



高级中学

化学

教学参考资料

高中二年级第一学期（试用本）



上海科学技术出版社

• 高级中学 •

化学

教 学 参 考 资 料

高中二年级第一学期
(试用本)

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学教学参考资料:试用本. 高中二年级. 第一学期/上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会编. —上海:上海科学技术出版社,2008.7(2009.5重印)

ISBN 978-7-5323-9501-9

I. 化... II. 上... III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099865 号

编 者 的 话

高二年级第一学期化学(试用本)是在学生已学过了原子结构、化学键(离子键和共价键)、化学变化中的能量变化、化学平衡和化学反应速度、电解质溶液等基础理论章节和卤素、硫、氮等元素章节的基础上编写的。在用本教材进行教学时要注意承上启下。

本教材共三章。第8章“走进精彩纷呈的金属世界”是密切联系实际元素章节。铁、铝是本章的主题内容。此外在“化学史话”和“拓展视野”中还适当介绍其他金属(如钛、稀土金属等)和“高温超导”等和国民经济、社会生活都有密切联系的内容。这些内容可丰富学生对金属世界的认识,开拓眼界。在进行教学时不宜详细介绍这些金属的结构和性质。

本章主要介绍金属键和铁、铝及其合金的性质与用途。其中铁的大部分化学性质已在九年级和高一年级化学教材中介绍过,可采用回忆归纳的方式进行教学。氢氧化铝的两性是本章的难点。在本章教学中可适当总结化学键的内容,并把铁、铝及其化合物的性质和电解质溶液、硫酸、盐酸等已学过的内容联系起来。

因铁的化学性质的实验以前已做过不少,本章不再安排有关实验。铝的有些实验(如铝热反应)具有一定危险性,教师在进行课堂实验示范时,要特别小心,注意安全。

继卤素、硫、氮后,金属元素的介绍为第9章“初识元素周期律”的学习打下元素知识的基础。

第9章“初识元素周期律”是在学习了原子结构、化学键和元素化合物知识的基础上进行教学的。学习元素周期律,认识元素性质变化的规律又为学习元素化合物的知识打下理论基础。在进行本章教学时,建议联系原子结构和化学键对有关元素和无机化合物的性质进行适当的总结,以利于复习巩固。

元素周期律的发现是归纳演绎科学方法的绝好典范,元素周期律本身又是量变质变的辩证关系的具体体现,在教学中应注意这方面的教学。

第10章“学习几种定量测定方法”集中了高中化学的定量化学实验,既在一定程度上体现新化学教材重视实验,把实验提高到和课堂教学同样重要的地位,又突出了定量实验在化学中的重要地位,和以前关于元素和无机化合物的性质实验相比,定量实验的要求高得多,操作要严格规范,测定有准确性要求,数据要如实可靠,这对于提高学生独立实验能力,提高科学素养都有重要意义。

关于高一、二化学教材的教学参考资料的总的编写目的、原则、体例、使用建议及教材编写的总的说明请参阅高一年级第一学期化学教学参考资料的“编者的话”。

附:高二年级第一学期化学(试用本)三级提纲

高一、二年级其他学期化学(试用本)各章章名

高二年级第一学期化学(试用本)三级提纲

8 走进精彩纷呈的金属世界

8.1 应用广泛的金属材料——钢铁

由石器、青铜器到铁器

金属和金属键

铁和铁合金

8.2 铝和铝合金的崛起

铝和铝合金

氢氧化铝的弱酸性和弱碱性

9 初识元素周期律

9.1 元素周期律

元素性质的周期性变化

原子核外电子排布的周期性

9.2 元素周期表

元素周期表

元素周期表的结构

元素性质的递变规律

元素周期表的应用

10 学习几种定量测定方法

10.1 测定 1 mol 气体的体积

测定 1 mol 气体体积的方法

化学反应气体体积测定装置

实验误差的原因分析

10.2 结晶水合物中结晶水含量的测定

结晶水含量测定的原理

恒重操作

测定值与理论值有偏差的原因

10.3 酸碱滴定

酸碱溶液浓度的测定

中和滴定基本操作

影响中和滴定测定准确性的因素分析

附件二：

高一、二年级其他学期化学(试用本)各章章名

- 1 打开原子世界的大门
- 2 开发海水中的卤素资源
- 3 探索原子构建物质的奥秘
- 4 剖析物质变化中的能量变化
- 5 评说硫、氮的“功”与“过”
- 6 揭示化学反应速率和平衡之谜
- 7 探究电解质溶液的性质
- 11 认识碳氢化合物的多样性
- 12 初识生活中的一些含氧有机化合物
- 13 检验一些无机化合物

目 录

8 走进精彩纷呈的金属世界	1
8.1 应用广泛的金属材料——钢铁	2
8.2 铝和铝合金的崛起	7
小结与思考	11
9 初识元素周期律	13
9.1 元素周期律	14
9.2 元素周期表	17
小结与思考	21
10 学习几种定量测定方法	22
10.1 测定 1 mol 气体的体积	23
10.2 结晶水合物中结晶水含量的测定	29
10.3 酸碱滴定	31
小结与思考	35
《化学练习部分》参考答案	37

8 走进精彩纷呈的金属世界

一、本章的地位和作用

1. 本章内容是在九年级和高中一年级化学教材关于钠、镁、铝等金属知识的基础上,是继第2章“卤素”、第5章“硫、氮”的又一个关于元素的知识章节。三个章节的学习为第9章“元素周期律”的学习打下元素知识的基础。

2. 依据《上海市中学化学课程标准(试行稿)》,本章主要介绍铁、铝及它们的合金的性质和用途。其中铁的一些化学性质已学过,铝的化学性质特别是氢氧化铝的两性是本章的难点。为了说明金属的通性,引入金属键的概念,并从金属晶体的结构和金属键来诠释金属的延展性和导电导热性,说明物质内部的结构决定着物质的性质,内因是变化的根本,运用学过的理论认识事物变化的规律。

3. 本章从“石器、青铜器到铁器”引出迄今为止人类使用最广泛的金属——铁和铝,说明金属材料的使用与人类社会的发展有密切的联系,金属材料在国民经济中仍占举足轻重的地位,进一步体会化学是一门与生产和生活实际密切相关的学科。在“化学史话”和“拓展视野”中还介绍了一些其他金属(如稀土金属、钛等)、“高温超导”等知识和发现史,以激励学生的探究精神和创新精神。

二、本章教学目标

知识与技能

1. 金属键 (A)
2. 金属的通性 (A)
3. 铁的物理性质 (A)
4. 铁的化学性质 (B)
5. 铁合金及其用途 (A)
6. 铝的物理性质 (A)
7. 铝的化学性质 (B)
8. 铝及其合金的用途 (A)
9. 氧化铝、氢氧化铝 (B)

过程与方法

1. 认识铁、铝的性质和用途,学会整理知识,使知识结构化、网络化,提高总结归纳的能力。
2. 认识氧化铝、氢氧化铝的两性,初步具有分析、比较、推理等能力。

3. 学习铝及其化合物的性质实验的设计与操作,感受从实验事实学习科学知识的方法。

情感态度与价值观

- 1. 了解我国的矿藏资源和金属冶炼史,加深理解我国的国情和现状,增强爱国主义精神。
- 2. 了解金属与人类社会的发展关系,感悟化学是一门与社会进步、人类生活休戚相关的科学。
- 3. 学习金属通性和铝的化合物知识,感悟内因是变化的根据的辩证唯物主义观点。

