

高等学校教学参考书

大学普通化学

上册

傅鹰编

人民教育出版社

高等学校教学参考书

大学普通化学

上册

傅鹰 编

人民教育出版社

高等学校教学参考书

大学普通化学

下 册

傅 鹰

人民教育出版社

高等学校教学参考书
大学普通化学
上册
傅 鹰 编

*
人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
人民教育出版社印刷厂印装

*
开本 787×1092 1/16 印张 17.5 字数 396,000
1979年8月第1版 1980年8月第1次印刷
印数 00,001—22,500
书号 13012·0386 定价 1.30 元

高等学校教学参考书
大学普通化学
下册
傅 鹰

人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
湖北省新华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 24.75 字数 550,000
1981年7月第1版 1982年3月第1次印刷
印数 1—22,000
书号 13012·0628 定价 1.85 元

序 言

傅鹰教授于1956—1958年间在北京大学化学系讲授普通化学课程时，编写了这本《大学普通化学》讲义，共约九十万字，计四十章，分上、下两册。上册主要内容包括：原子量和化学变化中的质量关系、能量与化学变化、物质的形态、反应速度、化学平衡、氧化还原、电化学、周期律和物质结构等十六章。下册主要内容是按周期表顺序先介绍非金属，尔后讨论金属共二十四章。全书内容丰富，文字流畅，深入浅出，富有启发性。这本讲义自1956年以来一直作为我系一年级普通化学课程的教材或主要参考书。也曾与许多兄弟院校交流，得到校内外普遍好评。1962年以来傅鹰教授就打算修改出版这本书，以满足各方面的需要。但由于种种原因，一直未能如愿。近年来，校内外不少同志要求借阅这本讲义，我们也觉得这本讲义确有特色，至今仍有参考价值。但傅鹰教授已重病住院多年，不能亲自表达修改意见。因此，我们委托当年协助傅鹰先生讲授《普通化学》的华彤文、严宣申、杨骏英三位同志对此讲义加以必要的整理，正式出版，以满足读者的需要，实现傅鹰教授的多年宿愿。

傅鹰教授于四十年代起，就先后在山东大学、重庆大学、厦门大学等校讲授普通化学并编写讲义。1956年起他在积累了多年教学经验的基础上，精心编写了这本讲义，当时他边讲、边写、边改，曾经花了不少心血，这本书是他数十年教学工作的结晶。

这本书的一个显著特点是理论概念阐述得深入、细致，并注重从科学历史的发展来介绍基本概念和基本定律。如在原子量、周期律、原子结构、溶液理论等方面都介绍了这些科学概念的产生和演变过程。

其次，他十分强调实验在科学发展中的重要性，提出“化学是实验的科学，只有实验才是最高法庭。”如在讲到分子结构时，明确指出，无论是简单的还是复杂的化合物，只有实验才能最后决定其结构。书中经常用大量实验数据来严格论证某些定律的精确程度和应用范围。使学生能较深入地理解科学概念的建立必须基于可靠的实验基础之上。

另外，本书还注意提出一些当前尚未解决的问题及现今理论的不够完善之处。如一些反应的机理，或一些化学结构式的理论推断等。提出一些引起思考的问题，以鼓励青年读者探求科学真理。

本书的这些特点有利于培养学生的思维方法，严谨的科学态度和求实的科学精神。因此，它虽然是五十年代写成，但至今仍不失为一本有价值的大学普通化学参考书。当然，由于二十年来科学的迅速发展，本书的有些内容需要作必要的修改和补充。现在我们只在保持原稿内容的基础上作了一些整理和修改。即对书中某些内容加必要的注解（作者原稿的注释用①，整理者现加的

注释用[注],以示区别),如原子量的标准、惰性气体化合物等;对有些表格数据按七十年代公布的数据加以修改,如活度系数、电极电势等;统一某些专用名词;并对版面、插图作了一些调整。

