

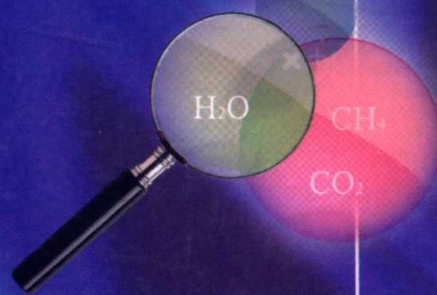
基础培训

新东方AP考试指定辅导教程

# AP 化学

## Chemistry

- 国内第一本中英文结合教材 ·
- 易于理解的AP化学知识体系 ·
- 全面覆盖AP化学考点 ·



北京新东方学校AP教研中心 · 主编  
那路新 蒋智 · 编著

基础培训

新东方AP考试指定辅导教程

# AP

# 化学

Chemistry

北京新东方学校AP教研中心·主编  
那路新 蒋智·编著

## 图书在版编目(CIP)数据

AP 化学: 英、汉 / 那路新, 蒋智编著. —北京:  
群言出版社, 2012. 3  
ISBN 978-7-80256-309-4

I. ①A… II. ①那… ②蒋… III. ①化学—高等学校  
—教材—英、汉 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 028239 号

## AP 化学

---

出版人 范芳

责任编辑 陈丹丹

封面设计 大愚设计 + 赵文康

出版发行 群言出版社(Qunyan Press)

地址 北京东城区东厂胡同北巷1号

邮政编码 100006

网站 [www.qypublish.com](http://www.qypublish.com)

读者信箱 [bj62605588@163.com](mailto:bj62605588@163.com)

总编办 010—65265404 65138815

编辑部 010—65276609 65262436

发行部 010—62605588 62605019

---

经销 新华书店

读者服务 010—65220236 65265404 65263345

法律顾问 中济律师事务所

印刷 北京四季青印刷厂

---

版次 2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

开本 880mm×1230mm 1/16

印张 14

字数 157千

书号 ISBN 978-7-80256-309-4

定价 55.00元

---

 [版权所有 侵权必究]

如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请拨打服务热线:010—62605166。

# 新东方图书策划委员会

主任 俞敏洪

委员 (按姓氏笔画为序)

王 强 包凡一

仲晓红 沙云龙

陈向东 张洪伟

邱政政 汪海涛

周成刚 徐小平

谢 琴 窦中川

# 序 言

---

AP (Advanced Placement) 课程在中国的成功登陆, 无论是对中国高中教育的体系还是对中国高中教育的教学思路都是个不小的冲击。不同于国内高中“一刀切”(不论学习能力强弱, 不论不同兴趣爱好, 所有高中生都学习统一的标准课程)的教育体系, AP课程作为美国大学理事会(College Board)的明星产品, 让学有余力的高中生能提前学习大学课程, 不仅体现了分级教学的思想, 更是满足了不同学习能力、不同学习兴趣的学生的学习需要。

据美国大学理事会的年度报告, 申请顶尖名校的学生向大学招生办提供了平均4~5门AP成绩, 而AP成绩在所有录取因素中以80.3%的影响力居第一位。因此, 在SAT和TOEFL成绩的基础上, AP成绩成了步入名校竞争的新项目。随着中国学生留学大潮的涌来, 加上AP课程在中国本土的开设, AP考试成为了时下最时髦的留学考试之一。

历史的实践告诉我们, 无论是科学, 还是技术, 或小到一个考试, 完全照搬西方肯定是行不通的。因此, AP在中国的教学、考试辅导等工作都已经悄然开展, 不管是摸石头过河, 还是模拟赶超, AP中国本土化势在必行。基于此, 北京新东方学校成立了一支由博士学历教师组成的AP教研中心团队, 大力开展了AP课程的教学教研活动。在近两年的研究过程当中, 教材问题成为了当前最棘手的问题。在目前国内市面上, 适合中国本土的AP教材几乎空白。为了帮助国内AP学习者更好地学习AP课程和准备AP考试, 我们按照AP官方给出的考试大纲, 编写了这套中英文结合的AP教材。AP考试不同于TOEFL等语言类考试, 它是学科考试。学科知识无论用什么语言来描述都是同样的知识, 因此本系列教材适当辅以中文解释, 帮助考生更深入地理解。另一方面, 为了让考生能够适合未来英文学习和英文考试的需要, 本系列教材的定理展开、例题讲解等大部分内容都采用了英文描述。中英结合, 易于中国考生对知识点的理解和把握。希望本套教材能给AP学习者助一臂之力。

