

科學圖書大庫

新編化學

(下冊)

編譯者 郁仁貽

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

新編化學

(下冊)

編譯者 郁仁貽

徐氏基金會出版

財團
法人

徐氏基金會

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國八十年三月六日再版二刷

新編化學 (下冊)

基本定價 4.80

編譯者 邵仁貽 私立東方工業專科學校教授兼化工科主任

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝 惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：9179077~8

發行人 呂幻非 新店市中正路284巷7號

承印廠 昇德企業行 中和市民享街117巷10號二樓

ISBN 957-18-0173-9 (套)

ISBN 957-18-0174-7 (下)

編者之言

1. 本書與新編化學上冊相同，依據民國七十一年一月教育部公佈之五年制工專各科專業基礎必修科目化學課程標準編輯而成，共十二章，專供五專第一學年下學期每週授課三小時之用。

2. 編者鑑於五專學生學習化學課程，往往觀察不甚周密、理論有欠了解，不易掌握全盤觀念。故在教材內容編輯上，對於性質、製法等詳加說明，對於反應、計算等，則多舉實例、多作練習，反覆應用，即可得心應手，切實理解，故在有關部分，不無過多之感。祈指導老師，體會此旨，酌量活用，以免妨礙進度。

3. 本書內容除完全依照部定標準，詳予編輯外，亦屢在適當章節，增加內容（都另附^{*}號），以便增加理解，稍饜學生求知慾望，並供若干其他科系學生學習之需。

例如 14-8，14-9 節求出氣體反應平衡方程式及平衡常數之應用等，在日後分析化學及化學計算訓練上，應用甚廣，似宜研討。19-3 節官能基係一切有機化學反應之基礎，且為有機化合物之基本骨幹，不宜從略。20-3，-4，-5，-6，-7 等節，涉及胺基酸、維生素、激素等，除工專學生須具概念外，其餘農畜、水產、食品、營養、醫、衛有關學生，更有研習必要。至於 23-6，-11，-13 節等說明人造放射性、居理單位及蓋革計數器等；為現代放射科學之基本常識，故稍贅述。

4. 最近科學日益進步，化學方面更包羅萬象，一日千里，一冊之內，自難兼收並蓄。但編輯主旨，提綱挈領，為學之道，各就所需，備而

不用，固屬多言，用而不備，更非所宜，質之高明，以爲如何？

5. 本書在編竣付印之際，辱蒙前國立編譯館館長劉拓先生，對於編排方面，提供高見，並代爲釐正若干筆誤，獲益良多，謹此致謝。

6. 本書內容繁雜，編者才疏學淺、勉力而爲、誤謬難免，尚祈先進學者，隨時指正，以匡不迨是盼。

郁仁貽

目 錄

編者之言	I
第十三章 熱化學	1
13-1 化學反應中能量的關係	1
13-2 反應熱	4
13-3 熱量的單位、量度及熱化學反應與質能互變 *	11
13-4 標準生成熱與燃燒熱	14
13-5 赫士定律	17
13-6 工業反應中的質能效應	20
13-7 勃恩—哈伯循環 (Born-Habor Cycle) *	21
習題十三	23
第十四章 化學反應速率及化學平衡	25
14-1 反應速率	25
14-2 反應機構	28
14-3 影響化學反應的因素	31
14-4 催化劑與催化作用	41
14-5 可逆反應 (Reversible reaction)	45
14-6 化學平衡 (Chemical equilibrium)	47
14-7 平衡常數 (Equilibrium constants)	51