本书的整理工作得到化学系许多的同志的关心和支持。插图由胡学复同志绘制。

本书写成较早,整理又比较仓促,难免有不足之处,望读者多加批评指正。

北京大学化学系

一九七九年六月

上册目录

第一章 绪 论

1.1 化学的范围	1	1.3 性质	2
1.2 物质的形态	1	1.4 物质的种类	3

第二章 质量的关系

2.1 物质不灭定律及 Einstein 公式	4	2.10 Cannizzaro 的贡献	13
2.2 定比定律和倍比定律	6	2.11 原子量约值的测定	15
2.3 如何测定质量的比例	7	2.12 精确原子量的测定	16
2.4 Dalton 的原子理论	8	2.13 分子式	19
2.5 化学反应的种类	9	2.14 化学方程式	19
2.6 原子量	10	2.15 化学方程式的应用	21
2.7 气体的化合体积定律	11	2.16 总结	22
2.8 Avogadro 的假说	11	习题	23
2.9 化合量	13		

第三章 能与化学变化

3.1 热及其测定	24	3.6 热力学第一定律	28
3.2 能的意义及分类	25	3.7 热力学第二定律	29
3.3 能与化学的关系	26	3.8 总结	30
3.4 能之互变	27	习题	31
3.5 功	27		

第四章 物质的形态(一)气体

4.1 气体的体积与其压力的关系——Boyle 定律	32	4.9 气体的摩尔比热	44
4.2 温度的测定及标度	34	4.10 分压定律	46
4.3 温度的影响	35	4.11 热能与他种能的分别	47
4.4 理想气体公式	35	4.12 真实气体的 van der Waals 公式	48
4.5 气体分子量的测定	37	4.13 精确分子量的测定	50
4.6 气体反应与体积的关系	39	4.14 分解现象	51
4.7 气体的分子运动理论	40	4.15 总结	52
4.8 分子运动理论的应用	42	习题	52

第五章 物质的形态(二)液体和固体

5.1 气体的液化 临界现象	54	5.7 流体与晶体之别	61
5.2 液体的一般性质	55	5.8 晶体的形状	62
5.3 液体之蒸发	55	5.9 晶体的对称性	65
5.4 蒸气压力	57	5.10 晶格	66
5.5 缔合现象	59	5.11 晶体的内部结构	67
5.6 液体晶体之互变	59	5.12 研究晶体结构的一些结果	74

5.13 总结	75	习题	76
---------------	----	----------	----

第六章 分子结构

6.1 原子价	78	6.8 双键及叁键	91
6.2 化合物的分子式	79	6.9 钝气结构式的例外	92
6.3 原子结构大意	80	6.10 电价与共价	94
6.4 分子之构成(一)电价化合物	85	6.11 极性物与非极性物之比较	96
6.5 原子半径及原子序数对稳定性的影响	86	6.12 总结	97
6.6 分子之构成(二)共价化合物	88	习题	97
6.7 络合物或配位化合物	90		

第七章 溶液

7.1 一些名词	98	7.5 溶质可以挥发的溶液	112
7.2 表示浓度的方式	98	7.6 容量分析	115
7.3 一些现象	100	7.7 总结	116
7.4 稀溶液的性质	105	习题	116

第八章 电解质的溶液

8.1 酸、碱、盐	118	8.8 强电解质与弱电解质	127
8.2 电解质水溶液的依数性	118	8.9 有效浓度或活度	127
8.3 电解质溶液的一种特性——电导	119	8.10 离子相互作用理论	130
8.4 电解定律	121	8.11 Bronsted 的酸碱理论	133
8.5 电导与当量电导	123	8.12 总结	136
8.6 Arrhenius 的电离理论	124	习题	136
8.7 电离理论的一些应用	125		

第九章 热化学

9.1 吸热反应与放热反应	138	9.5 恒压反应热与恒容反应热	143
9.2 反应热的测定	139	9.6 反应热与温度的关系	144
9.3 热化学方程式的意义	139	9.7 总结	146
9.4 $\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$ (Hess) 定律	140	习题	146

第十章 反应速度

10.1 反应速度的意义	148	10.6 Arrhenius 公式和活化能	155
10.2 质量作用定律	149	10.7 反应之发生	156
10.3 反应的种类	151	10.8 催化现象	157
10.4 反应速度计算实例	152	10.9 应用	161
10.5 影响反应速度的一些因子	153	习题	162

第十一章 化学平衡

11.1 化学反应的可逆性	164	11.7 温度及压力对于平衡的影响	171
11.2 化学平衡	165	11.8 同时平衡	174
11.3 平衡的条件	165	11.9 多相平衡	175
11.4 Le Chatelier-Braun 原则	166	11.10 总结	176
11.5 质量作用定律 平衡常数	167	习题	177
11.6 简单计算	170		