最后, 要感谢关心和支持本套书出版的大愚文化传播有限公司, 北京新东方学校北美部的AP教研团队, 是他们的努力才使得本书能够顺利地出版。限于水平, 书中难免有不妥之处, 望同行、读者不吝赐教。

范 猛

北京新东方学校北美考试部主任

# 致 谢

---

编著一本好书不是仅凭一个人的力量就可以完成的，它的背后定有一群挥洒汗水和心血的创作者，本书亦是如此。在此，我要向那些为本书的编写和出版默默奉献的朋友们表达我的谢意。

首先，许轩旗、申靛博、蒋一凡、孙梦哲、谭骁天、齐冬怡、周春声、张津铭、钟昊达、朱莉莉、李祺安等北京新东方学校的老学员参与了本书的编写、校对工作，在此对他们表示衷心的感谢。

其次，本书的编写得到了北京新东方学校的大力支持，特别需要提到的是，李楠楠老师对本书的编写工作提供了诸多帮助，付出了很多努力，在此深表感谢。

最后，感谢那些我教过的可爱的学生们，是他们对本书的殷切期待给了我动力，从而推动了本书的顺利出版。

本书虽主要由我通稿和编校，但如果没有众多朋友的努力和学生的信任，不会在这么短的时间内就与大家见面。因此，再次向他们表达我诚挚的谢意！

那路新

# 目 录

---

Chapter 1	<b>Introduction</b> 导论.....	1
Chapter 2	<b>Atomic Structure and the Periodic Table</b> 原子结构和元素周期表.....	9
Chapter 3	<b>Bonding and Molecular Structure</b> 化学键和分子结构.....	25
Chapter 4	<b>Nuclear Chemistry</b> 核化学.....	50
Chapter 5	<b>Stoichiometry and Chemical Equations</b> 化学计量学和化学反应方程.....	56
Chapter 6	<b>Gases and Phase Changes</b> 气体和相变.....	63
Chapter 7	<b>Solutions</b> 溶液.....	73
Chapter 8	<b>Kinetics</b> 动力学.....	84
Chapter 9	<b>Equilibrium</b> 化学平衡.....	99
Chapter 10	<b>Thermodynamics</b> 热力学.....	108
Chapter 11	<b>Acids and Bases</b> 酸和碱.....	121
Chapter 12	<b>Oxidation-Reduction and Electrochemistry</b> 氧化还原和电化学.....	143
Chapter 13	<b>Organic Chemistry</b> 有机化学.....	158
Chapter 14	<b>Experiment</b> 实验.....	172
练习部分	.....	176
附 录	.....	210
	附录一 名词总结	
	附录二 s, p, d 亚轨道形状	
	附录三 化学元素周期律	

## 一、AP Chemistry Course

Advanced Placement Chemistry (AP Chemistry or AP Chem) 是由 College Board (美国大学理事会) 为北美中学生在高中阶段开设的一门大学预修课程, 旨在帮助高中学生成功地完成到大学的过渡, 并可在通过 AP 考试后提前获得大学学分。AP Chemistry 是美国大学里认可度最高的 AP 学科之一, 几乎在全部北美大学中均可折抵 8 个学分。

AP Chemistry 的学习不仅可以为立志从事化学研究的同学打下坚实的化学基础, 还为同学们更好地完成其他如物理、生物、材料、食品及医药等相关专业学习提供坚实的基础。由于课程设置合理, AP Chemistry 受到了北美高中生的普遍欢迎, 目前每年参加 AP Chemistry 考试的高中生都超过 10 万人。如果同学们不想输在起跑线上, 那么学习 AP Chemistry 的已经成为高中阶段必须完成的任务之一。

此外, 我们熟悉的 SAT II 考试的化学部分, 考点完全和 AP Chemistry 考试重合, 只是 AP 课程会把每一个知识点讲解得更加详细。

## 二、Topics Covered

AP Chemistry 是为北美的高中生设计的大学课程, 虽然知识面很广, 但它的课程和考试会比你已经历过的国内的其他考试轻松许多。对 AP Chemistry 考试不要有任何恐惧心理, 由于课程设置合理, 在系统的学习准备后, 5 分通过 AP Chemistry 考试是一件很轻松的事。

