

郑胤飞

高中化学讲义

海水中偏偏不见铝

稳定诚可贵 自由价也高

郑胤飞·著

台阶化而不是斜坡化

紫色是红色和蓝色的复合色

上海教育出版社



郑胤飞

高中化学讲义

郑胤飞·著

上海教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

郑胤飞高中化学讲义 / 郑胤飞著. — 上海: 上海教育出版社, 2020.7
ISBN 978-7-5444-9942-2

I. ①郑… II. ①郑… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料
IV. ①G634.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第099671号



责任编辑 严 岷 李玉婷

封面设计 陈 芸

郑胤飞高中化学讲义

郑胤飞 著

出版发行 上海教育出版社有限公司

官 网 www.seph.com.cn

地 址 上海市永福路123号

邮 编 200031

印 刷 启东市人民印刷有限公司

开 本 700 × 1000 1/16 印张 32.75

字 数 517 千字

版 次 2020年11月第1版

印 次 2020年11月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5444-9942-2/G·8193

定 价 89.80 元 (全套)

如发现质量问题, 读者可向本社调换 电话: 021-64377165

前 言

—

化学(chemistry)是在分子、原子、原子核外电子的水平上研究物质的组成、性质和变化的科学。

化学首先是一种知识。化学与人类生活、生产活动关系密切。化学告诉我们黑火药为什么会发生爆炸,化肥是如何生产的,哪些物质是大气污染的“元凶”,漂白粉为什么有漂白作用,海水中除水和食盐外还有什么,干电池如何产生电能,钢铁为什么会生锈,肥皂为什么能去除油污,什么叫高分子合成材料,人类为什么先有青铜时代后有铁器时代,等等。化学还告诉我们化学反应的基本类型包括化合、分解、置换、复分解、氧化还原、离子反应、取代、加成、消去、分子重排;告诉我们原子间依靠化学键结合成为分子或晶体,化学反应过程中会发生旧键的打开和新键的形成;告诉我们物质能量的高低,在特定的条件下化学反应究竟会朝哪个方向进行;告诉我们化学实验的多样性及其基本方法,等等。

今天的高中生,其中大部分将来不会从事与化学相关的事业,正如大部分人不可能从事专业的数学和物理学。他们在将来的工作中,或许不需要知道化学反应如何分类,不需要认识烧瓶和滴定管,至于海水有什么、酸雨如何形成,在需要的时候查阅相关的书籍或上网查询即可知其一二。那么,我们应该明白化学更是一种素养。

化学和数学、物理学、文学、哲学、历史学等基础学科一样,是

一种文化,是人文素养中的重要组成之一。万物归于元素、质量守恒、结构决定性质、能量守恒、动态平衡、电子得失、异电相吸等等,它们是一个个概念,更是一种观念。它们是化学的,也是理科的,还是哲学的、社会学的。化学让人终身受益的不是知道海水中有什么、晶体内部结构多么和谐,而是化学对待这个物质世界的独特而又通达的态度、观念和思想方法。

化学比数学年轻得多,如果从道尔顿的年代算起,化学不过200年的历史。化学的研究方法和学习方法与数学有很大的不同。但这不是说学化学不必向往和追求其内在的逻辑魅力。逻辑就是思维的客观规律性,本身就是一种不可或缺的素养。逻辑是理性,是智商,是向心力,是“渔”,是降低学习难度和学会学习的利器。与之相比,杂乱无章的知识只是“鱼”。那种在源于生活却并不高于生活的狭窄园地里的“精耕细作”才是扼杀学习兴趣、增加学习负担、阻碍学会学习、迫使学科教育走向死胡同的元凶。

作为一名化学教师,我一直在想,我们能给学生的将来留下些什么呢?

二

文化是有根的,唯本原性的文化结晶马首是瞻。

教材首先是写给学生读的。高中生不需要卡通,不需要别人替他上网,需要的是心路历程的真切陪伴。高中生感兴趣的是文化的来龙去脉、起承转合,信服的是追根溯源、娓娓道来。浅出必须以深入为前提,肤浅逗不来中学生开心,生硬更令人反感。

本书力求将学科知识体系化,因为作者深知任何逻辑架构松散的学习都是无效或低效的。本书力求叙事完整,避免信手拈来、东拉西扯。就像写小说,有名有姓的人物亮相都是来有影去有踪

的,那么在写教材时,凡纳入课程标准体系的学科知识都应该有个清楚的交代。

本书在许多知识点的切入角度、方式上基于作者多年的经验积累和研究心得。但除结构化、体系化外,不宣传教学策略方面的各种口号,主张将怎样教、怎样学的基本权利还给教师和学生。

在宏观文化层面,本书集中强调物质结构决定物质性质的观念、动态平衡的观念和能量观念、异电相吸观念。在化学基本思想方法和知识技能方面,同时强调氧化还原反应和离子反应两大基本反应类型。

本书第二、九、十章的共同主题是物质结构;第三、四、八章的共同主题是氧化还原反应;第五、六、七章的共同主题是离子反应;第十一、十二、十三章的共同主题是有机物及其官能团。