14-8	氣體反應的平衡方程式*	54
14-9	平衡常數的應用*	55
14-10	影響化學平衡的因素	64
14-11	均勻系與不均勻系平衡	71
	習題十四	75
第十五章 非金屬元素		78
15-1	硫族元素 (Sulfur family)	78
15-2	硫及其化合物 (Sulfur and its compounds)	80
15-3	硒和碲	88
15-4	氮族元素	89
15-5	氮及其化合物	90
15-6	磷、砷、銻與鉍概說*	97
15-7	磷及其化合物	99
15-8	肥料 (Fertilizer)	104
15-9	砷、銻與鉍及其化合物 (Arsenic, Antimony, bismuth and their compounds)	108
15-10	碳族元素 (Family of carbon)	111
15-11	碳及其化合物 (carbon and its compounds)	112
15-12	矽及其化合物	117
15-13	玻璃和水泥	124
15-14	硼族元素	125
15-15	硼及其化合物	125
	習題十五	128
第十六章 氧化還原及電化學		130
16-1	氧化與還原反應 (Oxidation-reduction reactions)	130
16-2	氧化劑與還原劑 (Oxidizing agents and Reducing	

	agents)	131
16-3	氧化還原反應方程式的平衡	132
16-4	化學電池	138
16-5	標準還原電位 (Standard reduction potentials)	140
16-6	濃度效應對於電池電位的關係 *	148
16-7	化學電池的應用	151
16-8	鉛蓄電池及其他電池	156
16-9	電解	159
16-10	能士特 (Nernst) 方程式 *	164
16-11	電鍍與電解精製	165
16-12	腐蝕 (Corrosion)	167
	習題十六	169
第十七章 金屬及其冶煉		172
17-1	冶 金	172
17-2	鋁	174
17-3	鋁的化合物	179
17-4	錫和鉛	181
17-5	鐵的存在和性質	189
17-6	鐵之冶煉	190
17-7	鋼的冶煉	194
17-8	鐵的化合物	196
17-9	合 金	198
17-10	銅和銅合金	203
17-11	鎳及鎳合金	208
17-12	汞及其化合物	210
	習題十七	214

第十八章	過渡元素	216
18-1	過渡元素概說*	216
18-2	過渡元素的通性	218
18-3	銅族	223
18-4	鐵族	234
18-5	鉑族	239
18-6	鋅族	243
18-7	鎳族	248
18-8	其他過渡元素	253
18-9	顏料	256
	習題十八	261
第十九章	有機化學	263
19-1	有機化合物	263
19-2	烴	264
19-3	官能基*	276
19-4	醇類與酚類	281
19-5	醛類與酮類	286
19-6	有機酸與其酯類	292
19-7	石油及其煉製	297
19-8	炸藥及染料	300
	習題十九	305
第二十章	生物化學	308
20-1	醣類 (Carbohydrates)	308
20-2	油脂	313
20-3	蛋白質	316

20-4	胺基酸類 *	321
20-5	營養必需的胺基酸類	324
20-6	酵素 *	327
20-7	維生素 (Vitamin) *	331
20-8	激素 (Hormones) *	340
20-9	食物	343
20-10	核 酸	346
20-11	藥 物	350
	習題二十	357

第二十一章 膠體化學 358

21-1	膠體溶液的狀態及種類	358
21-2	膠體溶液的製法	362
21-3	膠體溶液的性質	365
21-4	乳 化	369
21-5	透析與膠體溶液的精製	370
21-6	膠體溶液的凝析 *	372
21-7	親水膠溶體的特性及鹽析 *	374
21-8	電泳動與電滲透 *	375
21-9	界面活性劑 (Surfactants)	378
	習題二十一	384

第二十二章 聚合物化學 386

22-1	天然聚合物及合成聚合物	386
22-2	加成聚合物	388
22-3	縮合聚合物	389
22-4	合成纖維	391
22-5	塑 膠	392

22-6	橡 膠	394
	習題二十二	396
第二十三章 核化學		397
23-1	放射性的發現	397
23-2	放射性元素	399
23-3	放射線	400
23-4	原子核的安定性	404
23-5	放射性元素的衰變	407
23-6	人造放射性 *	411
23-7	核分裂	411
23-8	核融合	415
23-9	原子爐與核能發電	416
23-10	核能的和平用途	419
23-11	放射性元素用作示踪劑	421
23-12	放射性單位，居理 *	421
23-13	利用碳 14 測定年代	422
23-14	蓋革計數器 (Geiger counter)	424
	習題二十三	425
第二十四章 地球化學		427
24-1	地球的構造及組成	427
24-2	岩圈 (Lithosphere)	431
24-3	水圈 (Hydrosphere)	434
24-4	氣圈 (Atomosphere)	436
24-5	行星化學 *	440
24-6	隕石 *	441
24-7	行星的大氣圈*	441