三、本章重点和难点

重点

铁的化学性质;铝的化学性质;氧化铝、氢氧化铝的两性。

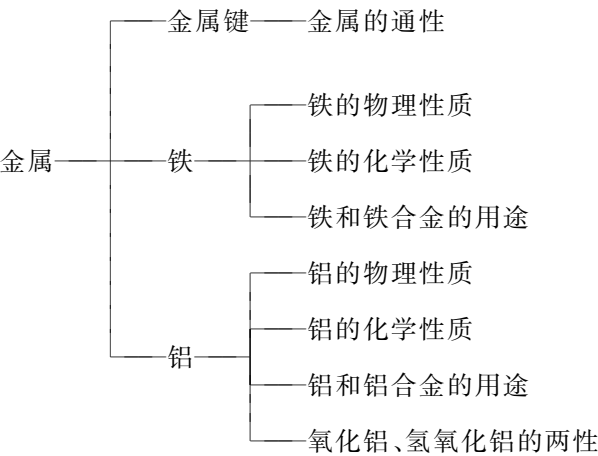
难点

氢氧化铝的两性。

四、本章课时安排

8.1 应用广泛的金属材料——钢铁	3 课时
8.2 铝和铝合金的崛起	3 课时
复习与练习	1 课时
学生实验	2 课时
合计	9 课时

五、本章知识结构



8.1 应用广泛的金属材料——钢铁

一、教学目标

知识与技能

- 1. 知道金属键,了解金属的通性。

2. 知道铁的物理性质及其用途。
3. 掌握铁跟非金属(硫、氯气、氧气等)、水、酸和盐溶液反应的化学性质。了解铁元素与人体生命运动的关系。

过程与方法

认识铁的化学性质,学会归纳总结的学习方法。

情感态度与价值观

1. 从“由石器、青铜器到铁器”,感悟人类社会发展和使用工具进步的密切关系。
2. 通过金属材料的不断进步及其在现代社会国民经济中的重要地位进一步感悟化学是一门与国民经济、生产、生活有紧密关系的科学。
3. 通过用金属晶体结构和金属键理论解释金属的通性,感悟物质的内部结构决定物质的性质和内因是变化的根据的辩证唯物主义观点。

二、重点和难点

重点

铁的化学性质。

难点

铁在化学反应中呈现的化合价。

三、教学建议

1. 本节是金属知识的延伸与拓展,也是中学化学唯一介绍过渡元素性质的内容,学好本节为学习元素周期律打下知识基础。
2. 通过介绍人类使用材料的历史以及铁的发展和铁的冶炼史,使学生了解生产力的发展、社会进步与材料使用及金属的冶炼史有关。通过对铜和铁的冶炼史的介绍,了解金属的冶炼与金属的活泼性有关。
3. 注意联系学生已有的理论基础和元素化合物的知识,对旧知识进行归纳、总结;通过探究学习新知识。学生熟悉的金属有铁、铝、铜、钠、镁。首先研究金属所具有的共同物理性质,可根据学生的生活经验,列举事实,让学生归纳金属的状态、颜色、导电性、导热性、延展性、密度等共同性质。用多媒体软件演示金属晶体结构,分析为什么金属具有共同的物理性质。运用物质结构的理论,揭示金属一般易失去电子,在化学反应中常呈还原性的原因。
4. 在学生已有的知识基础上,回忆钠、铁、铜跟氧气、氯气的反应现象及激烈程度,写出反应的化学方程式,概括金属与非金属反应的性质。最后通过复习钠与水、铁与硫酸、铜与硝酸银的反应对金属的性质有进一步的了解和掌握。

铁的化学性质:

较活泼,反应中有变价: +2、+3。

(1) Fe 与 O_2 反应

(2) Fe 与灼热的水蒸气反应

(3) Fe 与酸反应

(4) 与盐溶液反应

根据已知的铁的化学反应,分析铁在化学反应中可以失去最外层的两个电子变成带两个单位正电荷的阳离子,铁原子也可能同时失去最外层的两个电子和次外层的一个电子,变成带三个单位正电荷的阳离子,因此铁的化合价表现为+2 价或+3 价。指出铁在反应中化合价确定的依据是反应条件和反应物的性质。如铁在氧气中燃烧,红热的铁跟水蒸气反应时生成 Fe_3O_4 ;铁在氯气中燃烧显示+3 价,铁跟硫化合,铁跟酸、盐的置换反应显示+2 价。

5. 可展示各种铁的氧化物样本,区分它们的颜色;也可展示绿矾和氯化铁试剂,以区分二价铁盐和三价铁盐的颜色,增强学生的感性认识。还可联系铁的化合物在日常生活和生产上的用途。如介绍 Fe_3O_4 作磁性材料, Fe_2O_3 作颜料, FeCl_3 作净水剂,铁元素在人体生命活动中的重要作用,以增强学生学习的兴趣。

在课堂实验前可设问:如何得到氢氧化铁沉淀? 二价铁的化合物在空气中是否稳定,为什么? 氢氧化亚铁是白色不溶物,能否用同样方法制取?

6. 提出问题:“如何改变金属的物理性能,使之具有更广泛的应用价值呢?”

介绍合金及其优良的性能,金属材料大多是由两种或两种以上金属经高温熔融后冷却得到的合金。例如由铜和锡组成的青铜,铝、铜和镁组成的硬铝等都是合金。合金也可以由金属和非金属组成,如碳钢是由铁和碳组成的合金。合金具有不同于纯金属的特殊性能。为了发展航空、火箭、宇宙、舰艇、能源等新兴工业,需要研制具有特殊性能的金属结构材料,因此金属材料发展的重点是研制新型金属材料。

阅读表 8.1,复习有关合金的知识,让学生列举生活中一些常见合金的特性和用途。注意培养学生比较、分析、归纳、演绎等思维能力。

四、相关链接

1. 一些常见金属的用途及其优良性能。

一些常见金属的用途及其使用原因

金属	用 途	优 良 性 能
铝	飞机	质轻且坚固、抗腐蚀能力强
	铝箔	展性良好、无毒、抗腐蚀能力强、导热性能良好
	窗框	坚固、抗腐蚀能力强
铜	电线	导电性能极佳、延性良好、抗腐蚀能力良好
	餐具	导热性能极佳、展性良好、坚固、抗腐蚀能力良好、无毒
	自来水管	延展性良好、坚固、抗腐蚀能力良好、无毒
金	珠宝首饰、钱币	有悦目的金黄光泽、抗腐蚀能力极强(永远保持光泽)、延展性极佳、贵重
	电子元件	导电性能极佳、抗腐蚀能力极强、延展性极佳
铁	桥梁、轮船、栅栏	坚固、延展性良好、价廉
银	珠宝首饰、钱币	有悦目的银白光泽、抗腐蚀能力强、延展性良好
	电子元件	导电性能极佳、抗腐蚀能力强、延展性良好

金属	用 途	优 良 性 能
锡	镀于其他金属的表层	抗腐蚀能力强、展性良好、无毒、可提高油漆的光亮度及表面黏附力
钛	超音速飞机、太空船	质轻且十分坚固、熔点非常高、抗腐蚀能力强
钨	灯丝	熔点非常高、强热的情况下只发出炽热白光而不熔化
锌	镀于铁表层	抗腐蚀能力良好、展性良好

2. 铁的化合价。

铁在化学反应中,除最外层的 s 电子外,次外层的部分电子也可能参加成键。这种参加成键的电子叫做价电子;价电子所在的电子层叫做价电子层。

铁的价电子层包括最外层和次外层。铁的价电子层的构型是 $3d^6 4s^2$ 。铁原子容易失去 4s 轨道上的两个电子形成 Fe^{2+} ,也容易再失去 3d 轨道上的另一个电子,变成价电子构型属于 $3d^5$ 半充满稳定结构的 Fe^{3+} 。在高铁酸钾 K_2FeO_4 中,铁的氧化态则为 +6。所以铁具有可变化氧化态,其中主要的是 +2 和 +3。铁的原子半径,比同周期的钾和钙的原子半径小得多。

3. 铁的化合物。

地壳中铁的资源是比较丰富的,地壳中铁主要以氧化物、硫化物和碳酸盐形式存在。重要的矿石有赤铁矿(Fe_2O_3)、磁铁矿($FeO \cdot Fe_2O_3$)、褐铁矿($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)、菱铁矿($FeCO_3$)、黄铁矿(FeS_2)等。

铁主要能生成 +2 价和 +3 价的化合物,其氧化物为 FeO (黑色)和 Fe_2O_3 (棕红色)。它们都难溶于水。其相应的氢氧化物为 $Fe(OH)_2$ (白色)、 $Fe(OH)_3$ (红褐色)。

Fe^{3+} 能与 SCN^- 生成血红色的系列物质,如 $[Fe(SCN)]^{2+} \cdots Fe(SCN)_3 \cdots [Fe(SCN)_6]^{3-}$ 。 $Fe^{3+} + 3SCN^- \longrightarrow Fe(SCN)_3$ 此反应为鉴定 Fe^{3+} 的特效反应,其他金属离子存在时都无干扰。

4. 铁在人体中的作用。

铁是人体内必需的微量元素。一般人的体内含铁量为 4.2~6.1 g,相当于一个小铁钉的质量,约占人体体重的 0.004%。但它的作用却很大。人体内的铁有 70% 存在于血红蛋白和肌红蛋白内,25% 以铁蛋白形式分布于肝、肾、骨髓中。

