

高等学校試用教材

工業化學

上 冊

师范学院工業化學編写小組編

高等教育出版社

高等学校試用教材



工 業 化 学

上 册

师范学院工業化学編写小組編

高等教育出版社

本書系由教育部組織的师范学院工業化學編寫小組根據1955年教育部審定的师范学院化學系試行教學大綱編寫而成，作為师范学院工業化學的試用教材。

書中首先講述工業化學的一般問題，包括緒論、原料和能量、化工機械概述等章，隨後講述各種基本的化學工業生產，包括工業用水、硫酸工業、工業氣體、合成氨和硝酸工業、食鹽和純鹼工業、電化學工業、肥料工業、硅酸鹽工業、冶金工業、煤和木材的干餾、石油工業、橡膠和塑料、動植物產品工業等章，說明各個重要化學生產部門操作的基本原理和生產過程以及典型的工業生產流程。此外本書對我國目前的實際情況和資料亦給予適當重視。書中附有許多圖表，每章末並附有複習題。

本書分上下兩冊出版。

工 業 化 學

上 冊

师范学院工業化學編寫小組編
高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7號
(北京市書刊出版業營業許可證出字第654號)
京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號15010·690 開本850×1168¹/₃₂ 印張11¹/₈ 插頁1 字數301,000 印數0001—5,000
1958年9月第1版 1958年9月北京第1次印刷 定價(10) 1.80

凡 例

1. 本書系由教育部組織的师范学院工業化学編写小組根据 1955 年教育部审定的师范学院化学系工業化学試行教学大綱編写而成。供作师范学院工業化学課程的試用教材。对于相似性質的学校与中等学校化学科教师亦可供作参考。

2. 本書全部名詞分別采用“化学物質命名原則”，“俄中英化学化工術語”与習見的名詞作为依据。

3. 本書度量衡單位采用公制，溫度采用百分度制。

4. 本書少部分次要教材用小号字排印，此項教材可根据教学实况，加以伸縮。

5. 本書列举的生产流程尽量采用国内目前常用的，但編者等見聞寡陋，挂誤必多，請讀者指正。

6. 本書一部分內容，特別是附圖部分，曾采自有关参考資料，編者們对于原作者或原譯者深致謝意。

7. 本書初稿第 1、2、3 等章由北京师范大学王璉，第 4、5、6、7、15 等章由东北师范大学沈鴻福，第 8、9 兩章由山东师范学院刘廷沛，第 10、13、14 三章由湖南师范学院魏文悌，第 11 章由华南师范学院朱季煒，第 12、16、17 三章由福建师范学院甘景鎬执笔。初稿曾經我們在 1957 年暑期中集体进行討論。討論过程中除执笔人参加外，尚有西安师范学院王荣棣同志，昆明师范学院李庆元同志与江西师范学院倪慧珍同志和湖南师范学院李克斌同志参加討論，提出不少意見。修正稿蒙全国許多师范学院有关同志指正，筆者們均致謝忱。全書一次修正稿，由甘景鎬作最后修訂、彙編。

8. 本書在編写过程中，教育部与高等教育出版社以及我們所在学

校領導上普遍地給予關懷與指導，在工作上又給予眾多便利與支持，編者們深感唯有在今日的社會制度下才能獲得如此條件，但深愧棉薄，且系初次嘗試集體寫作，前後行文布局，難免有不能一致的地方；對於各種工業流程與理論方面，讀者遇到錯誤和脫離實際時，我們懇切希望大家提供意見，使我們能於再版時得以糾正錯誤。賜教請寄北京宣武門內承恩寺七號高等教育出版社編輯部轉。

編者

上册目录

凡例	iii
第一章 緒論	1
1-1. 工業化學研究的範圍及其在國民經濟中的重要性	1
1-2. 化學工業的發展簡史	4
1. 世界化學工業發展簡述	4
2. 我國化學工業發展簡述	6
1-3. 從實驗室的生产研究到工厂的工艺过程	8
1-4. 工艺学中的基本概念和定义	9
1. 工業的分类	9
2. 产率	9
3. 劳动生产率	9
4. 生产能力	10
1-5. 劳动保护与安全技术教育	11
1-6. 化学工艺过程	12
复习題	14
参考書刊	14
第二章 原料和能量	15
2-1. 原料、成品、半成品、副产品、廢物	16
2-2. 原料的种类及其在我国的主要分布概况	17
1. 矿物原料	17
2. 动植物原料	20
2-3. 原料的处理和精选	22
1. 处理和精选的目的	22
2. 精选的方法	22
(甲) 固体原料的精选	22
(乙) 动植物原料的儲存	29
2-4. 物料平衡	30
2-5. 能量及其来源	31
2-6. 热量平衡	33
2-7. 增产节约	35
复习題	35
参考書刊	36

