化合物分子是由不同的原子所組成的，由於原子結構不同，因此對共用電子對之吸引力就有差別，共用電子對就會或多或少地偏向於吸引力較大的那個原子的一邊，這種分子用電子式表示的時候，共用電子對應該偏近於對它吸引力較強的那個元素的符號之一邊。例如，氯化氫分子形成時，由於氯原子對共用電子對的吸引力大於氫原子對共用電子對的吸引力，因此，用電子式表示氯化氫的分子時，把共用電子對寫在偏近於氯原子的一邊。如：



$\delta +$ 表示部份正電

$\delta -$ 表示部份負電

在共價化合物裏，和共用電子對距離較近的那個原子的一端必然負電荷較強，和共用電子對距離較遠的那個原子的一端必然正電荷較強，好像有了兩個電性不同的極，這種共價鍵稱為極性共價鍵 (*polar covalent bond*) 或簡稱為極性鍵。在同種原子組成的單質分子中 (如氫 H_2 、氧 O_2 及氮 N_2) 電子對並不偏向於任何一個原子，分子的兩端不會出現極性，此種共價鍵稱為非極性共價鍵 (*non-polar covalent bond*) 或簡稱為非極性鍵。綜上所述，可見由原子結合成單質分子或化合物之化學鍵主要可分為下列幾種：(下一章將介紹另一種化學鍵：金屬鍵)



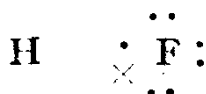
應該指出，離子鍵必為極性鍵，但極性鍵卻不一定是離子鍵，它可能是極性共價鍵；同理，離子化合物是極性化合物 (*polar compound*)，但極性化合物卻未必是離子化合物，例如水和氯化氫氣都是極性化合物，但它們均非離子化合物。因此極性鍵與離子鍵宜分別清楚，不能混為一談。

當性質極不相同的元素 (最活潑的金屬與最活潑的非金屬) 的原子結合時，原子間產生離子鍵，而當同種原子或性質比較相近的元素的原子結合成分子時，原子間就產生共價鍵。當共價鍵的極性很強時，也就是兩個原子對鍵合電子 (共用電子) 的吸引能力相差懸殊時，其中一個原子對這個電子的控制能力將接近失去而轉移到另一個原子上，這實質上等於它失去一個電子，此時，這個化學鍵就變成了離子鍵。所以，離子鍵與共價鍵之間並無嚴格的界限，而極性鍵實際上是介乎典型的非極性鍵和典型的離子鍵之過渡狀態，換言之，典型的非極性鍵和典型的離子鍵只是極性鍵的兩個極端而已。關於此點，我們可以用下表的例子來說明：

鍵 型	分 子	鍵合電子之位置	鍵之形成	鍵之極性
非極性鍵	Cl : Cl	共用電子對同等程度地分屬兩個氯原子	原子對鍵合電子之吸引力相等	非極性鍵 ↓ 鍵之極性漸增 離子鍵
極 性 鍵	$\delta^+ \text{H}$: $\delta^- \text{Cl}$:	共用電子對偏向氯原子之一邊	原子對鍵合電子之吸引力不等	
離 子 鍵	$^+ \text{Na}$: $^- \text{Cl}$:	鈉原子最外層電子轉移到氯原子上	兩原子對鍵合電子之吸引力相差懸殊 (即陰電性相差極大)	

元素之陰電性 (或負電性) (*electronegativity of element*) 各種元素之原子在共價鍵中吸引共用電子之能力，稱為陰電性或負電性。

如：HF



氟(F)原子對共用電子之吸引力比氫(H)原子大，故氟之陰電性大於氫。元素之非金屬性愈強，其陰電性愈大。一共價鍵兩端之原子其陰電性強度不等時，共用電子則偏向陰電性較強之原子，使此共價鍵之一端帶陰電(以 δ^- 表之)，另一端帶陽電(以 δ^+ 表之)此時共價鍵則帶有極性。若兩原子之陰電性強弱相差很大時，其共用電子對之偏向則愈厲害而成離子鍵。故離子鍵亦可視作一種極性甚大之共價鍵。

對於各元素在共價鍵中吸引電子之能力，我們可以用數字標明其大小，稱為陰電性標或負電性標 (*electronegativity scale*)，依據此數字，可估計出該共價鍵之部份離子性之程度。

茲將普通元素之陰電性標列於下表：

元素之陰電性標

H 2.1						
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Cs 0.7	Ba 0.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
Fr 0.7	Ra 0.9					