AP Chemistry 课程设置合理之处主要体现在它的知识构成上, 涵盖基础化学的全部知识点, 并且难度适中, 便于中学生很快地掌握。以我们的经验, 在新东方学校接受 30 小时左右的课程学习, 再加上适当的习题练习, 几乎全部考生都可以拿到 5 分的成绩。



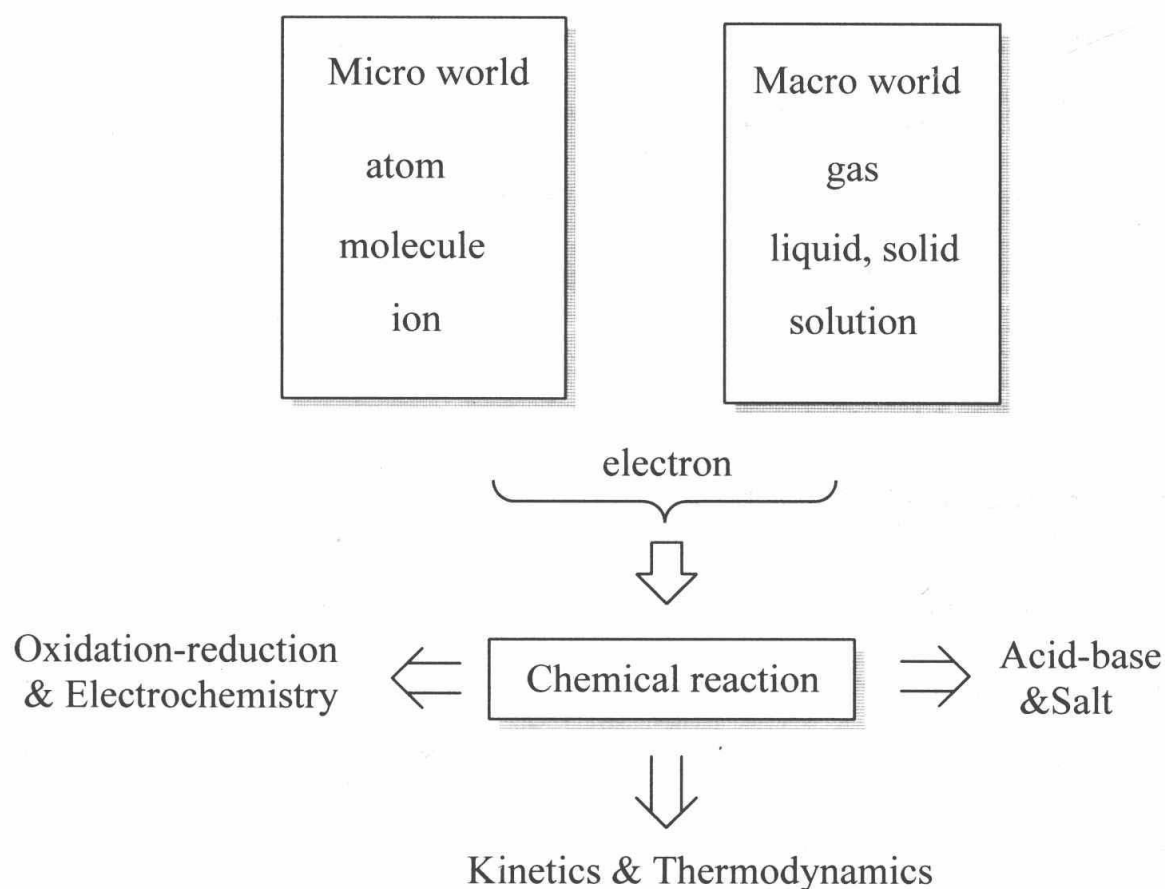
不建议同学自学 AP 课程，不是因为它太难、学不会，而是希望在我们的帮助下，同学们可以用最短的时间修得尽量多的 AP 科目。本书的编写目的是为了国内学生应对 AP Chemistry 考试，同时希望这本书能够帮助那些无法来北京新东方学校学习的同学，帮助他们通过考试并取得 5 分的成绩。