第三章 化工机械概述	37
3-1. 化工仪表	37
1. 压力计	37
2. 温度计	38
3. 流速计与流量计	43
3-2. 气体和液体的输送	45
1. 管子与管件、阀	45
(甲) 管子	45
(乙) 管件	46
(丙) 阀	46
2. 泵、通风机、压缩机	48
(甲) 泵	48
(乙) 通风机	51
(丙) 压缩机	53
3-3. 固体的输送	55
1. 带式输送机	55
2. 螺旋输送机	56
3. 斗式输送机	57
3-4. 固体的破碎	58
1. 破碎工程的基本操作法	58
2. 破碎机械	59
(甲) 粗碎机	59
(乙) 中碎机	61
(丙) 磨碎机	63
3-5. 机械分离	64
1. 固体与固体的分离	64
2. 固体与气体的分离	66
3. 固体与液体的分离	70
(甲) 沉降器	70
(乙) 过滤设备	70
(丙) 离心机	73
3-6. 搅拌机械	74
3-7. 加热器和热交换器	76
3-8. 蒸发和结晶	79
1. 蒸发	79
2. 结晶	83
3-9. 干燥	84
3-10. 蒸馏	86
1. 简单蒸馏	87

2. 精餾	88
复习題	89
参考書刊	90
第四章 工業用水	91
4-1. 天然水	91
1. 降下水	91
2. 地下水	92
3. 地面水	92
4-2. 对水質的要求	93
1. 水質的檢查和水的硬性	93
2. 对水質的要求	94
(甲) 飲用水	94
(乙) 鍋爐用水	95
(丙) 化学工業用水	96
4-3. 水的淨化	97
1. 膠体凝聚法	98
2. 水的軟化法	98
(甲) 石灰純碱法	99
(乙) 磷酸鹽法	100
(丙) 离子交換法	101
3. 除去水中的鹽类和气体	104
4. 水的消毒(灭菌)	107
4-4. 供水	107
4-5. 回水	108
4-6. 廢水	109
复习題	110
参考書刊	110
第五章 硫酸	112
5-1. 硫酸在国民經济中的重要性	112
5-2. 硫酸的性質	113
5-3. 制造硫酸的原料	118
1. 硫(自然硫)	118
2. 硫鉄矿	118
3. 有色金屬硫化物	119
4. 硫醃鹽	119
5. 工業含硫廢物	119
5-4. 二氧化硫爐气的制造	119
1. 由硫磺制取二氧化硫爐气	120
2. 由硫鉄矿制取二氧化硫爐气	120

(甲) 硫鉄矿的预备处理	120
(乙) 硫鉄矿的焙燒	121
3. 二氧化硫爐气的除塵	125
5-5. 接触法制造硫酸	126
1. 二氧化硫爐气的精制	126
2. 二氧化硫氧化成三氧化硫	128
(甲) 理論基础	128
(乙) 三氧化硫的生产流程	136
8. 三氧化硫的吸收	140
(甲) 三氧化硫的吸收成酸理論	140
(乙) 生产流程	142
5-6. 亞硝基法制硫酸	144
1. 反应理論和操作条件	144
(甲) 氮氧化物的回收	146
(乙) 一氧化氮的氧化	147
(丙) 二氧化硫的氧化	149
2. 鉛室法	152
(甲) 二氧化硫爐气的制造和除塵	152
(乙) 氮氧化物的供給	152
(丙) 脫硝塔	153
(丁) 鉛室	156
(戊) 吸收塔	157
(己) 鉛室法的改进	158
3. 塔式法	160
5-7. 稀硫酸的濃縮	166
1. 阶盤式濃縮裝置	167
2. 分餾式濃縮裝置	188
3. 凱斯拉式濃縮裝置	189
复習題	170
参考書刊	170
第六章 工業气体	172
6-1. 概述	172
6-2. 由固体燃料气化法制煤氣	173
1. 發生爐煤氣(爐煤氣)	174
2. 水煤氣(蒸汽煤氣)	179
3. 半水煤氣	185
4. 煤的地下气化	185
5. 气体燃料的脫硫	186
(甲) 氮氧化鉄脫硫法	186