第十二章 电解质溶液的平衡

12.1	水之电离	178	12.7	如何改变浓度	186
12.2	酸和碱	178	12.8	络离子	188
12.3	弱电解质的电离度	179	12.9	沉淀与溶解	192
12.4	电解质的混合溶液	181	12.10	两性物	195
12.5	缓冲溶液	183	12.11	化学反应的系统化	196
12.6	水解	185		习题	197

第十三章 氧化与还原

13.1	氧化与还原反应	198	13.4	实验条件与反应之关系	203
13.2	氧化数	199	13.5	氧化剂表	205
13.3	氧化还原方程式的配平	201		习题	221

第十四章 电化学

14.1	一些名词	208	14.7	氧化还原电势	216
14.2	电流之产生	209	14.8	浓度对于电势的影响	216
14.3	电动势的测定	210	14.9	标准电动势与平衡常数	218
14.4	电池的符号	212	14.10	分解电势	219
14.5	电势的符号及一些计算实例	213		习题	221
14.6	电势与自由能的关系	215			

第十五章 周期律

15.1	早期的研究	223	15.6	性质间的关系	230
15.2	周期律	224	15.7	直的关系	233
15.3	周期律的早期成就	224	15.8	横的关系	235
15.4	现代的周期表	227	15.9	周期性之应用	236
15.5	周期表与电子结构	230		习题	239

第十六章 原子结构

16.1	简史	241	16.9	电子的排布及周期表	256
16.2	Avogadro 常数之测定	242	16.10	物质的波动性	260
16.3	关于电子	245	16.11	波函数的意义	262
16.4	核型原子	247	16.12	双原子分子的势能曲线	263
16.5	原子序数	249	16.13	Heitler-London 的理论	264
16.6	同位素	249	16.14	共振论	265
16.7	原子光谱常识	251	16.15	杂化	268
16.8	Bohr 的氢原子理论	252	16.16	总结	270

下册目录

第十七章 我们的世界、钝气

17.1 地壳的组成	273	17.4 钝气的化学性质	278
17.2 钝气的发现	276	17.5 钝气的分离及用途	278
17.3 钝气的物理性质	277	习题	279

第十八章 氢

18.1 氢的制备	280	18.8 H_2^+	287
18.2 原子的氢	281	18.9 氢键	287
18.3 正氢及仲氢	282	18.10 氢化物	289
18.4 氢的同位素	283	18.11 氢在周期表中的位置	291
18.5 氢的物理性质	285	18.12 氢的用途	291
18.6 氢的化学性质	286	18.13 “新生态”	292
18.7 H^+ 、酸的一般制法	286	习题	292

第十九章 氧

19.1 氧的制备	293	19.13 水的性质	306
19.2 氧的物理性质	294	19.14 水合物	308
19.3 氧的化学性质	295	19.15 过氧化氢的制备	309
19.4 氧化物的种类及其与周期表的关系	296	19.16 过氧化氢的性质	310
19.5 酸性及碱性的氧化物	297	19.17 过氧化氢的结构	311
19.6 不溶的氧化物	299	19.18 过氧化物	312
19.7 碱性及酸性氧化物的直接反应	300	19.19 过酸	313
19.8 二氧化物	300	19.20 自氧化现象	313
19.9 对氧的认识及分析	300	19.21 自由基	314
19.10 臭氧的制备、性质及用途	301	19.22 过氧化氢之催化分解	315
19.11 臭氧的组成及结构	302	习题	317
19.12 水的组成	303		

第二十章 卤族

20.1 总论	319	20.10 氯的含氧酸及其盐	329
20.2 氟的制备	320	20.11 溴的制备、性质及用途	332
20.3 氟的性质及用途	320	20.12 溴的化合物	333
20.4 氟化物	321	20.13 碘的制备、性质及用途	335
20.5 氯的制备	323	20.14 碘的化合物	336
20.6 氯的性质及用途	324	20.15 多卤化物	338
20.7 氯化氢的制备、性质及用途	325	20.16 卤族的互化物	339
20.8 氯化物	326	20.17 卤族的物理性质的比较	340
20.9 氯的氧化物	327	20.18 氧化性能	340