AP 化学考点可归纳为以下三方面：

1. Structure of matter
2. States of matter
3. Chemical reaction

本书主要内容为 AP Chemistry 知识体系讲解和练习题目，题目完全按照 AP 考试的考点及难度编写。书中并没有编写 AP 考试中的 Free Response 部分。因为 College Board 每年都会将两次 AP 考试中试卷的主观试题及答案在考试后对外公布，同学们可以在网上下载近十年的 20 多套主观题真题，这些资源可供大家备考使用。

AP Chemistry 的各章节知识点是交叉相关的，很多人觉得 AP Chemistry 较难，主要原因是没有把握住各章节之间知识点的相互关联性，这本教材在编写过程中充分注意突出各章节之间的相关性，阅读时你会有所体会。下面这张图涵盖 AP Chemistry 的全部重要知识点，并说明了它们之间的关联性。



AP Chemistry 作为基础化学科目主要讲述：微观世界的原子、分子结构和宏观世界物质状态以及它们之间的关系。微观世界与宏观世界又通过化学反应联系起来。其中氧化还原反应和酸碱反应是 Chemical reaction 的两大重点章节，再加上化学反应动力学 (Kinetics) 及热力学 (Thermodynamics)，这就是 AP Chemistry 的全部骨架知识构成。其他的章节如核化学、有机化学、化学平衡和实验等只是镶嵌在上图整体基本骨架中，起到辅助和知识点应用实例的作用。

### 三、Exam

AP Chemistry 考试在每年五月初和五月中旬举行。考试共分为两部分：第一部分为75道单项选择题 (Multiple-choice Questions)，考试时间为90分钟，占整个试卷的50%，最高满分容错率约33.3%，即做对50道题即达到5分要求。第二部分为6道主观题 (Free Response Essays)，分为Part A 和 Part B，考试时间为95分钟，占整个试卷的50%，最高满分容错率

33.3%，即做对 4 道题即达到 5 分要求。其中只有第二部分中的 Part A 允许考生使用计算器，这对广大考生来说是个好消息。由于人性化的考试设计，其余时间在试卷上就绝对不会出现需要复杂计算的内容，并且主观题部分会将全书所有的公式、常数及元素周期表等发给考生供考生在答题时参考。（参见本章附表）

#### 四、Grade Distribution

结合近几年 College Board 的统计数据，我们看出每年参加 AP Chemistry 考试的考生中，大约 17% 的考生获得 5 分，即每年有接近两万名的北美考生获得 5 分成绩，这充分说明了 AP Chemistry 是一门比较容易通过的考试。从下面表格中的分析统计数据，我们可以看出 College Board 的 5 分标准并不是我们熟悉的百分制里的 90 分，而是 67 分以上。因此只要认真准备，在 AP Chemistry 考试中获得 5 分的成绩还是比较容易的。