含有铁的血红蛋白是体内氧的输送者,它把肺吸收的氧气运送到全身各个组织,供细胞氧化,它又把细胞氧化所产生的二氧化碳运到肺部呼出去。铁还是细胞色素酶和其他几种辅助酶的主要成分。如果人体内缺乏铁会引起贫血,肌肉细胞利用氧气产生能量的功能下降,从而减少热能的来源。

成年男子每天需要从食物中摄取约 10 mg 铁,少年(男)18 mg,少年(女)24 mg,因此,必须注意摄取富含铁的食物。含铁较多的食物有动物肝脏、肾、心脏、瘦肉、蛋黄、紫菜、海带、黑木耳、芹菜、油菜和番茄等。膳食中的蛋白质和维生素 C 能提高铁的吸收率。因此既含铁,又含丰富维生素 C 的红枣、橘子是治疗缺铁性贫血的良好药物。茶叶中含有能使铁沉淀的鞣质,不利于铁的吸收,饮用大量咖啡也会阻碍铁的吸收。缺铁性贫血患者应尽量少喝茶和咖啡。虽然铁有重要功能,也不能摄入过量。当血液中铁蛋白质浓度大于 20 mg/L

时,心脏病发病率会高出三倍。为此,除患缺铁性贫血症的人,只要经常食用含铁的食物即可。下表是一些常用食物每 100 g 可食部分中铁的含量。

一些食物中铁的含量(在 100 g 可食部分中)

食物名称	含量(mg)	食物名称	含量(mg)	食物名称	含量(mg)
稻米	2.4	酵母(干)	13.2	红糖	40
糯米	6.7	黑木耳	185	白砂糖	1.9
精白面粉	2.7	海带	150	猪肉(瘦)	240
标准面粉	4.2	紫菜	33.3	牛肉	0.9
芝麻	50.0	花生仁	1.9	羊肉(瘦)	3.0
黄豆	11.0	西瓜子仁	8.3	鸡蛋	2.7
赤豆	4.5	核桃仁	3.2		

5. 金属键的“自由电子”理论。

1916 年,荷兰理论物理学家洛伦兹(Lorentz H. A. , 1853—1928)提出金属“自由电子理论”,可定性地阐明金属的一些特征性质。这种理论认为,在金属晶体中金属原子失去其价电子成为阳离子,阳离子如刚性球体排列在晶体中,电离出的电子可在整个晶体范围内在阳离子堆积的空隙中“自由”地运动,称为自由电子。阳离子之间固然相互排斥,但可在晶体中自由运动的电子能吸引晶体中所有的阳离子,把它们紧紧地“结合”在一起。这就是金属键的自由电子理论模型。

根据上述模型可以看出金属键没有方向性和饱和性。这个模型可定性地解释金属的机械性能和其他通性。金属键是在一块晶体的整个范围内起作用的,因此要断开金属比较困难。但由于金属键没有方向性,原子排列方式简单,重复周期短(这是由于阳离子堆积得很紧密),因此在两层阳离子之间比较容易产生滑动,在滑动过程中自由电子的流动性能帮助克服势能障碍。滑动过程中,各层之间始终保持着金属键的作用,金属虽然发生了形变,但不至于断裂。因此,金属一般有较好的延性、展性和可塑性。

由于自由电子几乎可以吸收所有波长的可见光,随即又发射出来,因而使金属具有通常所说的金属光泽。自由电子的这种吸光性能,使光线无法穿透金属。因此,金属一般是不透明的,除非是经特殊加工制成的极薄的箔片。

上面介绍的是最早提出的经典自由电子理论。1930 年前后,由于将量子力学方法应用于研究金属的结构,这一理论已获得了广泛的发展。在金属的物理性质中有一种最有趣的性质是,包括碱金属在内的许多金属呈现出小量的顺磁性。这种顺磁性的大小近似地与温度无关。瑞士籍奥地利物理学家泡利(Pauli Wolfgang Ernst, 1900—1958)曾在 1927 年对这一现象进行探讨,正是这一探讨开辟了现代金属电子理论的发展。它的基本概念是:在金属中存在着一组连续或部分连续的“自由”电子能级。在绝对零度时,电子(其数目为 N 个)通常成对地占据 $\frac{N}{2}$ 个最稳定的能级。按照泡利不相容原理的要求,每一对电子的自旋方

向是相反的;这样,在外加磁场中,这些电子的自旋磁矩就不能和外磁场取向一致。

当温度比较高时,其中有一些配对的电子对被破坏了,电子对中的一个电子被提升到比较高的能级。未配对的电子的自旋磁矩取向比较一致,所以使金属具有顺磁性。(顺磁性物质一般是具有自旋未配对电子的物质。)未配对电子的数目随着温度的升高而增多;然而,每个未配对电子的自旋对顺磁磁化率的贡献是随着温度的升高而减小的。对这两种相反的效应的定量分析,解释了所观察到的顺磁性近似地与温度无关的事实。

德国物理学家索末菲(Sommerfeld Arnold Johannes Wilhelm, 1868—1951)与其他许多研究工作者,从1928年到20世纪30年代广泛地发展了金属的量子力学理论,建立起现代金属键和固体理论——能带理论,可以应用分子轨道理论去加以理解(可参看大学《结构化学》教材有关部分)。

6. 几种合金。

形状记忆合金:形状记忆合金是指具有特殊的形状记忆功能的合金,如镍-钛合金。用形状记忆合金做成的金属丝,即使被揉成一团,但只要达到某一温度,就能在瞬间恢复原来的形状。这类合金被广泛应用于卫星、航空、生物工程、医疗、能源和自动化等方面。

高温合金:在高温下,仍能保持其较高强度的合金,叫高温合金。它主要用于制造飞机和航天飞机的关键部件。

贮氢合金:贮氢合金是指在室温下吸收氢气,稍稍加热即能很快放出氢气的合金。它是以镁或稀土金属为主形成的合金。氢气是21世纪开发的新能源之一。贮氢合金不但解决氢气贮存和输送问题,而又可以用于氢气的回收、分离、净化等方面。

五、“思考与复习”参考答案

1. A 2. D 3. A 4. A 5. D 6. Fe 输氧 7. $\overset{+2}{\text{Co}} \cdot \overset{+3}{\text{Fe}_2\text{O}_4}$

8.2 铝和铝合金的崛起

一、教学目标

知识与技能

1. 知道铝的物理性质及其用途。
2. 掌握铝跟非金属、水、酸、碱,以及某些氧化物反应的化学性质。
3. 掌握铝、氧化铝、氢氧化铝的两性。

过程与方法

1. 认识铝及铝合金的广泛用途,认识铝合金崛起的原因,理解和关注化学知识在社会生产和日常生活中的重要作用和应用。
2. 理解氧化铝、氢氧化铝两性的实验探究过程,初步具有分析、比较、归纳的能力。

情感态度与价值观

理解氢氧化铝与酸、碱反应的条件与原理,初步具有内因与外因相互关系的辩证观点。

二、重点和难点

重点

铝的化学性质,氢氧化铝的两性。

难点

氢氧化铝的两性。

三、教学建议

1. 地壳成分中约有 25% 是金属。但是,只有少数金属(例如金和铂)以游离态存在,大部分金属均以化合物的形式存在,而含有有用矿物并有开采价值的岩石叫做矿石。铝土矿中的主要金属化合物是氧化铝(Al_2O_3)。

铝是地壳中含量最多的金属元素,铝又具有许多优良的性能和广泛的用途。但是铝的应用要比铁和铜晚,要求学生根据教材所提供的素材,自己查找资料分析原因。

查阅资料,讨论、归纳铝的物理性质及相关用途。教师引导学生思考“人们怎样利用铝的物理性质”。

2. 阅读有关铝合金的资料,思考:“铝合金有哪些优良的性能?”进一步认识合金的优异性能以及它们的用途。

3. 以实验为引导,设计实验探究铝在不同条件下的氧化反应,引导学生透过现象看本质。激发兴趣,如铝箔或铝粉在氧气中燃烧生成白色粉末状的氧化铝。铝在常温下氧化后生成致密的氧化膜。擦去氧化膜的铝用硝酸汞溶液处理后,在空气中长出的白色毛状物是氧化铝。常温下,铝能盛放浓硫酸和浓硝酸,这是因为钝化作用,生成致密的氧化膜。