(乙) 砷鹽脫硫法	187
(丙) 活性炭脫硫法	189
6-3. 氫的生产	190
1. 水煤气轉化法	190
2. 甲烷轉化法	195
3. 水的电解法	196
4. 鉄-蒸汽法	196
6-4. 空气的液化和分离	197
1. 空气的液化	197
(甲) 空气液化的原理	197
(乙) 液化空气的原则流程	198
2. 液态空气的分离	201
3. 由空气的液化分离法生产氧和氮的流程	204
复習題	205
参考書刊	205
第七章 合成氨和硝酸工業	206
7-1. 合成氨和硝酸的重要性及其生产方法的发展史	206
7-2. 合成氨的原料	209
1. 半水煤气轉化法	210
2. 焦爐气的低温分离法	210
7-3. 合成氨的理论基础	211
7-4. 合成氨的生产方法和生产流程	218
1. 合成氨的生产方法	218
2. 合成氨的生产流程	218
7-5. 氨氧化法制硝酸的制法种类和反应阶段	223
7-6. 氨氧化法合成稀硝酸	225
1. 氨接触氧化的理论基础	225
(甲) 氮的氧化反应方向的控制	225
(乙) 反应速度和一氧化氮的产率	226
2. 一氧化氮的氧化	231
3. 由 NO_2 与水作用制取稀硝酸	233
4. 氨氧化法合成稀硝酸的生产流程	237
(甲) 常压法合成稀硝酸的生产流程	237
(乙) 加压法生产硝酸	239
(丙) 綜合法生产硝酸	239
7-7. 稀硝酸的濃縮	239
1. 理論基础	239
2. 濃縮流程	240
(甲) 稀硝酸的蒸餾濃縮流程	240

(乙) 稀硫酸的濃縮	242
7-8. 直接合成濃硝酸	242
1. 直接合成濃硝酸的成酸反应理論	242
2. 液态四氧化二氮的制取	243
3. 直接合成濃硝酸的生产流程	243
复習題	246
参考書刊	247
第八章 食鹽和純碱工業	248
8-1. 食鹽的用途及其来源	248
8-2. 食鹽的制法	249
1. 天日晒鹽法	249
2. 煎熬法	250
8-3. 制鹽的副产品	253
8-4. 純碱工業的發展及其在国民經济中的重要性	255
8-5. 天然碱	255
8-6. 路布蘭制碱法簡述	257
8-7. 氨碱法(索尔未法)生产純碱	258
1. 理論基础	258
2. 生产流程	261
(甲) 飽和食鹽水的制备和淨化	263
(乙) 制氨化鹽水	263
(丙) 氨化鹽水的碳酸化	268
(丁) 自悬浮液中分出碳酸氫鈉	270
(戊) 碳酸氫鈉的焙燒	270
(己) 制氨和收回氨	273
(庚) 石灰石的煅燒	274
(辛) 石灰乳的制备	277
8-8. 侯德榜法生产純碱	277
1. 理論基础	278
2. 生产流程	281
8-9. 苛化法制燒碱	283
复習題	284
参考書刊	285
第九章 电化学工業	286
9-1. 电化学工業在国民經济中的重要性	286
9-2. 食鹽水溶液的电解工業	287
1. 理論基础	287
(甲) 电解工業的基本概念	287

(乙) 电解食鹽水的理論基础	291
2. 电解槽	292
(甲) 固定鉄陰極电解槽	292
(乙) 液体汞陰極电解槽	294
3. 电解食鹽水制燒碱、氯、氫的生产流程	295
(甲) 食鹽水的精制	295
(乙) 食鹽水的电解	296
(丙) 用蒸發法分离燒碱和食鹽	298
(丁) 固体燒碱的生产	298
4. 液态氯的生产、儲存和輸送	299
5. 合成鹽酸、漂白粉、氯酸鹽、高氯酸鹽	301
(甲) 合成鹽酸	301
(乙) 漂白粉	305
(丙) 氯酸鹽	308
(丁) 高氯酸鹽	309
9-3. 电鍍	310
1. 电鍍前的准备工作	312
2. 电鍍液的主要成分	312
3. 电鍍的工艺过程	313
(甲) 鍍鐵	313
(乙) 鍍錳	313
(丙) 鍍銀	314
9-4. 熔融物的电解工業	315
1. 制鈉	315
2. 制鋇	317
3. 制鋁	318
(甲) 氧化鋁的生产	319
(乙) 冰晶石的生产	320
(丙) 电解	321
(丁) 电煉精鋁	324
9-5. 电热工業产品	325
1. 电热設備	326
(甲) 电阻电爐	326
(乙) 电弧电爐	326
(丙) 感应电爐	326
2. 电石	327
(甲) 原料和制造原理	328
(乙) 生产流程	329
3. 磷和磷酸	330
(甲) 磷的生产	330