Score	最高容错率	获得该分数的大致人数比例
5	33%	17%
4	47%	18%
3	62%	20%
2	74%	15%
1	--	30%

\*每年统计数据会略有差异，但总体保持稳定。

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1	2																								
<b>H</b> 1.008	<b>He</b> 4.00																								
3	4	5	6	7	8	9	10																		
<b>Li</b> 6.94	<b>Be</b> 9.01	<b>B</b> 10.81	<b>C</b> 12.01	<b>N</b> 14.01	<b>O</b> 16.00	<b>F</b> 19.00	<b>Ne</b> 20.18																		
11	12	13	14	15	16	17	18																		
<b>Na</b> 22.99	<b>Mg</b> 24.30	<b>Al</b> 26.98	<b>Si</b> 28.09	<b>P</b> 30.97	<b>S</b> 32.06	<b>Cl</b> 35.45	<b>Ar</b> 39.95																		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36								
<b>K</b> 39.10	<b>Ca</b> 40.08	<b>Sc</b> 44.96	<b>Ti</b> 47.90	<b>V</b> 50.94	<b>Cr</b> 52.00	<b>Mn</b> 54.94	<b>Fe</b> 55.85	<b>Co</b> 58.93	<b>Ni</b> 58.69	<b>Cu</b> 63.55	<b>Zn</b> 65.39	<b>Ga</b> 69.72	<b>Ge</b> 72.59	<b>As</b> 74.92	<b>Se</b> 78.96	<b>Br</b> 79.90	<b>Kr</b> 83.80								
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54								
<b>Rb</b> 85.47	<b>Sr</b> 87.62	<b>Y</b> 88.91	<b>Zr</b> 91.22	<b>Nb</b> 92.91	<b>Mo</b> 95.94	<b>Tc</b> (98)	<b>Ru</b> 101.1	<b>Rh</b> 102.91	<b>Pd</b> 106.42	<b>Ag</b> 107.87	<b>Cd</b> 112.41	<b>In</b> 114.82	<b>Sn</b> 118.71	<b>Sb</b> 121.75	<b>Te</b> 127.60	<b>I</b> 126.91	<b>Xe</b> 131.29								
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86								
<b>Cs</b> 132.91	<b>Ba</b> 137.33	<b>*La</b> 138.91	<b>Hf</b> 178.49	<b>Ta</b> 180.95	<b>W</b> 183.85	<b>Re</b> 186.21	<b>Os</b> 190.2	<b>Ir</b> 192.2	<b>Pt</b> 195.08	<b>Au</b> 196.97	<b>Hg</b> 200.59	<b>Tl</b> 204.38	<b>Pb</b> 207.2	<b>Bi</b> 208.98	<b>Po</b> (209)	<b>At</b> (210)	<b>Rn</b> (222)								
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111															
<b>Fr</b> (223)	<b>Ra</b> 226.02	<b>†Ac</b> 227.03	<b>Rf</b> (261)	<b>Db</b> (262)	<b>Sg</b> (266)	<b>Bh</b> (264)	<b>Hs</b> (277)	<b>Mt</b> (268)	<b>Ds</b> (271)	<b>Rg</b> (272)															
												67	68	69	70	71									
												<b>Ho</b> 164.93	<b>Er</b> 167.26	<b>Tm</b> 168.93	<b>Yb</b> 173.04	<b>Lu</b> 174.97									
												99	100	101	102	103									
												<b>Es</b> (252)	<b>Fm</b> (257)	<b>Md</b> (258)	<b>No</b> (259)	<b>Lr</b> (262)									
												98	97	96	95	94	62	61	60	59	58				
												<b>Cf</b> (251)	<b>Bk</b> (247)	<b>Cm</b> (247)	<b>Am</b> (243)	<b>Pu</b> (244)	<b>Sm</b> 150.4	<b>Pm</b> (145)	<b>Nd</b> 144.24	<b>Pr</b> 140.91	<b>Ce</b> 140.12				
												98	97	96	95	94	62	61	60	59	58				
												<b>Cf</b> (251)	<b>Bk</b> (247)	<b>Cm</b> (247)	<b>Am</b> (243)	<b>Pu</b> (244)	<b>Sm</b> 150.4	<b>Pm</b> (145)	<b>Nd</b> 144.24	<b>Pr</b> 140.91	<b>Ce</b> 140.12				
												99	98	97	96	95	62	61	60	59	58				
												<b>Es</b> (252)	<b>Fm</b> (257)	<b>Md</b> (258)	<b>No</b> (259)	<b>Lr</b> (262)	<b>Sm</b> 150.4	<b>Pm</b> (145)	<b>Nd</b> 144.24	<b>Pr</b> 140.91	<b>Ce</b> 140.12				

\*Lanthanide Series

†Actinide Series

附表二

## STANDARD REDUCTION POTENTIALS IN AQUEOUS SOLUTION AT 25°C

Half-reaction		$E^\circ(\text{V})$
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{F}^-$	2.87
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Co}^{2+}$	1.82
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Au}(\text{s})$	1.50
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{Cl}^-$	1.36
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.23
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{Br}^-$	1.07
$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	0.92
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Hg}(\text{l})$	0.85
$\text{Ag}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	0.80
$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{Hg}(\text{l})$	0.79
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Fe}^{2+}$	0.77
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^-$	$\rightarrow 2\text{I}^-$	0.53
$\text{Cu}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.52
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.34
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cu}^+$	0.15
$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Sn}^{2+}$	0.15
$\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{g})$	0.14
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.14
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.25
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Co}(\text{s})$	-0.28
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.41
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.44
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.74
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76
$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$	-0.83
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-1.18
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Be}(\text{s})$	-1.70
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37
$\text{Na}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.71
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2.87
$\text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Sr}(\text{s})$	-2.89
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\rightarrow \text{Ba}(\text{s})$	-2.90
$\text{Rb}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Rb}(\text{s})$	-2.92
$\text{K}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.92
$\text{Cs}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Cs}(\text{s})$	-2.92
$\text{Li}^+ + \text{e}^-$	$\rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.05