4. 铝热反应的演示实验引导学生从能量角度分析。该反应是在较高温度下发生的氧化还原反应,反应放出大量的热量,人们利用反应的原理来冶炼难熔的金属。

5. 认识铝元素的两性特点。氢氧化铝是典型的两性化合物,运用酸、碱理论和化学平衡移动的原理,引导学生分析 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在水溶液中,既可进行酸式电离,又可进行碱式电离。



引导学生分析在什么条件下进行酸式电离,在什么条件下进行碱式电离。

依据电离理论, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 在水溶液中既可电离出氢离子(存在酸式电离),又可电离出氢氧根离子(存在碱式电离),这种化合物才属于两性化合物。不能把既能跟酸反应,又能跟碱反应的物质统称为两性化合物。

6. 实验探究氢氧化铝的两性,先设问:“氢氧化铝能否溶于弱酸、弱碱?”然后通过实验来讨论氢氧化铝的弱酸性和弱碱性。

氢氧化铝能与强酸和强碱反应,但不能与弱酸和弱碱反应。

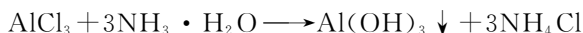
注意: Al^{3+} 只能存在于酸性溶液中,即可与 H^+ 共存

AlO_2^- 只能存在于碱性溶液中,即可与 OH^- 共存

AlO_2^- 和 Al^{3+} 不能共存

7. 氢氧化铝的制备。

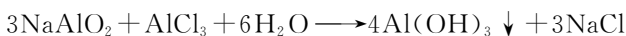
(1) 可溶性铝盐(Al^{3+})和氨水反应:



(2) 可溶性偏铝酸盐(AlO_2^-)中通入 CO_2 :



(3) 可溶性偏铝酸盐(AlO_2^-)和可溶性铝盐(Al^{3+})反应:



8. 在学习氢氧化铝的基础上,由学生自己设计实验,分析氧化铝的两性,培养学生迁移知识、运用知识的能力。

9. 联系实际,引导学生讨论,怎样从铝土矿制得氧化铝,教师提示学生,铝土矿($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)中含有杂质,如 SiO_2 、 Fe_2O_3 等。

四、相关链接

1. 铝的存在、制法及其用途。

铝是自然界含量最多的金属元素,在地壳中以复硅酸盐形式存在。主要的矿石有铝土矿($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、黏土 $[\text{H}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_2\text{H}_2\text{O}]$ 、长石(KAlSi_3O_8)、云母 $[\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3]$ 、冰晶石(Na_3AlF_6)等。

制备金属铝常用电解法。在矿石中铝和氧结合形成 Al_2O_3 ,它是非常稳定的化合物。在高温下对熔融的氧化铝进行电解,氧化铝被还原成金属铝并在阴极析出,其化学方程式如下: $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$,熔融的金属铝冷却后成为铝锭。

铝粉具有银白色光泽,常用来做涂料。铝板对光的反射性能很好,反射紫外线比银强,常用来制作高质量的反射镜,如太阳灶反射镜;铝的密度小,为 2.702 g/cm^3 ,仅为铁的 $\frac{1}{3}$;

有良好的导电性,铝的导电率虽然是铜的 $\frac{2}{3}$,但由于密度只有铜的 $\frac{1}{3}$,输送相同的电量,铝线的质量只有铜线的一半,特别是价格比铜便宜,因此铝曾用来制造电线、高压电缆、发电机等电器设备。但由于铝材表面一层致密的氧化铝膜不导电,现在已较少用铝线导电。铝是热的良导体。工业上制造各种热交换器,散热材料和炊具。金属铝中铝原子是面心立方堆积,层与层之间可以滑动,因此铝有良好的延展性,可抽成丝,也可以锻打成铝箔。

在大气中金属铝表面与氧形成一层致密的氧化膜保护层,所以有良好的抗蚀性。

2. 铝合金。

在铝中加入一些其他元素,如镁、铜、锌、锰、硅等形成铝合金后,不但提高了强度,而且还具有良好的塑性和压力加工性能,如镁-铝合金、铝-锰合金。常见的铝-铜-镁合金称为硬铝,铝-锌-镁-铜合金称为超硬铝。铝合金强度高、相对密度较小、易成型,常用于飞机制造业。

3. 铝-锂合金。

若把锂掺入铝中,就可以制成铝-锂合金。由于锂的密度(0.535 g/cm^3)比铝还低,如果加入 1% 锂,可使合金密度下降 3%,弹性模量提高 6%。近年来发展了一种铝-锂合金,含锂 2%~3%,这种铝-锂合金比一般铝合金强度提高 20%~24%,刚度提高 19%~30%,相

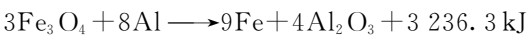
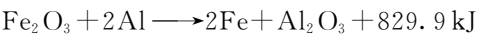
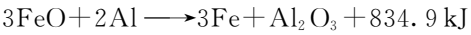
对密度降低到 2.5~2.6。因此用铝-锂合金制造飞机,可使飞机质量减轻 15%~20%,并降低油耗和提高飞机性能。铝-锂合金是很有发展前途的合金。

4. 一些铝合金的成分及其性能。

类别	名 称	成分(%) (余量为铝)	特 征
变形铝合金	防锈铝合金	4~5.5 Mg、0.3~1.6 Mn	抗蚀性好、焊接性好
	硬铝合金	2.2~4.9 Cu、0.3~0.9 Mn、0.2~1.8 Mg	机械性能好
	超硬铝合金	1.4~2.8 Cu、0.2~0.6 Mn、1.8~3.2 Mg、5~8.6 Zn	室温强度最高
	锻铝合金	1.8~4.8 Cu、0.4~1.6 Mn、1~1.5 Ni、0.02~0.1 Ti、0.4~1.8 Mg	锻造性能好,耐热性好
铸造铝合金	铝-硅合金	4.0~13 Si、0.2~1.5 Mg、0.5~8 Cu、0.1~0.9 Mn	锻造性能好,机械性能低
	铝-铜合金	1~4 Cu、0.15~0.35 Ti、0.6~1 Mn	耐热性好,锻造性差,抗蚀性差
	铝-镁合金	0.8~1.3 Si、0.1~0.4 Mn、4.5~11.5 Mg	机械性能高,抗蚀性好
	铝-锌合金	6~8 Si、5~13 Zn、0.3~0.8 Cu、0.1~0.8 Mg、0.1~0.4Ti	能自动淬火,宜于压铸

5. 铝热反应的应用。

20 世纪以来,世界各国都在发展和推广无缝铁路,以适应高速铁路的需要。铝热焊法应用于铁路的长钢轨焊接,始于 1924 年德国,我国于 1960 年也开始成批生产钢轨铝热焊接剂,铝热焊接钢轨的主要化学方程式是:



铝热焊剂的质量与其组成有关,近年来已研制出在焊剂中加入稀土元素,以提高焊接处的强度。

6. 氧化铝的变体及应用。

氧化铝是一种难熔和不溶于水的白色晶状粉末,主要有 α 和 β 两种变体。天然存在的 α 型氧化铝,称为刚玉,熔点 2 015℃,沸点 2 980℃,密度 4.0 g/cm³,莫氏硬度 8.8,仅次于金刚石。

用高纯氧化铝和少量着色物质,如氧化铬或氧化铁混合,经高温熔融可制得人造红宝石和人造蓝宝石,常在钟表和一些精密仪器中用作轴承。

五、“思考与复习”参考答案

1. C D 2. A、D 3. A 4. B 5. B 6. 先加盐酸,后加氨水,化学方程式略。

7. 合金中铝的质量分数等于氧化铁中氧的质量分数。即: $w(\text{Al}) = w(\text{O}) =$

$$\frac{16 \times 3}{16 \times 3 + 56 \times 2} \times 100\% = 30\%$$

8. 略。

$$9. n[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = \frac{1.71}{342} = 0.005(\text{mol})$$

$$n(\text{NaOH}) = 0.005 \times 6 = 0.03(\text{mol})$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{0.03}{0.8} = 0.0375(\text{L})$$

加入 NaOH 先中和 H_2SO_4 , 后与 Al^{3+} 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀 0.01 mol。

