



版

中華民國二十九年一月初版
中華民國三十一年四月二二版國紙本

建國教科書 高中化學

下冊 實售國幣一元四角

(外埠酌加運費匯費)

編	著	者	黃	素	封
校	訂	者	薛	德	桐
發	行	人	吳	秉	常
印	刷	所	正	中	書
發	行	所	正	中	書

(1140)

目次

第三十二章 有機酸

有機酸	327
羧酸	328
醋酸	329
低級脂肪酸	330
高級酸	331
二元羧酸	331
氨基酸	333
安息酸	336
水楊酸	336
沒食子酸	337
鞣酸	338

第三十三章 酯類 肥皂

酯	340
無機酸的酯	340
果香油	341
蠟	342
油和脂肪	343
硬化油、牛油	344
桐油、亞麻仁油、豆油	345
肥皂的製法	346

肥皂的性質... 347

第三十四章 糖

糖	349
葡萄糖	350
果糖	351
蔗糖	351
麥芽糖和乳糖	353
澱粉	354
糊精	356
亞刺伯膠	356
纖維素	357
紙	358
硝酸纖維素	359
賽璐珞	361
人造絲	361
鹼化纖維素	363

第三十五章 蛋白質 營養化學

蛋白質的成分	365
蛋白質的種類	366

蛋白質的分解... 36

蛋白質的定... 37

蛋白質、乾酪... 368

豇素、扶質... 369

白明膠... 369

血色素、葉綠素... 370

... 370

營養素... 371

維生素... 373

刺激素... 376

副腎素和甲狀腺素... 376

酵素... 377

消化作用... 378

食物的營養價值... 379

羊毛... 382

絲... 383

植物纖維與動物纖維... 383

有機肥料... 385

第三十六章 染色及染料

苯胺... 387

靛藍... 388

茜素... 383

天然染料與人造染料... 389

染色的理論... 390

染料的分類... 391

第三十七章 精油 樟腦

精油... 394

松脂油... 35

薄荷油... 35

樟腦... 36

龍腦... 37

薄荷腦... 37

漆油... 38

第三十八章 生物鹼類

生物鹼類... 39

毒人參鹼... 40

菸鹼... 40

顛茄鹼和古柯鹼... 40

金雞納霜和番木鱈鹼... 41

罌粟鹼... 42

茶鹼... 42

麻黃鹼... 43

第三十九章 膠體

懸濁液和乳濁液... 44

膠體... 44

膠體的種類... 44

布朗運動... 44

膠體的製法... 44

膠體的解析... 44

保護膠體... 44

凝凍... 44

質點在氣體和固體中的散... 45

第四十章 熱化學

4454

化學變化與熱能... ..4 8
 反應熱的種類... ..420
 黑斯定律... ..422
 原子熱與分子熱... ..423

第四十一章 週期律

元素的族類... ..425
 舊週期律... ..4 6
 新週期律... ..3 1
 週期的分類... ..433
 元素在週期表中的位置... 43

第四十二章 原子的結構

電子論... ..43
 原子核... ..438
 電子的排列... ..440
 核的結構... ..443
 電子說與電離說... ..444
 電子說與原子價... ..445
 金屬與非金屬... ..447
 極性化合物和非極性化合物
448
 共價結合... ..450
 元素的週期性的解釋... 451

第四十三章 電化學

電化學... ..454
 金屬的電動勢順序... ..455
 金屬的反應力... ..4 7
 金屬製鐵的難易... ..458

電解時電極處的生成物... 459
 法拉第定律... ..460
 電鍍術... ..461
 電冶術... ..463
 電池... ..463
 儲蓄電池... ..465
 金屬的腐蝕... ..466

第四十四章 鹼族元素

鹼族元素... ..468
 銣... ..468
 銣... ..469
 氯化銣... ..470
 過氧化銣... ..472
 氫氧化銣... ..473
 碳酸銣的製法... ..475
 碳酸銣的性質和用途... 479
 碳酸銣... ..480
 硫酸銣... ..481
 亞硫酸銣... ..482
 硫代硫酸銣... ..482
 硝酸銣... ..483
 鉀... ..433
 氫氧化鉀... ..484
 碳酸鉀... ..485
 鹵化鉀... ..486
 氯酸鉀... ..486
 硝酸鉀... ..487
 氫化鉀... ..487