(乙) 磷酸的生产	332
4. 磨料	333
(甲) 天然磨料	333
(乙) 人造磨料	333
复习题	334
参考书刊	335
第十章 肥料工业	336
10-1. 概述	336
10-2. 氮肥	340
1. 硝酸铵	340
2. 硫酸铵	343
(甲) 湿法	344
(乙) 干法	345
3. 脲氯化钙	346
4. 尿素	347
5. 碳酸铵与碳酸氢铵肥料	349
10-3. 磷肥	349
1. 磷肥的来源	350
2. 磷肥的分类与制造	352
3. 过磷酸钙的生产	353
(甲) 理论基础	353
(乙) 生产流程	354
4. 高效磷肥的生产	360
10-4. 钾肥	363
10-5. 混合肥料	367
复习题	369
参考书刊	370

第一章 緒論

1-1. 工業化學研究的範圍 及其在國民經濟中的重要性

工業化學是一門工藝學。工藝學是研究如何把原料加工制成生產資料以及生活資料的方法和過程。掌握了這方面的知識，才能有效地對兒童進行綜合技術教育或基本生產教育。在剝削階級統治的社會里，雖然已產生了綜合技術教育的胚芽，但統治階級對勞動人民的智慧及技能是卑視的，統治階級及其代言人抱着反動的观点：“勞心者治人，勞力者治于人”。馬克思主義的創造人馬克思和恩格斯早在第一國際日內瓦代表大會上所提出的“關於兒童青年勞動”這一文件里就指出了綜合技術教育的意義，“……介紹全部生產過程的基本原則，同時養成兒童和青年使用一切最簡單的生产工具的習慣”。

列寧很明確地指出了綜合技術教育的本質。列寧在 1897 年寫道：“……沒有青年教育和生產勞動結合的未來社會是不可設想的，沒有生產勞動的教育和沒有平行教育的生產勞動，都是不能提升到現代技術水平和科學知識狀態所要求的那個高度的”。列寧在 1920 年 9 月召開的全俄中央執行委員會的會議上對教育方向的報告中提出：綜合技術教育的原則不是要求學習一切的事物，而是學習一般的現代工業的基礎。列寧指出所應實施綜合技術教育的範圍包括着電機、機械、化學工業、農藝的知識，以及參觀電站、工場及國營農場。斯大林提出，工人階級造就自己的生產技術知識分子乃是順利實行社會主義建設的必要條件。蘇聯的先進工藝教育給予我們很大的幫助。

中國共產黨自成立以來，向反動統治者的鬥爭過程中，在老根據地

里時刻注意着發展生產，向勞動人民進行基本生產教育，在幾十年的戰爭歲月里，經常不斷地搞生產。黨在毛澤東同志的領導下解放了全中國，我們的工廠里設立業餘學校，職工們得到學習文化技術的權利。為什麼空想社會主義者傅立葉及歐文那時代辦不到這件事，國民黨反動派統治下的舊中國也作不到呢？舊社會中勞動人民是統治者的剝削對象，他們不會作這件有利於人民的事。新中國勞動人民是主人，在工人階級的先鋒隊中國共產黨的領導下，就能办好這樣的大事。總結了多年來蘇聯及老解放區的綜合技術教育的寶貴經驗，在1958年黨中央提出勤工儉學的口號，全國各地創造出許多寶貴的經驗。在我們的教育上起了很大的變化。隨着國民經濟的高速發展，工藝學將成為每個人所不可缺少的生產知識和技能。

工業化學(化學工藝學)則是研究如何用自然界的大量物質，經過化學處理和物理處理，製成更有價值的產品的加工過程的一門科學。工業化學是與實際生產相聯繫的一門科學，涉及的范围相當廣泛。工業化學課程的講授內容分為兩大部分，第一部分是工業化學的一般問題，包括緒論、原料和能量、化工機械概述等。第二部分包括硫酸工業、合成氨和硝酸工業、食鹽和純鹼工業、電化學工業、肥料工業、硅酸鹽工業、冶金工業、煤的干餾、石油工業、橡膠和塑料、動植物產品工業等。

按照上述的內容，我們在本學程中學習的主要內容和重點是：首先要了解有關工業化學發展的歷史，從這裡看出化學工業發展的過程，了解現代建設是如何地利用前人積累的許多寶貴經驗。我們要明確不僅要從實驗室得到初步的生產研究成果，更重要的是利用這些成果來進行生產。此外，還要學習有關工業經濟與有關勞動生產安全的一些基本知識。