加入 NaOH 量等于 37.5 mL 时, 沉淀量最大, 继续加入, 至沉淀溶解。

$$V(\text{NaOH}) = \frac{0.01}{0.8} = 0.0125(\text{L})$$

即再加入 12.5 mL 氢氧化钠溶液, 沉淀全部溶解。

10. A

小结与思考

4. C 5. A 6. D 7. A 8. C 9. C 10. A

$$11. n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{10.2}{102} = 0.1(\text{mol})$$

$$n(\text{AlCl}_3) = 0.2(\text{mol})$$

$$m[\text{Al}(\text{OH})_3] = 0.2 \times 78 = 15.6(\text{g})$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{0.2}{1} = 0.2(\text{L})$$

(1) 最大沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 质量为 15.6 g。

(2) 从 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 最大值到恰好消失耗用氢氧化钠溶液 200 mL。

12. 略。

13. 译文:

金属具有下面某些或全部特性:

① 金属具有金属的光泽或光泽。

② 除了一个例外, 它们在室温时都是固体。

③ 它们都是有延展性的。

④ 它们导电和导热。

⑤ 它们以原子的连续排列而存在的, 在金属中没有分子。

⑥ 它们和其他金属结合形成合金, 合金性质仍像金属。

⑦ 它们和非金属结合形成离子化合物或盐, 盐既不具有金属也不具有非金属的性质。

⑧ 它们形成像 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 等正离子。

非金属具有几乎完全相反的性质:

- ① 它们很少有金属光泽的。
- ② 它们在室温时常常是气体。
- ③ 它们既无延性也无展性。
- ④ 它们是热和电的不良导体。
- ⑤ 它们在单质形态时常常形成分子。
- ⑥ 它们和其他非金属结合形成共价化合物。
- ⑦ 它们和金属结合形成离子化合物或盐,盐不具有金属也不具有非金属的性质。
- ⑧ 它们倾向于形成像 F^- 、 Cl^- 、 O^{2-} 、 S^{2-} 、 P^{3-} 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 以及 NO_3^- 等负离子。

金属和非金属在物理和化学性质方面的差别可以追踪到是由它们电子结构、半径、电离能以及电子亲和力方面的差别。

9 初识元素周期律

一、本章的地位和作用

元素周期律是高中化学中重要的基础理论。化学基础理论在化学教学中具有重要作用。没有理论,化学不可能成为一门科学,学生对物质的性质和变化也不可能有深入理解。对化学教学来说,随着科技发展,新知识越来越多,加强化学规律性的探究就更加重要。

学习元素化合物的知识及原子结构等内容是为“导”出元素周期律作准备。学习元素周期律是为学习元素化合物知识打下理论基础。

教学时,既要重视从个别到一般的规律,又要体现从一般到个别的具体化特点,运用演绎的方法引导学生学习。

元素周期律及其发现史是对学生进行科学方法和辩证唯物主义观点教育的极好的材料。

二、本章教学目标

知识与技能

1. 元素周期律 (B)
2. 同主族元素性质的递变规律 (B)
3. 短周期中同周期元素性质的递变规律 (B)
4. 元素周期表及其应用 (C)

过程与方法

1. 感受科学家在探索元素性质递变规律所运用的科学方法。
2. 观察并描述实验现象,进行数据分析。

情感态度与价值观

1. 体验学习化学的乐趣,感受科学探索的艰难和养成实事求是的科学态度,初步具有科学的思维方法。
2. 初步具有由量变引起质变的辩证唯物主义观点。

三、本章重点和难点

重点

1. 元素周期律。
2. 元素周期表及其应用。

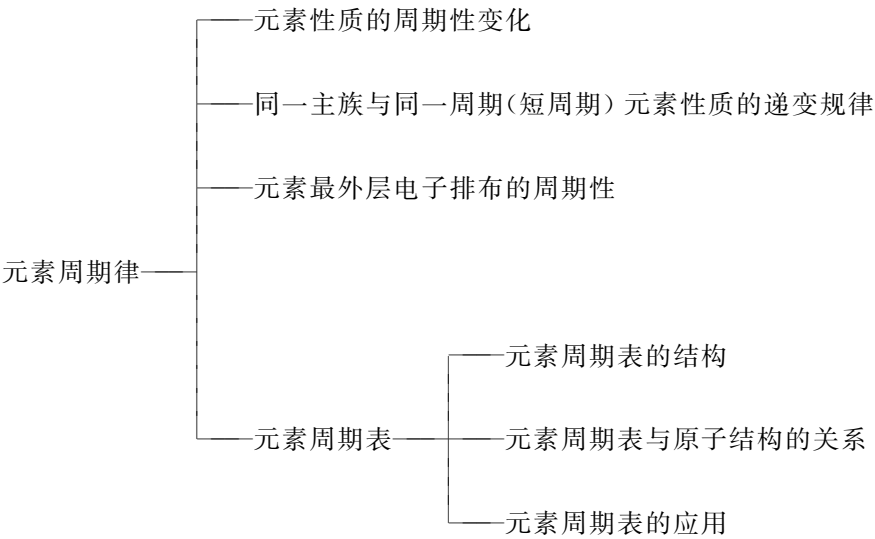
难点

元素性质、原子结构和该元素在周期表中位置三者之间的关系。

四、本章课时安排

9.1 元素周期律	2 课时
9.2 元素周期表	3 课时
复习与练习	1 课时
合计	6 课时

五、本章知识结构



9.1 元素周期律

一、教学目标

知识与技能

- 1. 理解原子半径、化合价、金属性和非金属性随着原子序数递增呈周期性的变化。
- 2. 理解元素原子的核外电子排布的周期性变化是元素周期律的实质。

过程与方法

- 1. 描述并分析元素原子的核外电子排布的规律。
- 2. 归纳元素性质的递变规律。
- 3. 解释元素性质递变规律的原因。

情感态度与价值观

- 1. 感悟科学家探索元素周期律的认识过程。
- 2. 体验事物由量变到质变的过程。
- 3. 养成尊重客观事实及一丝不苟的科学态度。

二、重点和难点

重点

元素周期律。

难点

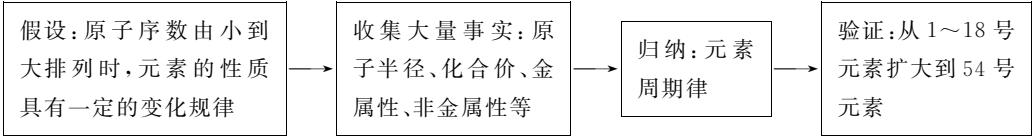
元素性质的周期性变化。

三、教学建议

1. 本节教材共 2 课时。

2. 本节教学中,先引导学生从大量的具体事实中归纳出元素的性质随着原子序数的递增呈现周期性变化的规律,然后引导学生从原子结构上认识元素性质周期性变化的根本原因是元素原子的核外电子排布的周期性变化。教学思路如下:大量事实^{归纳}→元素周期律^{探索}→元素性质周期性变化的根本原因。

3. 突出科学研究方法这一主线。



4. 在教学方法上,教师可先提出问题,让学生带着问题阅读教材,然后由师生共同讨论,归纳得出结论。

5. 应着重帮助学生建立“周期性变化”这个概念,教师首先必须讲清,周期性变化是指元素的性质变化的总趋势上周期性地出现某种变化(包括大小变化的周期性,重复出现的周期性等),而不考虑某些例外,如:氧、氟没有正化合价等,也不必在这里讲清周期性变化的原因,更不必解释由于过渡元素的存在使原子半径的变化减小等情况。进而,使学生认识元素性质的周期性变化,不是简单的重复,而是在新的发展基础上重现前面元素的相似的性质,遵循了由量变引起质变,螺旋形发展的客观规律,对学生进行辩证唯物主义观点的教育。

6. 在学生初步理解元素周期律的基础上,可因势利导地提出“为什么元素性质会随着原子序数的递增而呈现周期性的变化,这种变化规律和元素的原子结构有什么关系”等问题,要求学生画出 1~18 号元素原子的结构简图,寻找原子的核外电子排布的变化规律,这样学生不仅能巩固以前学过的原子结构的有关知识,还能自己运用学过的知识和方法来探索新的规律,在科学方法上得到一次训练。

7. 本节在提供事实数据时,出现了较多的图表,用图表形式对事实数据进行整理对比、归类是科学研究中常用的方法。在教学中应注意指导学生理解图表,并初步学会运用图表的形式,对有关数据进行整理、归类。