鉀鹽肥料	489
焰色反應	490
光譜分析	490

第四十五章 銅族元素

銅族元素	494
銅礦和冶銅	494
銅的性質和用途	497
銅的氧化物	498
硫酸銅	499
銀礦和冶銀	499
銀的性質和用途	501
硝酸銀	502
氯化銀	503
攝影	504
銀鏡化銅	505
金礦和冶金	505
金的性質和用途	506
金的化合物	507

第四十六章 鹼土族元素

鹼土族元素	509
鈣	510
碳酸鈣	511
硬水與軟水	512
硬水軟化法	513
氯化鈣	514
氫氧化鈣	515
煨泥	516
漂白粉	517

硫酸鈣	519
鈣的其他化合物	520
鎂	521
鎂的化合物	521
銻	522
銻的化合物	522

第四十七章 鋨族元素

鋨族元素	525
鋨	525
鋨	526
氧化鋨	527
氫氧化鋨	528
氯化鋨	528
碳酸鋨	529
硫酸鋨	529
鋅礦和冶鋅	529
鋅的性質和用途	530
氧化鋅、氫氧化鋅	532
氯化鋅	533
硫酸鋅	533
硫酸鋅	534
鋅銀白	534
鋅	535
汞	535
亞汞化合物	536
汞化合物	537

第四十八章 鋁及其化合物

土族元素	541
鋁礦與冶鋁	541
鋁的性質和用途	545
熔接劑	546
氯化鋁	547
氫氧化鋁、氯化鋁	548
明礬	549
複鹽和錯鹽	550
稀土族元素	551

第四十九章 錫及其化合物

錫礦與冶錫	553
錫的性質和用途	553
亞錫化合物	555
錫化合物	556
氧化與還原	557
氯化劑與還原劑	560

第五十章 鉛及其化合物

鉛礦和冶鉛	563
鉛的性質	564
鉛的氧化物	566
鉛糖和鉛白	567
碳族元素	569
銻族元素	566
銻	570
銻和針	570

第五十一章 銻族元素

銻族元素	572
銻	572
銻酸鉀	573
重銻酸鉀	574
銻的其他化合物	575
鉍	577
鉍	577
鉍	578

第五十二章 銻及其化合物

銻	579
二氧化銻	580
銻酸鉀和高銻酸鉀	580

第五十三章 鐵族元素

鐵族元素	583
鐵礦	583
生鐵	584
鍛鐵	587
鋼	588
坩堝鋼	590
柏塞麥鍊鋼法	590
開爐法鍊鋼	591
電爐法鍊鋼	593
鋼的鍛鍊	594
特種鋼與鐵合金	596
鐵的鑄蝕	597
純鐵	599

鐵的氧化物和氫氧化物... 599	鐳的能... .. 618
亞鐵鹽... .. 600	鐳... .. 616
鐵鹽... .. 601	鐳的用途... .. 620
黃血鹽和赤血鹽... .. 602	放射性元素的蛻變系... .. 621
藍印術... .. 604	同位素... .. 624
墨水... .. 605	原子核的蛻變... .. 626
鉻及其化合物... .. 605	構成物質的單位... .. 627
鏷... .. 606	元素的改變... .. 628
鏷的化合物... .. 607	人工放射性... .. 631
第五十四章 鉍及其化合物	物質轉變為能... .. 633
鉍... .. 609	第五十六章 化學和國防
鉍的化合物... .. 610	化學和國防... .. 635
鉍族元素... .. 611	火藥... .. 636
第五十五章 放射性元素	毒劑的種類... .. 639
放射性元素... .. 613	毒劑的用法... .. 646
鐳... .. 613	毒劑的防禦... .. 647
從鐳發生的射線... .. 616	發煙劑和信號煙... .. 651
	縱火劑... .. 655

第三十二章 有機酸

§ 248. 有機酸

烴的氫原子，被酸式碳醯基 (Carboxyl, 簡稱羧基 $\begin{matrix} -C-OH \\ || \\ O \end{matrix}$) 所取代而生成的物質，總稱羧酸 (Carboxylic acids), 簡稱有機酸 (Organic acids). 有機酸又可分以下三種：