20.19	电势及电势图	341	习题	344
20.20	卤化物的溶解度	343		

第二十一章 硫、硒、碲

21.1	总论	346	21.12	硫酸盐	360
21.2	硫的提取	347	21.13	过硫酸及其盐	360
21.3	硫的同素异形体	347	21.14	硫代硫酸及其盐	361
21.4	硫的性质及用途	348	21.15	硫的其他含氧酸	362
21.5	硫化氢	349	21.16	硫酰卤化物	365
21.6	多硫化氢及多硫化物	351	21.17	硫的电势	366
21.7	卤化物	352	21.18	硒的提取、性质及用途	367
21.8	二氧化硫	353	21.19	硒的化合物	367
21.9	亚硫酸及其盐	354	21.20	碲的提取、性质及用途	368
21.10	三氧化硫	355	21.21	碲的化合物	368
21.11	硫酸	356	习题	368	

第二十二章 氮

22.1	总论	370	22.13	氮的氧化物	382
22.2	氮的制备	370	22.14	硝酸的制备	385
22.3	氮的性质及用途	371	22.15	硝酸的组成	387
22.4	活性氮	372	22.16	硝酸的性质	387
22.5	氮的化学	372	22.17	硝酸的结构	389
22.6	氮的制备	373	22.18	硝酸的用途	390
22.7	氮的组成	374	22.19	硝酸盐	390
22.8	氮的性质	375	22.20	亚硝酸及其盐	391
22.9	氮的用途	376	22.21	次硝酸及其盐	391
22.10	铵的化合物	376	22.22	硝酰及亚硝酰化合物	392
22.11	氮的衍生物	378	22.23	电势图	392
22.12	氢氮酸(或叠氮酸)	381	习题	393	

第二十三章 磷、砷、锑、铋

23.1	磷的提取	395	23.14	砷的氧化物及含氧酸	410
23.2	磷的同素异形体	395	23.15	砷的卤化物	412
23.3	磷的性质及用途	396	23.16	砷的硫化物	412
23.4	磷的化合物总论	397	23.17	锑的提炼	413
23.5	磷的氢化物	397	23.18	锑的性质及用途	413
23.6	磷的卤化物	398	23.19	锑化氢(联)	414
23.7	磷的氧化物	400	23.20	铋的氧化物	414
23.8	磷的含氧酸	401	23.21	铋的卤化物及硫化物	415
23.9	磷酸盐	406	23.22	铋的提炼、性质及用途	416
23.10	肥料	408	23.23	铋的化合物	416
23.11	砷的提取、性质及用途	408	23.24	第五主族元素性质之比较	417
23.12	砷化氢	409	习题	418	
23.13	砷化物	410			

第二十四章 碳

24.1	金刚石	421	24.12	氰化氢	434
24.2	人造金刚石	422	24.13	氰化物	435
24.3	石墨	422	24.14	氰酸	436
24.4	微晶形的碳	424	24.15	雷酸	437
24.5	一氧化碳	427	24.16	硫代氰酸	437
24.6	二氧化碳	429	24.17	氰氨	438
24.7	几种工业气	430	24.18	二硫化碳	439
24.8	碳酸	431	24.19	碳的卤化物	440
24.9	碳酸盐	432	24.20	金属碳化物	441
24.10	低氧化碳	433		习题	443
24.11	氰	434			

第二十五章 硅

25.1	硅与碳的比较	446	25.9	硅酸盐	456
25.2	硅的制备及性质	447	25.10	硅酸盐矿物	457
25.3	硅化物	447	25.11	硅酸盐矿物的晶体结构	457
25.4	硅烷	448	25.12	玻璃	459
25.5	硅的卤化物	449	25.13	胶体状态	460
25.6	硫化硅及氮化硅	451	25.14	SiO ₂ 的溶胶与凝胶	462
25.7	氧化硅	451		习题	463
25.8	硅酸	454			

第二十六章 硼

26.1	硼、硅、铝的比较	465	26.8	Lewis 酸	472
26.2	硼的制备及性质	465	26.9	氧化硼	473
26.3	硼化物	466	26.10	硼酸	474
26.4	氢化物(硼烷)	467	26.11	硼砂	475
26.5	硼氢化物	469	26.12	过硼酸钠	475
26.6	氮的化合物	470		习题	476
26.7	卤化物	471			