24-8	太陽*	443
24-8	星球*	443
24-10	地球化學與人類生活	444
	習題二十四	445
附 錄		447
索 引		456

第十三章 熱化學

13-1 化學反應中能量的關係

化學反應與質量的關係密切，人所共知。但在化學反應中，能量的變化亦同樣重要，甚至更為重要。例如現在廣供實用的 L.P.G (liquified propane gas) 燃料，與氧配合燃燒，即可供家庭炊事及工廠熱源等用，是時生成的 CO_2 與 H_2O 反而無足輕重。

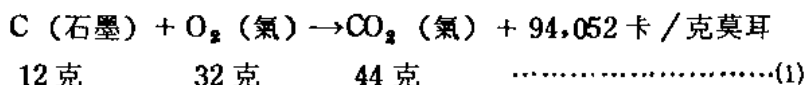
在化學實驗時，將 10 克的 NH_4Cl 溶於 100ml 的水中，則其溫度即從 24.5°C 降而為 18.1°C ，這是因為把晶體狀的 NH_4Cl ，分離成 NH_4^+ 與 Cl^- 等離子狀態，需要能量，而此種能量是以熱能狀態，從其直接週圍（水）供應，所以氯化銨溶液的溫度，比原來物體溫度為低。又如將 10ml 的濃硫酸，溶於 100ml 的水中，則溫度即從 24.8°C ，昇至 47.0°C ，一般任何化學變化或物理變化，凡能發生熱能的，謂之放熱反應 (exothermic reaction) 或放熱變化 (exothermic change)。反之凡能吸熱能的，謂之吸熱反應 (endothermic reaction)，或吸熱變化 (endothermic change)。上例中除 NH_4Cl 溶於水為吸熱反應外，都為放熱反應。

詳細研究熱的變化後，證明任何形態的能，都可變成任何其他一種或數種的能，但不能消滅。換言之，各種能雖可互相變化，但在變化前後之能的總量是相等的，即能量不滅。查能量不滅定律早於 18 世紀中葉，由德國梅耶 (Mayer) 等所提倡，和質量不滅定律，並為通行於物質界的二大定律。

根據上述，能量可以互變。例如在蒸汽機中，熱能轉變為機械能，利用發電機，機械能可以變為電能。但從某種形態的能量，變為另一形態的能時，並非百分之百有效的。例如機械能變為電能時，因摩擦關係，部分機械能變成熱能。這雖構成機械能或電能的損失（因為無法做功），但其能量並未消滅。又電能變為光能的變化，也是不完全變化的近例。因為部分電能，同時變為熱能。此種熱能的大部分，由熱的燈絲輻射而出，另一部分由線路電阻所形成。

許多化學反應是可逆的。也就是說，反應的生成物，再互相反應或分解，而生原反應物。 H_2 和 O_2 化合（燃燒）而成 H_2O ，同時發熱。 H_2O 亦可以解離成 H_2 和 O_2 ，惟此時非另加與前發生的熱量相同的能量（電能）於其上不可。對於可逆反應，我們經常發現，如某一反應為放熱反應，則其逆反應必為吸熱反應，且其放，吸的熱量必相等。這與物質和能量等的不滅定律，完全吻合。