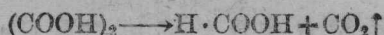
- (1) 羧基與烷基結合生成的，名脂肪酸 (Fatty acid), 其中有和低級烷結合的，如蟻酸和醋酸；有同高級烷結合的，如脂蠟酸和棕櫚酸等。
- (2) 羧基與烯基或炔基結合生成的，叫做油酸 (Oleic acid) 或亞油酸 (Linoleic acid), 其中以羧基和高級烯結合生成的酸類較普通。
- (3) 羧基取代苯屬烴的氫所生成的，叫芳香酸 (Aromatic acid), 例如安息酸等。

從植物和花果中所提出的多種有機酸，大半含着兩個羧基，這叫做二元羧酸 (Dicarboxylic acids), 例如草酸和琥珀酸。此外含有一個羧基，一個羧基的酸，叫做羧基酸 (Hydroxylic acids), 例如蘋果酸、檸檬酸、水楊酸等；至於乳酸也屬於羧基酸。

§ 249. 蟻酸

蟻酸 (Formic acid) $\text{H}\cdot\text{COOH}$, 學名甲酸 (Methanoic acid), 含於蟻、蜂等昆蟲的分泌液及蕁麻等中。

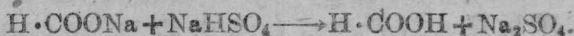
[製法] 在實驗室中, 常用草酸 (COOH)₂ 和甘油相混, 熱到 129° , 以製蟻酸。反應簡如下式:



工業上的製法是用一氧化碳和氫氧化鈉在 6—16 氣壓下, 加熱到 200° , 先製得蟻酸鈉:



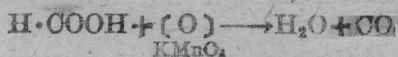
再加弱酸, 或酸式鹽於蟻酸鈉中共熱, 即得蟻酸:



[性質] 蟻酸是無色具刺激性臭的液體, 熔點 8° , 沸點 101° , 水溶液呈弱酸性, 觸及皮膚, 即腫起水泡, 用氨水可緩和其作用, 所以遇蜂、蟻螫後, 可搽氨水止痛。蟻酸易起分解, 加濃硫酸共熱, 則起如下變化:



蟻酸易受氧化, 這和他種脂肪酸不同, 例如用高錳酸鉀可使蟻酸氧化:



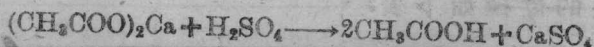
蟻酸本身既易氧化, 分解時又諸生成一氧化碳,

所以是一種還原劑，染織和鞣皮工業可用作還原劑。

§ 250. 醋酸

醋酸 (Acetic acid) CH_3COOH , 學名乙酸 (Ethanoic acid), 是一種重要的有機酸, 食用醋中約含醋酸 5%。

[製法] 乾餾木材時得到的木醋酸 (§ 234), 如通過熱石灰水內, 即生醋酸鈣的沉澱; 過濾, 用水洗淨, 再加濃硫酸蒸餾之, 則生成醋酸。惟尚含有水分, 若加濃硫酸重行蒸餾, 可得 98% 的醋酸。無水醋酸在 17° 時結成冰狀物, 因名冰醋酸 (Glacial acetic acid):

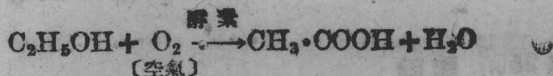


近世工業上或先用乙炔合成乙醛 (§ 245), 乙醛被空氣逐漸氧化, 即變成乙酸。

[性質] 醋酸是無色具刺激臭的液體, 熔點 16.7° , 沸點 118° , 有腐蝕性, 易溶於水, 水溶液呈弱酸性反應。醋酸的價值很廉, 用途極廣, 多種重要有機物, 即以醋酸為原料而製成。醋酸能溶解種種金屬的氧化物, 生成醋酸鹽, 其中的鎳鹽、鐵鹽、和鋁鹽等在染色工業上常用作媒染劑。

食用醋的製法, 是把穀類或甘薯等的澱粉, 先經發酵作用生成酒精, 再使醋酸菌繁殖其中, 使酒精氧

化而生醋酸：



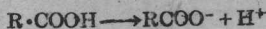
殺菌未淨的酒，經久酸敗，即由於醋酸菌的活動。醋中除含醋酸外，尚含蘋果酸、酒石酸和琥珀酸等。且混有種種的酯，故有芳香。同時又含些糊精和麥芽糖等，所以味頗適口。

