

目 录

译者前言(北京工业大学环化系《化学》翻译组)	viii
译者序(邓淦泉)	x
原序	xii
如何看立体照片图	xiv
第一章 化学与物质	1
1-1 化学的研究	5
1-2 物质	6
1-3 物质的种类	8
1-4 物质的物理性质	15
1-5 物质的化学性质	16
1-6 能量与温度	18
1-7 压力	23
1-8 固体、液体、气体	24
第二章 物质的原子结构与分子结构	29
2-1 假说、学说、定律	29
2-2 原子学说	30
2-3 现代研究原子与分子的方法	34
2-4 晶体中原子的排列	35
2-5 晶体结构的描述	38
2-6 物质的分子结构	45
2-7 晶体的气化和气体的本性	50
2-8 液体的本性	53

2-9	温度的含义	56
第三章	电子与原子核	60
3-1	电的本性	60
3-2	电子	62
3-3	金属中电的流动	63
3-4	原子核	64
3-5	质子与中子	65
3-6	原子核的结构	65
3-7	导致电子发现的实验	67
3-8	X射线和放射性的发现	74
3-9	原子核的发现	77
3-10	光的量子论, 光子	79
3-11	电子的波动性质	91
3-12	光是什么? 电子是什么?	94
3-13	测不准原理	96
第四章	元素与化合物, 原子质量与分子质量	101
4-1	化学元素	101
4-2	化学反应	110
4-3	核素质量与原子质量	110
4-4	亚佛加德罗数, 摩尔	112
4-5	质量关系计算的实例	113
4-6	应用化学法测定原子质量	115
4-7	应用质谱仪测定原子质量	116
4-8	根据核反应确定核素质量	120
4-9	正确原子质量的发现, 类质同晶型现象	120
4-10	亚佛加德罗定律	122
4-11	理想气体方程式	127
第五章	化学元素、周期律与原子的电子结构	136
5-1	周期律	136

5-2	周期表	138
5-3	周期表的说明	142
5-4	氩族气体	146
5-5	原子的电子结构	152
5-6	能级图	165
5-7	氢原子结构的玻尔理论	166
5-8	激发能与电离能	172
5-9	原子与分子的磁矩	174
第六章 共价与电子结构		178
6-1	共价的本质	178
6-2	共价分子	179
6-3	共价化合物的结构	182
6-4	价键在空间的方向	187
6-5	四面体键轨函	194
6-6	用 σ 轨函与 π 轨函描述分子	201
6-7	具有大量 p 特性的键轨函	203
6-8	共振	207
6-9	离子价	210
6-10	离子半径	214
6-11	共价键的部分离子性	217
6-12	元素的电负性标度	218
6-13	电中性原则	226
6-14	超氩族元素结构	228
6-15	原子与分子的大小, 共价半径与范德华半径	229
6-16	原子的氧化数	233
第七章 非金属元素及其某些化合物		243
7-1	单质	243
7-2	非金属的氢化物, 烃类	257
7-3	芳香烃, 苯	270

7-4	联氨、过氧化氢及有关氢化物	275
7-5	氮及其化合物	278
7-6	非金属的其它正价化合物	281
7-7	DDT 与其它氯化芳香族化合物	286
7-8	若干超氮族元素的单键化合物	287
第八章	非金属元素的含氧化合物	293
8-1	卤素的含氧化合物	293
8-2	硫、硒、碲的含氧化合物	305
8-3	磷、砷、锑、铋的含氧化合物	315
8-4	高能分子与高能键	320
8-5	氮的含氧化合物	326
8-6	碳的含氧化合物	332
8-7	氮族元素的超惰性元素结构的化合物	339
第九章	水与溶液	344
9-1	水的组成	344
9-2	水的净化法	345
9-3	水的电离	349
9-4	水的物理性质	349
9-5	物质的熔点与沸点	351
9-6	氢键——水的性质异常的原因	355
9-7	溶液的特性	361
9-8	水作为电解质溶剂的重要性	363
9-9	溶解度	370
9-10	溶解度与溶质和溶剂本性的关系	373
9-11	盐类与氢氧化物在水中的溶解度	375
9-12	气体在液体中的溶解度	377
9-13	溶液的凝固点与沸点	379
9-14	胶体溶液与分散体系	385
第十章	化学平衡与化学反应速度	394