四、相关链接

1. 元素的性质随着原子序数的递增呈周期性的变化,除了书中列举的事实以外,还有

许多事实,例如,第一电离能、电负性等随着原子序数递增呈现周期性的变化,有关数据如表所示:

元素符号	原子序数	第一电离能 $U(\text{eV})$	电负性(鲍林方法估算)
H	1	13.6	—
He	2	24.59	—
Li	3	5.39	0.98
Be	4	9.32	1.57
B	5	8.3	2.04
C	6	11.26	2.55
N	7	14.53	3.04
O	8	13.62	3.44
F	9	17.42	3.98
Ne	10	21.56	—
Na	11	5.14	0.93
Mg	12	7.65	1.31
Al	13	5.99	1.61
Si	14	8.15	1.9
P	15	10.49	2.19
S	16	10.36	2.58
Cl	17	12.97	3.16
Ar	18	15.76	—

从表中可以发现,第二周期元素中第一电离能随原子序数增大而趋于增大,但也有反常现象,如铍原子的第一电离能比硼原子大,氮原子的第一电离能比氧原子大。这是因为铍原子的电子构型为 $1s^2 2s^2$,硼原子的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^1$,根据洪特规则,等价轨道全空(p^0)是比较稳定的结构,所以铍原子的第一电离能比硼原子大。

同理,氮原子的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^3$,氧原子的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^4$,根据洪特规则,半充满(p^3)是比较稳定的结构,所以氮原子的第一电离能比氧原子大。

2. 自道尔顿(Dalton,1766—1844)提出原子和原子量概念之后,测定各种元素原子量的工作进展迅速,到 19 世纪中叶,已积累了 60 多种元素原子量的数据。科学家们开始研究原子量与元素性质之间的关系。(俄)门捷列夫(Mendeleev D. I.,1834—1907)和(德)迈尔(Meyer J. L.,1830—1895)等分别根据原子量大小,将元素进行分类排队,发现元素性质随相对原子质量的递增呈明显的周期性变化。1869 年门捷列夫提出周期律及作为其具体表现形式的周期表,之后又不断地进行了修改、验证,周期律的正确性立即获得举世公认。至

于认识周期律的内在原因,则在 20 世纪 30 年代量子力学发展并在科学家弄清了元素原子的核外电子排布之后,人们才知道元素在周期表中的位置决定于原子的核外电子构型。1882 年门捷列夫和迈尔共同获得英国皇家学会的最高荣誉——戴维奖章。

五、“思考与复习”参考答案

1. B 2. C 3. C 4. C 5. C 6. B 7. B

9.2 元素周期表

一、教学目标

知识与技能

1. 知道元素周期表的结构及周期、主族等概念。
2. 掌握同周期、同主族元素性质及其元素化合物性质的递变规律。

过程与方法

1. 描述并归纳元素性质的递变规律。
2. 分析并推断元素在周期表的位置、原子结构和元素性质三者间的关系。

情感态度与价值观

1. 体验从具体到抽象以及从抽象到具体这一科学方法的指导作用。
2. 感受元素周期表的应用与价值。

二、重点和难点

重点

1. 同周期元素性质及其元素化合物性质的递变规律。
2. 同主族元素性质及其元素化合物性质的递变规律。
3. 元素周期表的应用。

难点

元素在周期表的位置、原子结构和元素性质三者间的关系。

三、教学建议

1. 本节教材共 3 课时。

2. 元素周期律是自然界物质的结构和性质变化的规律。既然是规律,我们只能去发现它、应用它,而不能违反它、创造它。元素周期表,只是人们在表述和应用这个规律时的一种设计,用图表的形式来具体描述和反映这个规律,以便更好地应用这个规律。

本节教材是在学生掌握了元素周期律这一理论知识之后出现的,实际上就是元素周期律的图表化。对学生来说,需要在掌握该图表的表现形式和结构特点的基础上加以应用。通过编排讨论来掌握图表,比一般的感知、辨认、理解和识记的心理活动更深刻,其外显的表现,即应用效果也必然更好。教学设计的思路可以是,将比较复杂的图表简明化,即将元素周期律所体现的元素序列按照“切切断、对对齐、拉拉开”等几个分步骤,通过提示性指导,让

学生在每个分步骤中获得必要的认识,而且让学生作为一个角色参与其中,体验“尝试成功”,获得深刻的感受。

3. 为了使學生能较深刻地理解元素周期表的编排原则,建议事先要求学生自制 1~20 号元素的卡片(如图 9.1 所示,根据需要还可填入其他有关的元素性质)。首先,在课堂上组织学生自己动手,以一定方式根据元素周期律将 1~20 号元素加以排列,然后通过阅读,讨论总结出元素周期表的横向和纵向编排的原则,这将为进一步理解周期、族等概念打好基础。对于编排中的特殊情况,氮元素的位置需加以讨论,使学生明确在周期表中上下对齐时,考虑最外层电子数相同。

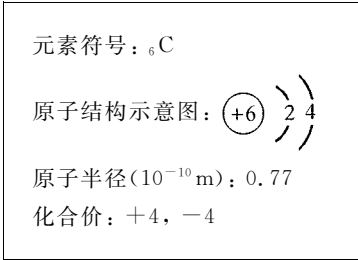


图 9.1

4. 重点是使学生理解周期和族的概念以及它们和原子结构的关系,使学生了解元素周期表的大致轮廓。

教学时,可以在学生初步了解周期表是如何编排的基础上,展示元素周期表的挂图。围绕元素周期表的结构进行教学时,应充分考虑学生原有的知识基础,采取启发式教学,引导学生从元素的原子结构上去理解元素周期表的结构。

5. 为了帮助学生建立元素周期表的轮廓,在教学中可以采取以下措施来加强学生的一些必要记忆。

- (1) 学生画出周期表的大致轮廓,填写周期和族数,指出过渡元素的位置。
- (2) 不看周期表,口头推算第一、二、三周期中任何一个元素的原子序数。
- (3) 画出第一、二、三周期(短周期)的轮廓,填写 1~18 号元素的名称和元素符号。

6. 有关元素性质的递变规律主要围绕原子半径、金属性和非金属性、化合价三个方面内容展开。这部分内容是第一节元素周期律的进一步深入,上节仅讲了元素性质的周期性变化,本节将进一步讨论它们的递变规律及其原因。

7. 有关元素化合物性质的递变规律,着重以第三周期为例讲述了在同一周期中各元素的化合物性质的递变规律。先比较 NaOH 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的碱性强弱,通过实验说明 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物。14~17 号元素的最高价氧化物对应水化物和气态氢化物的有关事实,在教学中可让学生自己阅读,填写表格,归纳同一周期的变化规律。运用已学过的卤族等知识得出同一主族的变化规律。

四、相关链接

- 1. 超铀元素 原子序数在铀($Z=92$)以后的所有元素,被称为超铀元素。超铀元素包

括部分锕系元素,及锕系元素之后的元素。超铀元素都是通过人工核反应发现和制备的,后来才在自然界中找到其中个别核素。如在氟碳铈矿矿中发现微量钚 244,在铀矿中发现微量钚 239 和镤 237。自 1940 年制得第一个超铀元素镎($Z=93$)以来,到 1984 年已合成出钚、镅、镎、镨、铈、镱、钆、钷、104 号元素、105 号元素、106 号元素、107 号元素、108 号元素、109 号元素。为了避免在元素命名上的争论,1977 年 8 月国际纯粹化学与应用化学联合会建议从 100 号元素起采用系统命名法,以拉丁文和希腊文混合的数字词头 nil、un、bi、tri、quad、pent、hex、sept、oct 和 enn 代表 0~9 十个数字,如 104 号元素的名称为 unnilquadium(元素符号为 Unq)。现在,系统命名用于尚未正式命名的 113 号以后的元素。

2. 1984 年科学家合成 108 号元素;1994 年 11 月宣布合成 110 号元素;1999 年合成 114 号元素,它蜕变成 112 号元素等;2004 年合成 115 号元素,它连续蜕变成 113、111 号等元素;2006 年又合成了 118 号元素。至此,元素周期表究竟能延长到哪里的的问题很自然地提到人们的面前。