本书并未以元素周期律为无机化学的基本线索。比如关于铝元素的知识,陆续出现在以下这些章节中:铝的突出的亲氧性,在第一章第五节“能量最低原理”和第三章第四节“金属参与的置换反应”中;铝的两性,在第七章第五节“两性化合物”中;铝的冶炼,在第八章第五节“熔融状态下的电解”中……

三

跟学生啰嗦几句。

化学讲究微粒观,讲究物质的微观结构决定其宏观性质,讲究变化的动态平衡,你的学习过程就是源于“事实”并从事实中提炼这些化学观念的过程。埋头走路和抬头看路必须并举,好高骛远和文化缺席对学习都是无益的。

具体到化学反应,最重要的无机化学反应一是氧化还原反应,二是离子反应,前者的基本动力是电子转移,后者的动力跟离子的

电性魅力脱不了干系。除了一个个化学方程式,这“两大反应”观念的形成同样重要。

相对数学等其他学科,化学学习的特殊难度主要表现在两个方面。

一是化学理论本身还没有成熟到“因为有 $1+1=2$,一定有 $2+1=3$ ”的程度,比如元素周期律对许多实验事实不能自圆其说就是实例(见本书第二章第四节)。大量的“例外”有时能激发我们的学习兴趣,认知越晚的领域越高级,未知越多的领域越值得去探究,不是吗?但这也可能打击我们的学习热情,因为追根溯源是年轻人的天性,偏差在于“追求逻辑魅力”被我们自己悄悄演化成了“追求现成的逻辑魅力”。本书力图通过化学文化的传达使机械记忆尽可能向意义记忆转移,非常希望你也能勇敢加入此项探索的行列。

二是学化学必须做实验,由于试剂和设备等方面的原因,大量的化学实验是不能在自己的小天地里完成的,必须在实验室做。甚至会碰到自己想用的仪器、试剂学校实验室里没有配备(如本书第一章第四节使用的测气管、第五章第四节使用的氯化钴等)的情况。但若你真有实验兴趣和要求,相信学校和老师一定会支持你,实验室一定会对你开放,你更可以结合网络尽兴来一番真正属于自己的探究性学习。

郑胤飞

目 录

第一章 入门准备	1
第一节 高中化学	3
第二节 化学实验基本要求	6
第三节 物质的量	11
第四节 气体摩尔体积	15
第五节 能量最低原理	18
第六节 减焓与增熵	21
第七节 分散系	25
第二章 原子结构	29
第一节 原子有核	31
第二节 核外电子运动的量子化	33
第三节 原子核外电子排布	36
第四节 元素周期表及元素周期律	42
第三章 氧化还原反应	49
第一节 氧化还原反应	51
第二节 卤素及非金属单质间的化合	56
第三节 非金属与金属间的化合	59
第四节 碱金属及金属参与的置换反应	62
第五节 非金属间的置换反应	67
第六节 卤素发现史	69

第四章 可变的化合价	73
第一节 氧化物	75
第二节 强氧化性的含氧酸	80
第三节 可变化合价	86
第五章 对峙与动态平衡	89
第一节 化学反应速率	91
第二节 有效碰撞	94
第三节 可逆反应与化学平衡	97
第四节 动态平衡的移动	100
第五节 氨	105
第六节 氮循环的动态平衡	109
第六章 离子反应	113
第一节 强弱电解质	115
第二节 溶液的 pH	121
第三节 离子反应	124
第四节 离子沉淀和阴离子检验	129
第五节 溶解沉淀平衡	132
第七章 酸性与碱性	135
第一节 中和滴定	137
第二节 水解反应	141
第三节 酸式盐	145
第四节 海水中的离子	150
第五节 两性化合物	154

第八章 电化学	157
第一节 原电池	159
第二节 燃料电池和蓄电池	164
第三节 钢铁及其电化腐蚀	167
第四节 电解	171
第五节 熔融状态下的电解	175
第九章 化学键	177
第一节 化学键的三种基本类型	179
第二节 共价键	183
第三节 轨道重叠和杂化	187
第四节 配位键	192
第五节 分子间作用力	196
第十章 晶体	199
第一节 金属晶体和原子堆积	201
第二节 晶胞	205
第三节 离子晶体	208
第四节 共价晶体	212
第五节 分子晶体	216
第十一章 烃	219
第一节 烷烃	221
第二节 不饱和烃	227
第三节 卤代烃	234
第四节 苯和芳香烃	238

第五节 石油和煤	244
第十二章 烃的衍生物	249
第一节 醇和酚	251
第二节 醛和酮	257
第三节 羧酸及其衍生物	261
第四节 酯和油脂	265
第十三章 高分子化合物	269
第一节 聚合反应	271
第二节 蛋白质和氨基酸	277
第三节 糖类化合物	281
第四节 核酸	285

第一章 入门准备

第一节 高中化学

各位,你们现在是高中生了。

初中时,我们知道自然界有九十多种元素,其中氧元素在地壳中“一家独大”,丰度高达 48.6%。所以,氧化物的地位非常特殊,对物质进行分类时,已将其单列为一类。并且专门有了“氧化”说,比如煤燃烧生成碳氧化物,就说碳被氧化了。但毕竟还有太多的化学反应是无氧参与的,比如镁与盐酸反应产生氢气,它们还算是氧化还原反应吗?