10-1	影响反应速度的因素	394
10-2	恒温下的一级反应速度	398
10-3	高级反应	406
10-4	反应机理, 反应速度与温度的关系	408
10-5	催化作用	413
10-6	链反应	414
10-7	化学平衡——一种动力稳态	415
10-8	勒夏特里原理	422
10-9	改变温度对化学平衡的影响	422
10-10	相律——一切平衡体系的分类法	425
10-11	化学反应的推动力	428
第十一章 氧化-还原反应, 电解		437
11-1	熔融盐的电解	437
11-2	盐类水溶液的电解	442
11-3	氧化-还原反应	447
11-4	电解中的定量关系	451
11-5	元素的电动势序	454
11-6	氧化-还原对的平衡常数	459
11-7	原电池与蓄电池	465
11-8	元素的电解制造	468
11-9	矿石的还原, 冶金	470

目 录

第十二章 酸、碱与缓冲剂.....	477
12-1. 水合氢离子(氢离子)浓度	479
12-2. 水溶液中氢离子与氢氧离子间的平衡	482
12-3. 指示剂	483
12-4. 酸与碱的当量	487
12-5. 弱酸与弱碱	489
12-6. 弱酸以及弱碱的滴定	493
12-7. 缓冲溶液	498
12-8. 含氧酸的强度	501
12-9. 非水两性溶剂	508
习题	510
第十三章 有机化学.....	515
13-1. 有机化学的特性与范围	515
13-2. 石油与烃类	517
13-3. 醇类与酚类	524
13-4. 醛类与酮类	529
13-5. 有机酸及其酯类	532
13-6. 糖类	537
13-7. 胺类与其它含氮的有机化合物	542
13-8. 纤维与塑料	549
习题	550
第十四章 生物化学.....	553

14-1. 生命的本质	554
14-2. 有生命的有机体的结构	555
14-3. 氨基酸和蛋白质	557
14-4. 酶	573
14-5. 多糖类	581
14-6. 光合作用和三磷酸腺苷(ATP).....	582
14-7. 柠檬酸循环	586
14-8. 脂类化合物	589
14-9. 维生素	595
14-10. 激素	607
14-11. 化学和医药	612
习题	618
第十五章 分子生物学	622
15-1. α -螺旋和折叠板	622
15-2. 纤维蛋白	627
15-3. 肌肉的构造和肌肉收缩的机理	632
15-4. 球状蛋白质的结构和性质	637
15-5. 抗原和抗体. 生物学专一性的分子基础	647
15-6. 核酸. 遗传化学	654
15-7. 生物膜的构造	672
15-8. 分子病	675
习题	679
第十六章 无机络合物与配位化合物	682
16-1. 无机络合物的性质	682
16-2. 过渡元素的特性	683
16-3. 氨络合物	689
16-4. 氟络合物	693
16-5. 卤素络合物与其它络离子	694
16-6. 氢氧根络合物	697

16-7. 硫络合物	699
16-8. 多配位基络合剂	701
16-9. 过渡金属的羰基络合物与其它共价络合物的结构及稳定性	703
16-10. 多核络合物	706
习题	709
第十七章 金属与合金的特性	712
17-1. 金属的结构	713
17-2. 金属态	715
17-3. 金属价	720
17-4. 合金的特性	723
17-5. 研究合金的实验法	732
17-6. 物理冶金	735
习题	741
第十八章 锂、铍、硼、硅及其同族元素	744
18-1. 锂、铍、硼、硅及其同族元素的电子结构	745
18-2. 半径比、配位数与物质的性质	746
18-3. 碱金属及其化合物	753
18-4. 碱土金属及其化合物	757
18-5. 硼	761
18-6. 硼烷. 缺电子的物质	763
18-7. 铝及其同族元素	765
18-8. 硅及其简单的化合物	769
18-9. 硅酸盐矿物	774
18-10. 玻璃	777
18-11. 水泥	779
18-12. 硅酮	780
18-13. 锆	781
18-14. 锡	785

18-15. 铅	787
习题	788
第十九章 过渡金属及其化合物	791
19-1. 铁、钴、镍及铂分族金属的电子结构和氧化态	791
19-2. 铁	793
19-3. 钢	799
19-4. 铁的化合物	804
19-5. 钴	806
19-6. 镍	807
19-7. 铂族金属	808
19-8. 铜、银、金的电子结构与氧化态	810
19-9. 铜、银、金的性质	813
19-10. 铜的化合物	814
19-11. 银的化合物	817
19-12. 冰晶核作用与人工降雨	818
19-13. 光化学与摄影学	819
19-14. 金的化合物	826
19-15. 颜色与混合氧化态	827
19-16. 锌、镉、汞的性质和用途	827
19-17. 锌和镉的化合物	829
19-18. 汞的化合物	830
19-19. 镓、铟、铊	834
19-20. 钛、钒、铬、锰及其同族元素的电子结构	834
19-21. 钛、锆、铪和钍	835
19-22. 钒、铌、钽和钷	837
19-23. 铬及其同族元素	838
19-24. 锰及其同族元素	844
习题	848
第二十章 基本粒子化学及核化学	852