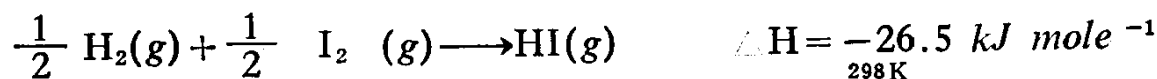
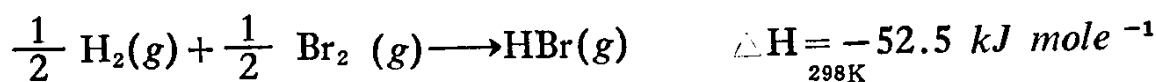
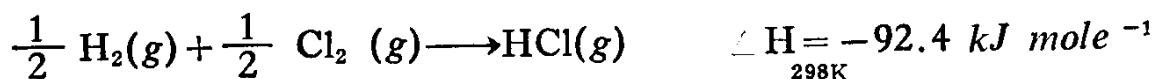
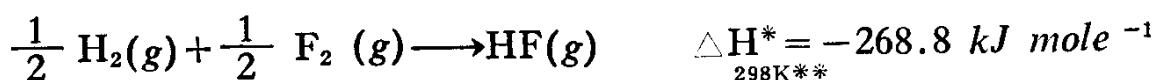
非金屬之陰電性較金屬為強，其中以氟原子(F)為最強，故其陰電性標值最大(4.0)氧居第二，而氯及氮居第三。陰電性最弱的是銫 Cs(0.7)及鉍(0.7)，金屬之陰電性值有的近於 1.8，也有的小於 1.8，過渡元素則近於 1.6。

元素陰電性可以定量地表示在穩定分子中，相互作用的原子所具有的接受電子或放出電子的能力。陰電性大，表示容易接受電子，不易放出電子。陰電性小，表示不易接受電子，容易放出電子。分子中任何兩個相鄰原子的陰電性相差很大時，原子間的鍵為離子鍵，在沒有什麼差別時，為共價鍵；介乎兩者之間，為極性鍵。鮑林 (Pauling) 根據經驗式，從陰電性數據得出：組成分子的任何兩原子，如果它們的陰電性差遠大於 1.7，原子間的鍵是離子鍵；遠小於 1.7 時，原子間的鍵是共價鍵；在 1.7 左右時是極性鍵。不過這樣規定並不太嚴格。在 A 和 B 二原子間單鍵所具之離子性與 A 和 B 二原子所具陰電性之差 $x_A - x_B$ 間之大畧關係見下表：

鍵之部份離子性和原子陰電性之差

$x_A - x_B$	部份離子性	$x_A - x_B$	部份離子性
0.2	1%	1.8	55%
0.4	4%	2.0	63%
0.6	9%	2.2	70%
0.8	15%	2.4	76%
1.0	22%	2.6	82%
1.2	30%	3.0	89%
1.4	39%	3.2	92%
1.6	47%		

陰電性相差愈大之二元素所形成之鍵愈具離子鍵之性質，其鍵之強度愈大，同時形成鍵時所放出之能量也愈多。此點可以鹵化氫之生成熱為例：



38-2 分子之極性 有些分子如氯化氫 HCl，其電荷之分佈並不均勻對稱，在分子一端帶有較多的正電荷，而另一端帶有較多的負電荷，就整個分子來看，仍為電性中和（因分子內部必含等數之陽電荷與陰電荷）但一端則略呈陽電性，另一端則稍呈陰電性，這些分子內具有陰與陽兩極者稱為極性分子 (*polar molecule*) 亦稱為偶極子 (*dipole*) 其極性之大小可

* ΔH 為負值時表示放熱反應。

** $298\text{K} = 25^\circ\text{C}$

由其雙極矩或偶極力矩 (*dipole moment*) 測量之。陰陽電中心間距離愈長，則極性愈益顯著，圖 38-1 即表示三種分子，其極性依次增加：

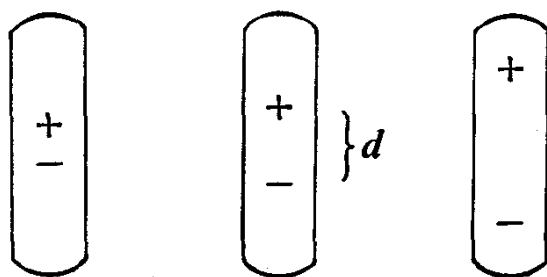


圖 38-1 偶極子

偶極力矩之值視電量 e 及其距離 d 而定，如以 u 表偶極力矩

則
$$u = d \times e$$

式中之 e 表陰電或陽電之量， d 為陰陽電中心間之距離。非極性分子之偶極力矩近於零。

分子既然由原子以化學鍵結合而成，一分子之極性即是該分子中各化學鍵極性之向量和。若分子中無極性鍵，則此分子必非極性分子，如氫 H_2 ，氧 O_2 ，氮 N_2 及氯 Cl_2 等之分子自無極性可言，但有多個極性鍵之分子卻未必一定為極性分子，因各化學鍵極性之向量和可能等於零。在四氯化碳中，雖然其中之鍵 ($C-Cl$) 均有極性（電子對偏向氯原子），但由於其結構對稱，致使各鍵之極性互為抵消，分子內陽電之中心與陰電之中心完全符合，結果整個分子成為無極性。又如：二氧化碳 CO_2 中， $C=O$ 鍵雖有極性，但由於其分子內部之排列對稱（直線型分子），兩個 $C=O$ 鍵之極性，互相抵消，結果 CO_2 分子並無極性，應為非極性化合物。