§ 51. 低級脂肪酸

低級烷的脂肪酸除蟻酸和醋酸外，尚有多種，茲舉重要的幾種如下表：

學 名	俗 名	分 子 式	沸 點	熔 點	密 度 (20° 時)
甲酸 Formic acid	蟻 酸	HCOOH	101°	8°	1.229
乙酸 Acetic acid	醋 酸	CH ₃ COOH	118°	17°	1.049
丙酸 Propionic acid	著 酸	CH ₃ CH ₂ COOH	141°	-24	0.992
丁酸 Butyric acid	酪 酸	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	163°	-9	0.959
戊酸 Valeric acid	齒草酸	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ COOH	186°	-5	0.942

脂肪酸的沸點隨碳原子數增加而增加，於水中的溶解度都隨碳原子數增加而減少，但皆易溶於醇、醚、苯、或氯仿中。其水溶液呈弱酸性反應，這由於換其中的氫原子和無機酸中的氫原子有相似的性質，所以脂肪酸的離子平衡式，可書如下：



多數有機酸的酸性很弱，雖將溶液的濃度沖至極稀，其電離度仍不高，但有機酸比碳酸強些，可使碳酸鹽分解而放出二氧化碳。

例如：



脂肪酸生成的鹽類，却是不易揮發的晶體，並且多數能溶於水。這種鹽類若和濃硫酸相遇，即能發生脂肪酸。脂肪酸的一般製法，大多用醇做原料，使醇氧化，生成醛類；醛類氧化，就能變成脂肪酸類。

§ 252. 高級酸

由高級的烴所生成的有機酸，普通有下列幾種：

名 稱	分 子 式	存 在	性 質
脂肪 酸 棕 櫚 酸 (Palmitic acid)	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	植物性脂肪中	白色蠟狀固體 熔點 63°
脂 蠟 酸 (Stearic acid)	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	動物性脂肪中	白色蠟狀固體 熔點 69°
油 酸 (Oleic acid)	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	不乾性油中	無色固體 熔點 14°
亞 油 酸 亞 麻 仁 酸 (Linoleic acid)	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	乾性油中	在 0° 時為液體

此等有機酸，天然與甘油或一價高級醇結合而為酯，存於脂肪、油、和蠟中。肥皂即此等酸的鈉鹽。將脂肪、油等通以約 300° 的水蒸汽，可使有機酸游離，同時製得甘油 (§ 238)。游離的有機酸用途頗少。

§ 253. 二元羧酸

二元羧酸中以草酸、琥珀酸最普通，其通式是

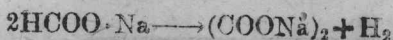
$(\text{CH}_2)_n(\text{COOH})_2$ 最低級的五種二元羧酸的物理性質，如下表所示：

名稱	分子式	熔點	溶解度(每百克水中在20°所溶克數)
乙二酸(草酸) Oxalic acid	$(\text{COOH})_2$	189° 無水物	8.7
丙二酸(胡蘿蔔酸) Malonic acid	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$	136°	74.0
丁二酸(琥珀酸) Succinic acid	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$	185°	6.0
戊二酸(正萹酒石酸) Glutaric acid	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$	95°	64.0
己二酸(庚酸) Adipic acid	$\text{HOOC}\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{COOH}$	153°	2.0

二元羧酸都能生成兩種不同的鹽，即正鹽和酸式鹽，例如乙二酸有兩種鉀鹽，即 $\text{HOOC}\cdot\text{COOK}$ 和 $(\text{COOK})_2$ 。

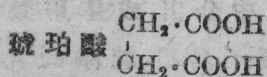
草酸 $(\text{COOH})_2$ ，學名乙二酸 (Ethan-di-acid)。在多種植物中，含有草酸的酸式鉀鹽或鈣鹽，尤以大黃、酢漿草等含量最著。小便中常含有微量草酸鈣。

[製法] 鋁屑和氫氧化鈉的溶液共，則纖維素受到氧化而成草酸鈉 (Sodium oxalate)，用過濾法除去未變化部分，再行蒸發，即得其白色晶體。最新製取草酸鈉的方法，是把蟻酸鈉熱到 $200^\circ\text{--}400^\circ$ ，發生分解，使氫游離而得：