20-1. 基本粒子的分类	853
20-2. 基本粒子的发现	857
20-3. 核子间的作用力。强相互作用	865
20-4. 核子的结构	868
20-5. 轻子和反轻子	871
20-6. 介子和反介子	875
20-7. 重子和反重子	876
20-8. 基本粒子的衰变反应	877
20-9. 奇异性(奇异数)	880
20-10. 共振粒子及复合粒子	883
20-11. 夸克	885
20-12. 正电子素、 μ 介子素、介子原子	887
20-13. 天然放射性	888
20-14. 地球的年龄	894
20-15. 人工放射性	894
20-16. 核反应的种类	897
20-17. 用放射性元素作为示踪物	899
20-18. 用 ^{14}C 测定物体的年代	901
20-19. 核素的性质	904
20-20. 原子核结构的壳层模型	912
20-21. 氦核-氘核模型	915
20-22. 核裂变与核聚变	918
习题	923
附录 I 计量单位	926
附录 II 某些物理常数与化学常数的数值	929
附录 III 气体分子运动论	930
附录 IV X 射线与晶体结构	935
附录 V 键能和键的离解能	939

附录 VI 某些物质的标准生成焓值	942
附录 VII 选读书目	950
人名对照表	952
索引	956

第一章 化学与物质

当前纯正科学之日新月异，曾经使我遗憾地感到未免匆匆来到人间。虽然人定胜天，但千年内科学究竟能进展到何种高度，诚非人们所能臆测。愿道德科学亦能进展有望，愿人类不再以强凌弱，并愿人类终将领悟到现今之所谓人道实属名不符实。

录自富兰克林 (Benjamin Franklin) 于 1780 年 2 月 8 日致化学家普利斯特莱 (Joseph Priestley) 的信。

为什么要研究化学？富兰克林 (1706—1790) 在上面的那段信中指出了一个重要理由——人定胜天，它是通过化学及其关联科学来达到的。大约两百年前，富兰克林就已经指出了：科学在迅速发展。我们现在知道，科学发展的速度已经变得越来越快；从富兰克林时代到现代，由于科学与技术的进步，我们生存的世界在实质上已经发生了很大的变化。

科学对现代世界所起的作用如此重大，以致今天如果有人不懂得科学，也就不可能懂得他赖以生存的世界。

化学是研究物质 (substances)^①的科学, 我们不打算在这里给物质一词下科学上的定义, 而是设想读者对该词的含义已经有了一般性的概念。物质的一般实例很多, 象木材、糖、盐、铜、铁、氧等都是——读者当然还能联想到其它许许多多的例子来。

一百五十年前, 英国化学家戴维爵士 (Sir Humphry Davy, 1778—1829) 发现, 通电于食盐, 可使之分解成一种柔软的、银白色的金属, 他称它为钠; 同时还分解出一种黄绿色的气体, 称为氯, 该气体在当时前不久就曾被发现。氯是一种腐蚀性气体, 能侵蚀多种金属, 如果被吸入, 能刺激鼻咽喉粘膜。因此, 食盐这种物质系由金属(钠)和腐蚀性气体(氯)组成, 但其性质已和它们本身的原有性质大不相同, 这一事实, 是化学家们发现物质特性的多数惊人事实之一。

钠能在氯气中燃烧生成食盐的这种过程, 称为化学反应。普通燃烧也是一种化学反应, 这是燃料与空气中的氧化合生成燃烧产物。例如, 汽油是含有碳和氢的多种化合物, 当汽油和空气的混合物在汽车的汽缸内迅速燃烧时, 就发生化学反应, 此时汽油与空气中的氧反应生成二氧化碳和水蒸气(加上微量的一氧化碳), 同时释放出推动汽车的能量。二氧化碳和

① 英语 substance 和 matter 两词, 一般均称为“物质”, 但两者的含义有所不同。matter 是在人的意识之外, 并且不依赖于人的意识而存在的客观实在, 它是构成世界的基础, 而且与运动永不可分; 它可区分为实物 (substance) 与场 (field) 两种基本形态。实物具有静质量 (rest mass), 它包括基本粒子、原子核、原子、分子、单质、化合物……等等。实物具有特定的结构, 具有与来源无关的特定性质。因人们习惯上把实物也称作物质, 为了照顾这一习惯起见, 一并译成“物质”。——译者注

一氧化碳是碳和氧的化合物,水是氢和氧的化合物。

化学家研究物质的目的,在于尽可能知道它的特性,以及将它变成其它物质的反应。这样获得的知识,已经发现极有价值。它不但能满足人类对于自己以及对于赖以生存的世界的认识欲望,而且还能通过它来使世界变成更加美好的生活场所,通过生活水平的提高,对疾病造成痛苦的减少,人类活动范围的扩大,使人们生活得更加美满。