### 附表三

#### ADVANCED PLACEMENT CHEMISTRY EQUATIONS AND CONSTANTS

##### ATOMIC STRUCTURE

$$E = h\nu \quad c = \lambda\nu$$

$$\lambda = \frac{h}{m\nu} \quad p = m\nu$$

$$E_n = \frac{-2.178 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ joule}$$

##### EQUILIBRIUM

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{HB}^+]}{[\text{B}]}$$

$$K_w = [\text{OH}^-][\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ @ } 25^\circ\text{C}$$

$$= K_a \times K_b$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+], \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$14 = \text{pH} + \text{pOH}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{HB}^+]}{[\text{B}]}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a, \text{p}K_b = -\log K_b$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

where  $\Delta n$  = moles product gas - moles reactant gas

##### THERMOCHEMISTRY/KINETICS

$$\Delta S^\circ = \sum S^\circ \text{ products} - \sum S^\circ \text{ reactants}$$

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ products} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reactants}$$

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G_f^\circ \text{ products} - \sum \Delta G_f^\circ \text{ reactants}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$= -RT \ln K = -2.303 RT \log K$$

$$= -n\mathcal{F}E^\circ$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q = \Delta G^\circ + 2.303 RT \log Q$$

$$q = mc\Delta T$$

$$C_p = \frac{\Delta H}{\Delta T}$$

$$\ln[A]_t - \ln[A]_0 = -kt$$

$$\frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0} = kt$$

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T} \right) + \ln A$$

$E$  = energy       $v$  = velocity  
 $\nu$  = frequency       $n$  = principal quantum number  
 $\lambda$  = wavelength       $m$  = mass  
 $p$  = momentum

Speed of light,  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Planck's constant,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Boltzmann's constant,  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Avogadro's number =  $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Electron charge,  $e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$

1 electron volt per atom =  $96.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

##### Equilibrium Constants

$K_a$  (weak acid)  
 $K_b$  (weak base)  
 $K_w$  (water)  
 $K_p$  (gas pressure)  
 $K_c$  (molar concentrations)

$S^\circ$  = standard entropy

$H^\circ$  = standard enthalpy

$G^\circ$  = standard free energy

$E^\circ$  = standard reduction potential

$T$  = temperature

$n$  = moles

$m$  = mass

$q$  = heat

$c$  = specific heat capacity

$C_p$  = molar heat capacity at constant pressure

$E_a$  = activation energy

$k$  = rate constant

$A$  = frequency factor

Faraday's constant,  $\mathcal{F} = 96,500 \text{ coulombs per mole of electrons}$

Gas constant,  $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 $= 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 $= 62.4 \text{ L torr mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   
 $= 8.31 \text{ volt coulomb mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

## 附表四

### GASES, LIQUIDS, AND SOLUTIONS

$$PV = nRT$$

$$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$P_A = P_{total} \times X_A, \text{ where } X_A = \frac{\text{moles A}}{\text{total moles}}$$

$$P_{total} = P_A + P_B + P_C + \dots$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$K = ^\circ\text{C} + 273$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$D = \frac{m}{V}$$

$$u_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$KE \text{ per molecule} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$KE \text{ per mole} = \frac{3}{2}RT$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

molarity,  $M$  = moles solute per liter solution

molality = moles solute per kilogram solvent

$$\Delta T_f = iK_f \times \text{molality}$$

$$\Delta T_b = iK_b \times \text{molality}$$

$$\pi = iMRT$$

$$A = abc$$

$P$  = pressure

$V$  = volume

$T$  = temperature

$n$  = number of moles

$D$  = density

$m$  = mass

$v$  = velocity

$u_{rms}$  = root-mean-square speed

$KE$  = kinetic energy

$r$  = rate of effusion

$M$  = molar mass

$\pi$  = osmotic pressure

$i$  = van't Hoff factor

$K_f$  = molal freezing-point depression constant

$K_b$  = molal boiling-point elevation constant

$A$  = absorbance

$a$  = molar absorptivity

$b$  = path length

$c$  = concentration

$Q$  = reaction quotient

$I$  = current (amperes)

$q$  = charge (coulombs)

$t$  = time (seconds)