草酸受熱容易分解，不能用蒸餾法提取；草酸能溶於水，卻不溶於乙醚及氯仿等中，因此，又不能用乙醚等自水溶液中抽取純淨的草酸。製時要加石灰乳到草酸鈉溶液中，生成草酸鈣沉澱。濾過，將沉澱洗淨，再加硫酸來分解，結果發生硫酸鈣和草酸，前者不溶於水，故可用過濾法除去。蒸發濾液，即有草酸晶體析出。

[性質] 草酸是美麗無色的晶體，含有二分子結晶水，有毒，易溶於水，呈弱酸性。受熱分解，即得蟻酸、一氧化碳等。草酸和草酸鹽可用以除去衣服上的鐵鏽和墨水污點，並供染色、漂白、擦銅油和製革等工業上的應用。



學名丁二酸 (Butan-di-acid)，由

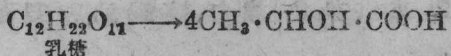
蒸餾琥珀 (Amber) 而得，在動物便溺中，有時也含微量。琥珀酸係無色晶體，熔點 185° ，能溶於水、醇、和醚中。

§ 254. 羧基酸

存在於自然界的幾種最普通的羧基酸，茲列表如下：

名稱	分子式	存在
蘋果酸 (Malic acid)	$\begin{array}{c} \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{OOH} \\ \\ \text{CH}_2 \cdot \text{COOH} \end{array}$	未熟的果子, 番茄, 大黃的莖。
乳酸 (Lactic acid)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \cdot \text{HOH} \cdot \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \cdot \text{OOH} \end{array}$	酸牛乳, 甜菜, 蜂蜜, 血, 及尿。
檸檬酸 (Citric acid)	$\begin{array}{c} \text{C}(\text{OH}) \cdot \text{OOH} \\ \\ \text{CH}_2 \cdot \text{OOH} \end{array}$	各種橘子和柚子中。
甘醇酸 (Glycollic acid)	$\text{CH}_2 \cdot \text{OH} \cdot \text{COOH}$	蔗糖, 甜菜汁, 未熟的葡萄。
酒石酸 (Tartaric acid)	$\begin{array}{c} \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{COOH} \\ \\ \text{CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{COOH} \end{array}$	酒石。

乳酸 牛乳發酵酸敗時, 其中所含的乳糖常變成乳酸:



工業用乳酸, 大半是從酸牛乳中分出, 或是用微生物使葡萄糖發酵製成, 但純體頗不易得。純淨的乳酸是一種油狀液體, 在染色工業上應用頗多。乳酸又是生化學上一種重要物質, 常認做“肌肉活動的樞石”。在肌肉迅速活動時所必需的能力, 似乎是由肝糖 (Glycogen) 分解, 造成乳酸時所供給的。

蘋果酸 含於未熟的梅、桃、或蘋果等果實中, 為無色晶體, 易潮解, 溶於水後, 微呈酸性。

檸檬酸 又名枸橼酸，含於柑橘類的果汁中，是無色透明的大形晶體，易溶於水，是一種清涼飲料；常用於汽水中。

酒石酸 酒石酸的酸性鉀鹽等，廣存於植物果實中，尤以葡萄中最多。釀造葡萄酒時，酸式酒石酸鉀以不溶於水和醇中，即形成酒石 (Argol) 的沉澱。由酒石製取酒石酸時，可先使其變成鈣鹽的沉澱，而後再用適量的硫酸去分解。

酒石酸為無色透明晶體，熱至 163° ，即熔為液體；易溶於水，溶液呈快美清涼酸味，故為製造清涼飲料的原料。酒石酸的鹽類，普通有下列幾種：

(1) 酒石精 (Cream of tartar) 又名酒石酸氫鉀 $\begin{array}{l} \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COOK} \end{array}$ ，是一種難溶於水的鉀鹽，在鉀鹽中是特殊的。

(2) 洛瑟爾鹽 (Rochelle salt) $\begin{array}{l} \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COONa} \\ | \\ \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COOK} \end{array} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
為透明晶體，能溶於水，這是分析化學上應用的一種試藥，在醫學上用為瀉劑。

(3) 吐酒石 (Tartar emetic) $\begin{array}{l} \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COOK} \\ | \\ \text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{COO}(\text{SbO}) \end{array} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
易溶於水，醫學上常用作嘔吐劑。