让我们想想化学知识过去是怎样造福人类的,以便提供今后进一步造福人类的一些方法吧。

几百年前,人们发现能从某些植物例如罂粟和古柯(coca)制备出一些药剂,供人服用以后,能减轻痛苦(为镇痛药)。化学家从这些植物中分离出了纯物质——吗啡和可卡因(又名古柯碱),它们具有减轻痛苦的性能。不过,这类物质具有一种不良的特性,即能引起嗜好,有时导致嗜药成瘾。于是化学家对吗啡和可卡因进行研究,以获悉其化学结构,然后在实验室制备出结构与它相似的许多其它物质来,并且试验这些物质的镇痛效力和成瘾性。这样,就发现了一批药物,它们的价值远比天然药物大得多,并且还制备出效力为吗啡一万倍的药物。

一个有关全身麻醉剂发现的故事是,1800年当戴维还是一个刚刚从事科学研究的年青人的时候,就通过亲身吸入的方法,试验过不少气体。(幸喜他还没有被毒死,因为在他吸入的这些气体当中,有一种是很毒的。)他发现,吸入某种气体能产生歇斯底里(又名癡病)状态,而且发现,当人在这种称

为笑气的气体影响下,即使跌倒在地或碰撞在物体上,似乎并不感到痛苦。他建议把这种气体用到外科上,他曾经这样说道:“由于氧化亚氮(即笑气)在广泛使用上似乎能消除肉体上的痛苦,它也许能有效地应用于外科手术。”然而他的这一建议,历时差不多有半个世纪之久无人理睬。直到1844年,氧化亚氮才被美国康涅狄格(Connecticut)州首府哈特福德(Hartford)的威尔斯医生(Dr. Horace Wells)用于拔牙。两年后,在乙醚的麻醉下,进行了首次外科手术(地点是美国波士顿城的麻萨诸塞州立总医院)。此后,乙醚、氯仿、氧化亚氮等就很快投入普遍使用。麻醉剂的发现,是一项了不起的发现,因为它不仅能够解除病人的痛苦,而且还能使棘手的外科手术得以顺利进行,假如病人在保持神志清醒的状态下,这类手术是不可能进行的。

橡胶工业,可以提出作为一项化学工业的范例。当人们发现生橡胶(一种从橡胶树的汁液制成的胶粘性物质)中混入硫磺并加热使之转变成加硫橡胶时,性能变得十分优越(强度有很大提高,粘性消失),从而诞生了这一工业。近年来,已经研制出性能与天然橡胶相似的不少人造橡胶(称为合成橡胶),在许多方面比天然橡胶还要优越。这些合成橡胶是以石油或天然气为原料制造出来的。

制钢工业,是另一项庞大的化学工业。钢主要是由金属铁构成,是当今世界上最为主要的结构材料。它是从铁矿石经过复杂的化学过程制成的。在美国,钢的生产率按每年每人计算,现今已达到2000磅左右的产量。

化学对于二十世纪人类生活所起的作用如此重大，我们把这一时代称为化学时代，并不过分。

1-1 化学的研究

化学可分成两大部门：描述化学，即把各个化学事实加以揭示，并编制成表；理论化学，即在检验证实的基础上，把各个化学事实予以统一和合并，使之成为系统的理论，并予以公式化。^①

单纯通过理论化学的学习，是不可能获得坚实的化学知识的。即使一位学生打算学习全部为人所知的化学理论，也不会有这门科学的学问，因为大部分化学内容（不少是个别物质的各种特性），尚未充分编入到化学理论中来。因而学生有必要单纯通过记忆来记住许多描述化学方面的事实。鉴于新的发现不断出现，这类可供记忆的事实为数巨大，而且还逐年急剧增加，故本书提供的各种化学事实，是选择最为重要的部分。读者应通过研究它、不时查阅它和更新读者这方面的知识，以便获得其中的一些事实。读者还应通过在实验室中所取得的亲身经验，以及在日常生活中所观察到的化学物质和化学反应，尽可能多地掌握化学这门学问。

① 由于化学范围广泛，也可按其它方式划分。一种重要的划分法，是将它分成有机化学和无机化学两门。有机化学是含碳化合物的化学，特别是存在于动植物中的含碳化合物的化学。无机化学是除碳以外含其余元素化合物的化学。这两门中的每一门，部分是描述化学，部分是理论化学。化学其它许多分门，总的说来，都离不开有机化学和无机化学的范畴，也都一一给予名称，例如，分析化学、物理化学、生物化学、核化学、工业化学，等等。这些分门的特征，顾名思义，可从它们的名称窥见一斑。