據精密研究得知石墨和在 $25^\circ C$ 的氧化合燃燒發熱而起下列反應



這如僅就化學反應與重（質）量關係的觀點而言，當然意義着 12 克的碳（石墨）和 32 克（1 克莫耳）的氧（在 $25^\circ C$ ）化合生成 44 克（1 克莫耳）的 CO_2 ，了無疑義。但這將把發生的熱量（一般為能量），棄而不顧，有欠合理，故不得不從化學反應和質、能不滅關係的觀點，稍予研討。

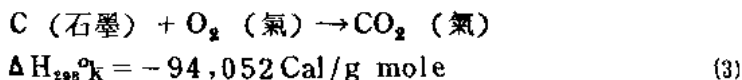
查任何物質必有由其組成成分及狀態所決定的固有化學能（chemical energy）存在，但它不等於該物質組成元素含有化學能之和。上例的 CO_2 氣體，雖由 C（石墨）和 O_2 氣（ $25^\circ C$ ）結合而成，但其熱含量（heat content）或焓（enthalpy），並非 C（石墨）與 O_2 氣等熱含量之和，因為生成物 CO_2 氣的熱含量，小於 2 反應物熱含量之和，故能放出 94,052 卡 / 克莫耳之熱量也。

在熱化學反應式中，以 $H_{\text{生成物}}$ 代表在某一條件下，全部生成物的

含熱量 (enthalpy, 焓); $H_{\text{反應物}}$ 代表在同一條件下, 全部反應物的含熱量或焓。並以 ΔH 代表 $H_{\text{生成物}}$ 與 $H_{\text{反應物}}$ 之差, ΔH 值為正 (+) 者表示反應為吸熱的, ΔH 值為負 (-) 時, 反應為放熱反應。

$$\Delta H = H_{\text{生成物}} - H_{\text{反應物}} \quad (2)$$

依照此種方式, 則上述(1)式, 可以改寫如次。

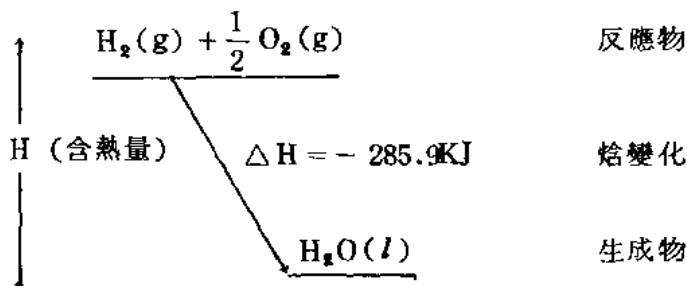


上式中的 (石墨) (氣) 等字樣係指明該物質的狀態, $\Delta H_{298^\circ\text{K}}$ 乃係反應時之溫度的絕對溫度。總之在熱化學方程式中須將一切物質的狀態溫度註明, 否則條件不明, 一切便無意義。

化學反應與能量的關係, 亦可用焓圖 (Enthalpy diagram) 表示之。

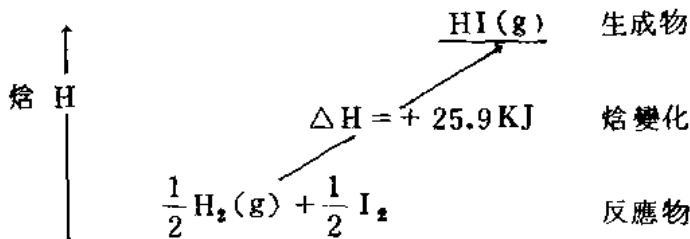
例 1

放熱反應



例 2

吸熱反應



查熱量的單位卡（Calorie）原來意義着1克（Gram）的水，從14.5°C，升高至15.5°C 所需的熱量，依照能量可以互變而不消失的原理，上述1卡的熱量，適可變成4.184volt·coulomb 電能，即等於1焦耳（Joule）。

$$1 \text{ calorie} = 4.184 \text{ Joule}$$

根據國際度量衡協會建議（The international committee of weights and measures recommends），一切能量測定，包括熱能測定在內，應用Joule“焦耳”紀錄，所以把“卡”重予定義如上。利用電測量法即可極正確地測定Volt-coulomb（Joule），所以把它當作熱量的原始標準，比用水的比熱更好些。至於常用的“卡”紀錄，僅都乘以4.184即可變為“焦耳”了。同樣1 Kcalorie = 4.184KJ。