第二十七章 金属通论

27.1	金属的一般性质	477	27.9	选矿	487
27.2	金属的晶体结构	478	27.10	如何自矿物中取得金属	489
27.3	自由电子概念的应用	478	27.11	超电势及镀出电势	491
27.4	金属与非金属	479	27.12	电解	493
27.5	一般的化学性质	480	27.13	用电解法制备金属	494
27.6	金属化合物的制备及其一般性质	480	27.14	展望	494
27.7	合金	482	27.15	金属的腐蚀	495
27.8	矿物的种类	486			

第二十八章 碱金属

28.1	总论	497	28.3	锂的制备及性质	499
28.2	盐的稳定性	498	28.4	锂的化合物	500

28.5	锂及其化合物的用途	501	28.14	各种硫酸钠	509
28.6	锂的反常性质	501	28.15	硝酸钠	509
28.7	钠的制备	501	28.16	钾的制备及性质	510
28.8	钠的性质及用途	503	28.17	钾的氧化物	510
28.9	钠的氢化物及氧化物	503	28.18	氢氧化钾	511
28.10	氢氧化钠(钾)	504	28.19	钾盐	511
28.11	碳酸钠及酸性碳酸钠	506	28.20	铷和铯的制备及性质	513
28.12	钠的卤化物	508	28.21	溶解度甚小的碱族盐	514
28.13	氨基钠及氰化钠	509	习题		514

第二十九章 碱土金属

29.1	总论	516	29.10	锶乳石和石筍	526
29.2	铍的提取、性质及用途	517	29.11	硬水	526
29.3	铍的化合物	517	29.12	锶的提取、性质及用途	527
29.4	镁的资源及冶炼	518	29.13	锶的化合物	528
29.5	镁的性质及用途	519	29.14	钡的提取及性质	528
29.6	镁的化合物	519	29.15	钡的化合物	528
29.7	钙的资源、提取、性质及用途	521	29.16	一些比较数据	530
29.8	钙的化合物	522	习题		531
29.9	漂白粉	525			

第三十章 铝、镓、铟、铊

30.1	总论	533	30.7	镓的化合物	541
30.2	铝的提炼	534	30.8	铟的制备、性质及用途	542
30.3	铝的性质及用途	535	30.9	铟的化合物	542
30.4	铝的化合物	536	30.10	铊的制备、性质及用途	542
30.5	铝硅酸盐	540	30.11	铊的化合物	543
30.6	镓的制备、性质及用途	541	习题		543

第三十一章 锗、锡、铅

31.1	总论	544	31.7	锡(II)的化合物	550
31.2	锗的提炼、性质及用途	545	31.8	铅的提炼	550
31.3	锗的化合物	545	31.9	铅的性质及用途	551
31.4	锡的提炼	546	31.10	铅(IV)的化合物	551
31.5	锡的性质及用途	547	31.11	铅(II)的化合物	554
31.6	锡(IV)的化合物	548	习题		555

第三十二章 铜、银、金

32.1	总论	556	32.8	银的性质及用途	566
32.2	铜的冶炼	557	32.9	银的化合物	566
32.3	铜的性质及用途	558	32.10	照相	568
32.4	铜(I)的化合物	560	32.11	金的提取、性质及用途	568
32.5	铜(II)的化合物	562	32.12	金的化合物	569
32.6	铜(I)与铜(II)的关系	564	习题		570
32.7	银的提炼	565			

第三十三章 锌、镉、汞

33.1	总论	571	33.7	汞的提炼	576
33.2	锌的提炼	572	33.8	汞的性质及用途	577
33.3	锌的性质及用途	572	33.9	汞的化合物	578
33.4	锌的化合物	573	33.10	Hg^{2+} 与 Hg_2^{2+} 的关系	581
33.5	镉的提炼、性质及用途	575	习题	582	
33.6	镉的化合物	576			

第三十四章 钪、钇、镧及稀土

34.1	第 III 副族总论	583	34.6	稀土的分离	586
34.2	提炼及性质	584	34.7	稀土的性质	589
34.3	钪、钇、镧的化合物	584	34.8	稀土的用途	591
34.4	稀土的特点	585	34.9	稀土的化合物	591
34.5	稀土的简史	585			

第三十五章 钛、锆、铪

35.1	总论	593	35.5	锆的提炼、性质及用途	597
35.2	钛的提炼	594	35.6	锆的化合物	598
35.3	钛的性质及用途	594	35.7	铪	600
35.4	钛的化合物	595	习题	600	