你能解释为什么大部分金属矿物的主要杂质无外乎硅氧化物、铝氧化物、铁氧化物三种吗?

铝是地壳中含量最高的的金属,为什么海水中偏偏不见铝呢?

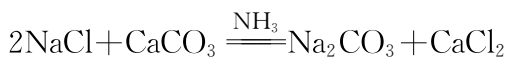
初中阶段,我们把化学反应分成化合、分解、置换、复分解四种基本类型,一氧化碳将氧化铜还原为单质铜($\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{CO}_2$)的反应却是“四不像”,你奇怪过吗?

我们知道淀粉水解最后转化为葡萄糖,它们是人类生命活动所需能量的主要来源,还知道葡萄糖、蔗糖易溶于水,淀粉则难溶,一种解释是淀粉的相对分子质量太大(动辄几万),那么相对分子质量小的物质就易溶吗? H_2 、 CO 的相对分子质量比蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)小得多,却是难溶的。

碳酸钠有个俗名纯碱,它是盐不是碱,怎么会有碱性呢? 碳酸钠的碱性能与氢氧化钠的碱性媲美吗?

食盐(NaCl)和石灰石(CaCO_3)是不能发生复分解反应的,却有人在一百多年前就找来氨气帮忙,分步、间接地实现了这个

反应:



这又是怎么回事?

诸如此类的问题都属于高中化学学习内容,涉及内容包括物质结构、氧化还原反应、离子反应、有机物及其官能团,还有动态平衡观、能量观、异电相吸观等等。

我们身上的穿戴可能是石油产品? 稀土在工业上的重要价值究竟源自什么原理? 根瘤菌为什么在常温常压下就能合成氨? ……有些问题高中化学能解决,有些问题要大学化学才能解决,有些问题甚至整个化学界都还没有完全解决,你有没有这方面的好奇心呢?

1828年德国人维勒通过加热的方法将“无机物”氰酸铵(NH_4CNO)转变成了它的同分异构体尿素 $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$,科学界普遍认为这是打破“有机”与“无机”界限的里程碑事件,但也有人认为对氰酸铵本身是否属于无机物心存疑惑,因为氰酸铵产自氰化物,氰化物则源自杏仁、某些水果核等有机体。那么将来遇到类似的疑问的争论,你会信谁的? 或者说你会不会经常有疑可问?

总而言之,你们现在是高中生了,将开启新的学习之旅。

【拓展性讨论 1】白磷在空气中放久了会自燃。那么使白磷达到着火点的热量是从哪里来的?

【拓展性讨论 2】某溶液中含有 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的一种或多种离子,此外除 OH^- 外不含其他阴离子。若只允许一次取样,要对该溶液中的三种离子进行检验验证,通常的验证顺序是_____。

提示:对一种离子的检验不能影响其他待测离子在溶液中的

存在形式。

【拓展性讨论 3】 N_2 中有 14 个电子,与它等电子数的分子还有_____、_____、_____。

【拓展性讨论 4】 沥青铀矿主要成分的化学式(最简比例式)为 U_3O_8 。历史上,贝采利乌斯曾把 U 的相对原子质量定为 120,门捷列夫建议改为 240。现已证明门捷列夫正确。推测贝采利乌斯给沥青铀矿主要成分写的化学式为_____。

答: U_3O_4

如果你觉得自己还没准备好,这些问题可以暂时放一放,以后再再说。

【实验】 在试管中放入小块生石灰,滴入少量水,触摸试管外壁,感受反应中释放的热量。

初中的许多试管实验,比如说各种复分解反应、置换反应等,你都没有去摸一下试管的温度变化吧?高中的许多试管实验你都可以试着去摸一下,由此你会对化学变化的现象有更深入的体验。

第二节 化学实验基本要求

如果你暂时对本节内容兴味索然,可以先跳过去,待做实验需要时再回来查询相关内容。

一、明确实验目的和要求

化学是一门以实验(experiment)为基础的科学。

实验前必须做好预习,理解实验目的和要求,拟订简明可行的实验方案和步骤。

做实验时,应仔细观察实验现象,及时做好记录,能对现象作出一定的解释、判断和结论。

要保持实验室安静,爱护仪器,节约药品。

实验完毕,将废液倒至指定的容器,洗净仪器,清理药品盒和桌面,检查煤气、水龙头等是否关紧。

实验后,认真完成实验报告。

二、实验室安全事项

实验前要了解实验中所用药品和试剂的性能、使用限量,严格按照规定操作。

实验室内的药品不得品尝,不得直接用手取用。严禁将食品带进实验室。实验完毕,必须洗净双手。

有些实验操作需佩戴防护眼镜。

加热或倾倒液体时,切不可俯视容器口。对试管(test tube)中的固体或液体加热时,不能将试管口朝向别人或自己,以防试剂冲