例如(3) $\Delta H_{298^\circ\text{K}} = -94,052 \text{ cal/gmole} = -94,052 \times 4.184 \text{ J/g} \cdot \text{mole} = -393,513.568 \text{ J/gmole} = -393.5 \text{ KJ/g} \cdot \text{mole}$ 。

一般放熱反應（變化）時，生成物的熱含量之和，必小於反應物熱含量之和。反之吸熱反應（變化）時，生成物的熱含量之和，亦必大於反應物熱含量之和。

一般化學反應雖常發生熱的變化，但並不完全如此。炸藥、原子彈、氫彈、核子彈爆炸時發生大量的熱能、機械能（破壞）、光能、輻射能等，威力驚人。各種電池之供應電流，電槽之電解、電鍍等莫不依靠化學反應發生電流，或依電力作用而起化學反應，人所共知。綠色植物利用日光，在催化劑存在下把水和CO₂轉變為澱粉、纖維；光線使攝影膠捲的溴化銀，感光分解成溴與銀等；故光與化學反應，亦有密切關係。動物體的各種複雜機能如思想、運動、言語、溫度控制，以及螢火蟲曳光飛行，電鰻之遇警放電、鮫鱧之發光器官等，莫不由食物中的營養物與本身的化學能，轉變而來，非造物主之巧妙安排，曷克臻此。

13-2 反應熱

化學反應所發生的熱量，謂之反應熱，視其反應種類而附以各種名稱，每反應又循各不同途徑發生各具不同的熱效應。自不能一一列出。

1. 生成熱

1 莫耳的化合物，在室溫及普通大氣壓力下，由其成分元素生成時，必須放出（符號-）或吸收（符號+）的熱量，謂之該化合物的生成熱（heat of formation）。

注意：據美國CHEM編化學主張放熱符號為-，吸熱符號為+，適與傳統方式相反，希讀者注意！

表 13-1 化合物的生成熱

化 合 物			化 合 物		
中文名稱	分子式及狀態	生 成 熱 (卡數/莫耳)	中文名稱	分子式及狀態	生 成 熱 (卡數/莫耳)
水	H ₂ O (液)	- 68,400	溴化氫	HBr (氣)	+ 8,650
水	H ₂ O (氣)	- 57,800	碘化氫	HI (氣)	+ 6,240
一氧化碳	CO (氣)	- 26,400	氯化鈉	NaCl (固)	+ 98,300
二氧化碳	CO ₂ (氣)	- 94,030	硫酸	H ₂ SO ₄ (液)	- 189,800
氧化鋁	Al ₂ O ₃ (固)	- 380,000	硫化氫	H ₂ S (氣)	- 11,800
氧化鐵	Fe ₂ O ₃ (固)	- 198,500	氨	NH ₃ (氣)	- 11,050
氧化鈣	CaO (固)	- 151,300	甲烷	CH ₄ (氣)	- 17,900
氫氧化鈉	NaOH (固)	- 102,000	苯	C ₆ H ₆ (液)	- 12,300
氟化氫	HF (氣)	- 64,000	乙 烯	C ₂ H ₄ (氣)	+ 12,500
氯化氫	HCl (氣)	- 22,000	乙 炔	C ₂ H ₂ (氣)	- 53,700

2. 分解熱

1 莫耳的化合物，在室溫及普通大氣壓力下，分解成其成分元素時，必須放出或吸收的熱量，謂之該化合物的分解熱（heat of decomposition），其絕對值和生成熱相同，而符號相反。

3. 燃燒熱