3. 元素周期表能预测未发现的元素以及它们的性质,通过同周期、同主族元素的递变规律,使人们掌握一种推测上下左右相邻元素性质的方法。

4. 周期表为发展现代物质结构理论提供了依据,元素周期表为发展过渡元素原子的结构、镧系和锕系结构理论,为预测超重元素的原子结构和性质提供了线索。

5. 周期表在化学、物理学、生物学和工农业方面的探索性研究中,有广泛的应用。例如,围绕锗、硅等元素研制半导体材料,从含氯、磷、硫、砷等元素的化合物中寻找高效的农药,在过渡金属及其化合物中,寻找高效催化剂,从ⅢB 到ⅥB 过渡元素如钛、钽、铌、钨、铬等元素中寻找耐高温、耐腐蚀的特种材料等,都得益于元素周期表的指导作用。

6. 地球上化学元素的分布跟它们在元素周期表中的位置也有密切的关系。例如,电负性大小相似的元素往往共生,出现在同一种矿石中,可把周期表中性质相似的元素分成十个区域,一般来说处于同一区域元素往往是伴生矿,这对探矿有指导意义。铅、锡常跟铋、铊在硫化物中共生;白云石是钙、镁的碳酸盐,钙、镁经常共生;镧系元素在性质上非常相似,它们在矿物中往往共生。

7. 元素性质。

(1) 原子半径。

一般将原子半径分为三种:

- ① 共价半径: 同种元素的两个原子以共价单键连接时,它们核间距离的一半。
- ② 金属半径: 金属晶体中,相邻两个金属原子的核间距离的一半。
- ③ 范德华半径: 相邻分子中以范德华力相互作用的两个相同原子间核间距的一半。

比较原子半径大小时,宜采用同一种半径的有关数据:

① 同周期中原子半径的变化: 在短周期中,一方面随着核电荷数的增加,核对外层电子的吸引力增强,使原子半径逐渐减小;另一方面,由于核外电子数相应增多,电子间的相互排斥力也增强,使原子半径增大。这两方面因素的作用正好相反,但由于核对外层电子的吸引占主导地位,所以,同一周期从左到右,原子半径逐渐减小。

② 同族中原子半径的变化: 同一主族,自上而下,元素的原子半径逐渐增大,这是因为电子层数的增加起了主要作用。

(2) 电离能。

电离能的大小主要取决于原子的核电荷数、原子半径和电子构型。

在同周期中,元素原子的电子层数相同,从左到右随着核电荷数增加,原子核对外层电子的吸引力增强,原子半径减小,所以第一电离能随之增大。在同一主族中,自上而下电子层数增加,原子核对外层电子的吸引力减小,原子半径增大,因此第一电离能随之减小。

电子构型对电离能也有很大影响。同一周期中元素的第一电离能变化总趋势是依次增大,但有几处出现曲折变化,详细内容见第 16 页。

(3) 电子亲和能。

电子亲和能又称电子亲和势。一个基态的气态原子获得一个电子成为 -1 价气态阴离子时所放出的能量,称为该元素的第一电子亲和能。元素的第一电子亲和能越大,表示该元素原子越容易得到电子,非金属性也越强。

电子亲和能的周期性变化规律与电离能的变化规律基本一致。一般来说,同一周期中,从左到右,第一电子亲和能总趋势增大;同一主族中,自上而下,第一电子亲和能总趋势减小。也就是说,如果元素的电离能较高,它一般也具有较高的电子亲和能。

应该注意的是:ⅥA 和ⅦA 中,电子亲和能最大的不是第二周期的氧和氟,而是第三周期的硫和氯。这一反常现象可解释为由于氧和氟的原子半径较小,电子密度大,电子间排斥力强,因而当原子结合一个电子形成阴离子时,放出的能量较小。而硫和氯的原子半径较大,且同一层中有空的 d 轨道可以容纳电子,电子间相互排斥作用显著减小,因此当原子结合电子形成阴离子时,放出的能量增大。

(4) 电负性。

元素的电离能和电子亲和能分别是从一个侧面反映元素原子失电子和得电子的能力。但事实上有的元素在形成化合物时,它的原子既难失电子,又不容易得电子,例如碳和氢。因此,必须把原子在反应中得失电子的难易程度结合起来考虑。鲍林于 1932 年首先引入电负性的概念。

元素的电负性指元素的原子在分子中吸引电子的能力,它的大小可用来衡量元素的金属性和非金属性的强弱。电负性数值越大,表示原子越易得电子而难失电子;电负性数值越小,表示原子越易失电子而难得电子。元素的电负性也呈周期性的变化,在同一周期中,从左到右,元素的电负性逐渐增大;在同一主族中,自上而下,元素的电负性逐渐减小。副族元素的电负性没有明显的变化规律。

电负性的应用:

① 判断元素的金属性或非金属性的强弱:一般来说金属元素的电负性小于 2.0,非金属元素的电负性大于 2.0(不过 2.0 并不是划分金属和非金属的严格界限)。稳定元素中,氟元素的电负性最大,非金属性最强;铯元素的电负性最小,金属性最强。

② 推测化合物中化学键的类型:将电负性数据与其他键参数相结合,可以预测化合物中化学键的类型。一般来说,两个电负性差值很大(差值大于 1.7)的元素通常能形成离子键;两个电负性差值不大(差值小于 1.7)的非金属通常能形成共价键。

③ 非金属元素形成的化合物中,电负性大的元素,其氧化数为负数,电负性小的元素,其氧化数为正值。

五、“思考与复习”参考答案

1. 略 2. A 3. A 4. B 5. A 6. B 7. B

小结与思考

6. C 7. D 8. C 9. D 10. C 11. B

12. (1) Na Al S

(2) 三 VA

(3) $>$ $>$ $>$

(4) $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

13. (1) 核电荷数

(2) 原子、中子

(3) 中子

(4) 最外层电子数

(5) 电子层数

(6) 最外层电子数

(7) 最外层电子数

10 学习几种定量测定方法

一、本章的地位和作用

本章是定量测定的实验专章。体现化学课程改革新课程标准中加强实验、适当增加定量实验比例的要求。

从中学化学教学内容看,前九章已出现了除有机化合物之外的几乎全部内容,包括化学基本概念和理论、元素化合物等,学生对实验在认识化学知识中的作用有较多体验,但大多是从定性角度来认识,本章的定量测定完善了中学化学实验知识板块的内容。与原有课程相比,新课程在定量测定中更强调实验设计,强调测定中的准确性要求和误差分析,因而本章对于训练学生科学方法,养成科学态度,提高科学素养有重要意义。

在化学教学中,本章有如下作用:

1. 使学生对化学定量测定的方法有一个比较完整的理解。本章学习的三个测定课题分属定量分析的三个基本类别,即气体密度法(测定 1 mol 气体的体积)、重量法和容量法(滴定法),使学生在解决定量测定问题的实验设计时有章可循。

2. 提高学生对实验重要性的认识,体验化学从定性和定量两个角度研究物质的必要性。本章十分注意定量测定中的“准确性”要求和误差分析,有助于学生把握实验关键,理解操作要点,培养学生认真细致的科学态度。

3. 有助于学生形成实验能力。本章各节均注意化学原理转化成实验步骤,探究关键问题的解决方法,然后操作,作结果分析。使学生初步学会做实验设计,用实验的方法来解决简单的定量化学问题。

4. 有助于学生对化学知识的理解和应用,使化学物质知识和实验知识相互联系,形成整体。

本章的三个定量测定,其化学知识内容没有直接的逻辑关联,科学方法也是并列的(没有必然的先后顺序),因此教学安排上可根据各校实际情况插入前几章之中;也可以先进行 10.2 或 10.3 的教学,但最后请作定量测定的归纳。

二、本章教学目标

知识与技能

1. 气体摩尔体积的测定 (B)
2. 结晶水含量测定 (C)
3. 中和滴定 (C) 滴定管(认知领域要求 B 操作领域要求 A)
4. 瓷坩埚、研钵(认知领域要求 A)
5. 能分析定量实验中造成误差的因素 (C)

过程与方法

- 1. 认识定量测定的一般过程,认识依据化学原理设计实验步骤的过程和方法。
- 2. 感受各定量测定中关键操作的过程。
- 3. 感悟定量测定中“准确性”的重要性,误差分析的必要性。