$E^\circ$  = standard reduction potential

$K$  = equilibrium constant

### OXIDATION-REDUCTION; ELECTROCHEMISTRY

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}, \text{ where } aA + bB \rightarrow cC + dD$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{RT}{n\mathcal{F}} \ln Q = E_{\text{cell}}^\circ - \frac{0.0592}{n} \log Q \text{ @ } 25^\circ\text{C}$$

$$\log K = \frac{nE^\circ}{0.0592}$$

Gas constant,  $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$= 0.0821 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$= 62.4 \text{ L torr mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$= 8.31 \text{ volt coulomb mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Boltzmann's constant,  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

$K_f$  for  $\text{H}_2\text{O} = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$

$K_b$  for  $\text{H}_2\text{O} = 0.512 \text{ K kg mol}^{-1}$

1 atm = 760 mm Hg

= 760 torr

STP =  $0.00^\circ\text{C}$  and 1.0 atm

Faraday's constant,  $\mathcal{F} = 96,500 \text{ coulombs per mole of electrons}$

我们知道物质是由分子 (molecule) 或原子 (atom) 组成的。组成物质的分子又是由原子构成的, 而原子是由带正电荷 (positive charge) 的原子核 (atomic nucleus) 和围绕原子核运动的带负电荷 (negative charge) 的核外电子 (electron) 构成的。原子核又是由带正电荷的质子 (proton) 和不带电的中子 (neutron) 构成的。在化学变化中, 原子核并没有发生变化(除了核化学反应), 只是核外电子的运动状态发生了改变。所以化学研究的重点是核外电子的运动。

## 一、原子结构

### 1. 对原子结构的认识过程

化学作为一门科学一直处在发展的过程中, 人类对原子结构的认识和理解也是在一步步发展的。这个过程中早期的一些里程碑式的理论及实验包括:

#### (1) Dalton's Model

道尔顿认为原子是坚实不可再分的实心球。

#### (2) Thomson's Model

汤姆逊通过阴极射线管 (cathode ray tube) 实验发现了电子, 否定了原子不可再分的理论, 提出了原子“汤姆逊模型, 又称枣糕模型、葡萄干蛋糕模型、梅子布丁模型”, 认为原子是一个平均分布着正电荷的粒子, 其中镶嵌着许多电子。

#### (3) Millikan's Oil Drop Experiment

密立根使带电油滴悬浮于电场中, 此时作用于油滴的电场力与重力相等, 由此计算出这颗油滴所带的电荷数, 并最终求得每个电子的电量为  $1.6 \times 10^{-19}$  库伦 (coulomb)。



#### (4) Rutherford's Model

卢瑟福通过观察  $\alpha$  射线轰击金箔实验，推断原子是由一个带正电荷的中心区域和环绕在该区域外面的电子所构成的。正电荷中心区域只占原子体积很小的一部分，却集中了原子几乎全部的质量。

#### (5) N. Bohr's Model

波尔模型理论认为电子在一定轨道上绕核做高速圆周运动（下面会详细讲解）。

#### (6) 电子云模型——原子轨道学说 (Atomic Orbital Hypothesis)

电子云模型理论认为我们只能预测电子在某处出现的机会的多少，用电子云表示电子在某处出现的几率。电子云密度大的区域，说明电子在这个区域出现的几率大。

## 2. 波尔模型

波尔提出的理论要点如下：

(1) 定态假设：原子系统只具有一系列不连续的能量状态。在这些状态中，电子绕核做圆形轨道运动，不辐射也不吸收能量。在这些轨道上运动的电子所处的状态称为原子的定态。能量最低时( $n=1$ )电子处在基态 (ground state)，此时为氢原子半径(53pm)。当处于基态的原子中的电子接受外界能量时，电子就会由基态跳到较高能级上去，处于较高能级的原子状态称为原子的激发态 (excited state)。

(2) 量子化条件假设：氢原子核外电子的运动轨道不是连续的（与行星周围的卫星轨道不同），而是分立的，具有不同的轨道  $n$ ，能量状态和电子运动轨道的半径都是由  $n$  决定， $n$  的取值为 1、2、3、4……，这种量子化的能量状态称之为能级。

#### 第 $n$ 层中的电子能量

$$E_n = \frac{-2.178 \times 10^{-18}}{n^2} \quad (\text{单位 J})$$

$E_n$  为电子的能量；

$n$  为电子的主量子数。