其次是學習有關化工機械的基本知識能為以後學習各種工業生產打下了良好的基礎。當我們明了化工機械的結構及性能後，就能了解如何才能提高機器的生產能力，以及如何合理地安排生產的步驟。因

為學習時數與專業性質的關係，在師範學院學習本學程時，不能過多地列入有關化工機械的講述，以免影響到對各種工藝過程的學習，所以我們僅能扼要地加以闡述。

酸、鹼、鹽化學工業是本課學習另一重點，要求學生在已有的數學、物理及化學知識的基礎上，用已有的理論知識結合生產實踐來鑽研，了解這些產品在國民經濟中的意義。例如：硫酸就是多種工業，特別是化學工業重要的原料，硫酸的產量常常標誌着某一個國家的工業發展情況。氮及硝酸是肥料、染料、炸藥的主要原料。在國防工業上硝酸還起着重要的作用。我國沿海及內陸出產大量食鹽，可用以生產純鹼及燒鹼等化工原料。電化學工業的發展，可以生產更多的鹼、鹽酸、電石、磨料等。硅酸鹽工業的學習內容包括陶瓷、磚瓦、耐火材料、玻璃及水泥的製造。其中建築材料是基本建設的必要物料，耐火材料是高溫窯爐不可缺少的工程材料，如用於修建冶金爐、煤氣爐、加熱爐等工程設備。冶金工業中講到鋼鐵工業及有色金屬工業，這是建設重工業的基礎。在機器製造、電器、化工交通運輸等工業生產上，都要經常使用金屬材料。本書中敘述的肥料工業，着重講解化學肥料的生产，關於天然肥料及化學肥料的性質及施用法將在農業化學課中講述。煤的干餾產品中，焦炭供給冶金工業，焦爐煤氣用作有機合成的原料及燃料，由此得到的許多煉焦化學產品應用於染料、醫藥、炸藥等工業。石油工業是近代不可缺少的燃料，也是潤滑油及有機合成工業的原料，在這一章中，着重講解原油的性質及加工，合成油品及石油產品的使用情況。隨着科學及生活水平的進展，橡膠及塑料產品就占着重要的地位，不僅在日常生活中逐漸會常遇到，即在重工業及國防工業上也越顯得重要。在日常生活上，常用到皮革、糖類、紙張、人造絲、油脂蠟、油漆、發酵產品等，這些內容都在動植物產品工業一章中講解。

學習工業化學是為着進一步了解化學生產上的一般規律，了解有關化學工業產品的生產過程如何在高度技術經濟水平上進行。所以要

求在熟悉物理、化学、热力学、机械制图、机械学、电工学、工業經濟等必要知識的基础上，研究如何選擇具体的生产經濟条件来进行加工。也要考虑到投資的多少，成本的高低，工艺过程方案的決定，使學生对于化学工艺过程的合理安排具有較全面的基本認識。

國民經濟化学化就是將資源进行綜合利用，它是國家工業化和社会主义生产力飞速發展的决定因素之一。为着要达到國民經濟化学化，就需要进一步了解到物質的化学本性。我們要利用物料的不同屬性进行化学加工，成立联合工厂或在一个經濟地区內使不同企業的副產品及廢物相互支援，使能更有效地利用自然界蘊藏的財富。

1956年中国共产党第八次全国代表大会关于政治报告的決議中指出：“为了把我国由落后的農業国变成先进的社会主义工業国，我国必須在三个五年計劃或者再多一点的时间內，建成一个基本上完整的工業体系。必須繼續坚持优先發展重工業的方針，積極扩大冶金工業、机器制造工業、電力工業、煤炭工業、化学工業和建筑材料工業的建設。其中最急需的部分，如高級合金鋼、稀有金屬、有机合成化学工業、原子能工業等，要積極建立和發展”。同时在中共中央提出的“1956年到1967年的全国農業發展綱要(修正草案)”中也明确指出：“为着迅速發展生产力，以便加强我国社会主义工業化，我們今后还要大力發展肥料工業”。这一系列的重要指示都具体地指出我国化学工業今后的方向。

1-2. 化学工業的發展簡史

1. 世界化学工業發展簡述

古代化学工艺方面的發展，以我国、埃及和希伯来为最早。我国在夏商时代就从銅器时代进到鉄器时代，古埃及曾經制出玻璃和瑤瑯，能冶煉一些金屬，并使用着染料。希伯来人在上古时就知道皮的加工。

中古时期，煉金术已盛行。十八世紀后半叶，由于英国紡織工業开