第三十六章 钒、铌、钽

36.1	总论	602	36.5	铌的化合物	606
36.2	钒的提炼、性质及用途	602	36.6	钽的提炼、性质及用途	607
36.3	钒的化合物	603	36.7	钽的化合物	607
36.4	铌的提炼、性质及用途	606	习题	608	

第三十七章 铬、钼、钨

37.1	总论	609	37.5	钼的化合物	616
37.2	铬的提炼、性质及用途	610	37.6	钨的提炼、性质及用途	617
37.3	铬的化合物	611	37.7	钨的化合物	618
37.4	钨的提炼、性质及用途	615	习题	619	

第三十八章 锰、锝、铼

38.1	总论	621	38.5	铼的化合物	628
38.2	锰的提炼、性质及用途	622	38.6	锝	628
38.3	锰的化合物	623	习题	629	
38.4	铼的提炼、性质及用途	627			

第三十九章 铁、钴、镍

39.1	总论	630	39.6	钴的提炼、性质及用途	641
39.2	铁的冶炼	632	39.7	钴的化合物	642
39.3	钢	633	39.8	镍的提炼、性质及用途	644
39.4	铁的性质	635	39.9	镍的化合物	645
39.5	铁的化合物	636	习题	646	

第四十章 铂 族

40.1	总论.....	647	40.9	铱的性质及用途.....	652
40.2	铂族的提炼.....	647	40.10	铱的化合物.....	653
40.3	钌的性质及用途.....	648	40.11	钯的性质及用途.....	654
40.4	钌的化合物.....	648	40.12	钯的化合物.....	654
40.5	铑的性质及用途.....	649	40.13	铂的性质及用途.....	655
40.6	铑的化合物.....	649	40.14	铂的化合物.....	655
40.7	铑的性质及用途.....	651	40.15	铂族的反应.....	657
40.8	铑的化合物.....	651			
后记.....					658

第一章 绪 论

1.1 化学的范围

一家大百货商店的窗子里陈列着一件很漂亮的旗袍，过往的人们全要看它一看。同是一件旗袍，但是对于观众所引起的感想却不一样。一个经济学家会想到这件衣服的价钱和利润；历史学家会联想到服装变迁的沿革。一个化学家所注意的却是这件衣服的材料——丝、棉、人造丝，所用的是那一种染料，会不会脱色等等。从这个例子就可以看出化学家有一点与众不同，他所注意的全是一些与物质有关系的问题。化学是一种研究物质的科学。

物质科学可以从许多方面来讨论。设有一块玻璃。一个物理学家所注意的是此物对于紫外线是否透明，其介电常数有多大，能经得起多大的拉力等等。一个化学家却注意这块玻璃中有多少铅、硅、钠、钙，这些东西是怎样联起来的，改变其成分对于玻璃的性质，如耐酸、耐热、透明等等有何影响。物理学家和化学家虽然全研究物质，但是化学家特别注意物质的组成与其性质的关系。严格说来，物理学和化学是分不开的。有许多从前认为是纯粹化学的问题，如分子的结构，化学反应的速度等等现时正引起物理学家的注意；也有许多物理的问题，如溶液的电导、光与物质的关系等等现正为化学家所研究。我们将物质科学分为物理、化学、地质、气象等等只是为研究上的便利而已。

除了物质的组成之外还有一类的问题也是化学家所注意的。有一种人造丝其中有碳、氢、氧、氮，但是将这些东西放在一起却得不到人造丝。化学家要知道在何种情形下这些东西才会变成人造丝。换言之，化学家要知道在何种情形下某种变化才会发生。这类与物质的组成有关的变化叫做化学反应。

有时化学家所注意的是另一类的问题。例如买了一吨煤，我们所注意的不但是燃烧之后产生什么东西，而更关心的是这一吨煤能生多少热。又如一个蓄电池放电之时我们所注意的不但是电极和电池中的硫酸发生了什么作用，而更注意电池的电势和电流。热和电能全是能。因此我们可以说，有时化学家所注意的是一种变化发生时能够产生或消耗多少能。

总结起来，化学讨论：

- (1) 物质的组成与其性质的关系；
- (2) 如何能够使一种化学反应发生；
- (3) 一种反应发生时能够供给或需要多少能。

1.2 物质的形态

将一杯水冷至 0°C ，即成冰；热至 100°C ，即成水蒸气。不但水是如此，许多其他物体也全可