情感态度与价值观

养成认真踏实的实验态度和善于思考、勇于质疑的科学精神。

三、本章重点和难点

重点

三个定量测定的原理和方法。各测定操作中的关键操作分析。

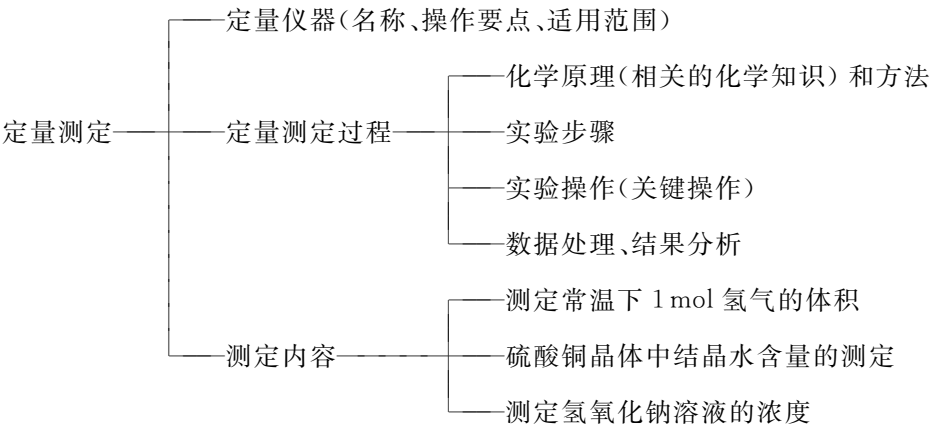
难点

- 1. 各测定操作中失误对测量结果的影响分析。
- 2. 化学反应气体体积测定仪的使用,瓷坩埚的操作和中和滴定操作。

四、课时安排

10.1	测定 1 mol 气体的气体	3 课时
10.2	结晶水合物中结晶水含量的测定	2 课时
10.3	酸碱滴定	3 课时
	复习、练习	2 课时
	总课时	10 课时

五、本章知识结构



10.1 测定 1 mol 气体的体积

一、教学目标

知识与技能

- 1. 理解测定常温下 1 mol 气体(氢气)的原理和方法。

2. 巩固有关气体摩尔体积的概念及相关计算。
3. 知道化学反应气体体积测定仪的结构、原理,并初步会用本仪器测定 1 mol 氢气的体积。学会使用电子天平。
4. 理解定量测定中产生误差的原因,初步学会定量测定的误差分析。

过程与方法

识别定量测定的一般过程。认识设计 1 mol 氢气体积实验步骤的过程,并识别其中控制准确性的关键操作。

情感态度与价值观

1. 感受从“量的方面”研究物质及其变化规律的必要性和意义。
2. 认识定量测定中“准确性”的重要性,感受定量测定中总存在一定的误差。
3. 感悟认真细致、实事求是的实验态度。

二、重点和难点

重点

测定常温下 1 mol 氢气体积的原理和方法。

难点

1. 化学反应气体体积测定仪的使用。
2. 误差分析。

三、教学建议

1. 课时安排。

本节需 3 课时完成教学。第一课时,测定 1 mol 气体体积的原理,设计并理解测定 1 mol 氢气体积的实验步骤,化学反应气体体积测定仪的结构、使用介绍;第二课时,测定 1 mol 氢气体积操作步骤,各种误差的讨论,化学反应气体体积测定仪使用训练;第三课时,学生实验,实验小结。

2. 注意定量测定一般过程的教学。

定量测定问题—寻求解决问题的化学原理—转化为实验步骤(测定哪些物理量、装置设计)—讨论步骤中影响准确性的操作要点—完成测定—测定结果的分析。

3. 测定 1 mol 气体(氢气)体积原理的教学,建议先通过有关气体摩尔体积的知识,直接取一定体积的氢气称出它的质量或取一定质量的氢气量出它的体积,来得到 1 mol 气体(氢气)的计算式:

$$1 \text{ mol 气体体积} = \frac{V(\text{L})}{m(\text{g})} \times M(\text{g/mol})$$

$$1 \text{ mol 氢气体积} = \frac{V(\text{L})}{m(\text{g})} \times 2(\text{g/mol})$$

再分析由于气体质量太小难以称量,而改用称量与氢气有关联的某种固体的方法来代替称量氢气。

然后通过“思考与讨论”两个问题的讨论,概括出用镁跟足量的稀硫酸反应制取氢气,并测量 1 mol 氢气的体积这一方法,其实质是改用称量镁来代替称量氢气,而测定氢气的体积

是用排水法把氢气收集在有体积刻度的容器(量气管)中,或用氢气将水排入有体积刻度的量气容器中。得到以下计算式:

$$1 \text{ mol 氢气的体积} = \frac{V(\text{H}_2)}{m(\text{H}_2)} \times M(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{m(\text{Mg})} \times M(\text{Mg})$$

最后可得到实验主要步骤(不包括使用化学反应气体体积测量仪):

- (1) 称量镁带。
- (2) 使一定质量的镁跟足量的稀硫酸反应(反应装置)。

(3) 测定产生的氢气的体积(量气装置)。

转入化学反应气体体积测定装置的教学。

4. 关于化学反应气体体积测定仪的教学。

该测定仪的结构比较复杂,操作比较繁复,建议先讲清测定仪的构造和各组成部分的作用。课堂实验“化学反应气体体积测定仪的装配”供教师一边演示一边讲解。操作上讲清:(1) 如何微调 A、B、C 瓶的高低,使 A、B、C 瓶连接紧密保持水平。(2) 气密性检查的方法。学生实验前,应安排该测定仪的使用训练。提供给学生的测定仪建议已基本装配好,学生只需稍作微调与连接便于测定。

5. 做好测定 1 mol H_2 体积的演示实验。

这一实验的操作步骤比较复杂,建议用以下“一、二、三、四”来概括。

(1) 一次称量。

(2) 二次加料。即向 A 瓶加料口加入镁带及用小烧杯加入约 20 mL 水。

(3) 三次使用注射器。第一次是步骤 4,反应前用注射器从 A 瓶抽气使 B 瓶导管内外液面持平(调节装置内外气体压强相等)。第二次是步骤 5,用注射器注入稀硫酸。第三次是步骤 7,读数前再用注射器从 A 瓶抽气使 B 瓶导管内外液面持平。注意:讲清注射器在拔出时要捏住针头一起拔出,不能使针头与针筒脱离而留在橡皮塞上,造成漏气而实验失败。

(4) 记录四个数据:镁带质量、稀硫酸体积、步骤 7 中抽出气体的体积及 C 瓶体积(读数)。

数据处理:氢气体积 = C 瓶液体体积 - 稀硫酸体积 + 抽出气体体积

$$1 \text{ mol H}_2 \text{ 的体积} = \frac{V(\text{H}_2)}{m(\text{Mg})} \times M(\text{Mg})$$

6. 学生实验“思考与讨论”参考解答。

实验目的:

- (1) 掌握常温下测定 1 mol 氢气的原理。
- (2) 知道化学反应气体体积测定仪的结构,学会使用该测定仪测定 1 mol 氢气的体积。
- (3) 感受定量测定中“准确性”的重要性。
- (4) 学会本测定中作简单的误差分析。

实验用品:

化学反应气体体积测定仪、电子天平、注射器、烧杯
镁带、3 mol/L 硫酸、水

7. 教学中充分注意定量测定中“准确性”要求。

准确性是定量测定的第一要素,在教学中应让学生知道定量测定的准确性主要通过合理的测定原理、步骤,正确的操作来确保。各种定量仪器的操作注意点大多是为了获得准确的数据。要求学生认真操作、仔细读数。

8. 关于误差与误差分析的教学。

(1) 首先把握误差分析教学内容的范围,大体有以下几点:

① 定量测定中误差分析的必要性。

② 任何一个定量测定都有误差,实验者的正确操作使误差在允许的范围内。

③ 定量仪器的读数,最后一位是估计值,建议采用分半估计法,如本节测定仪刻度最小分度值为 0.5 mL,则读至 0.2~0.3 mL。

④ 误差来源于测定方法的科学性、仪器的精度、药品的纯度及操作的正确性等因素。

⑤ 初步学会某些因素如药品含有杂质或操作失误使测定结果发生偏差的分析。

(2) 建议开展定量测定中造成误差因素的讨论。以下问题供参考。

问题 1: 用化学反应气体体积测定仪测定常温下 1 mol H_2 的体积时,产生误差可能的原因是什么?(如:镁带的纯度、气体温度的确定、气体中混有水蒸气等)

问题 2: 以下因素使测定结果偏大还是偏小,并说明原因。

(1) 镁带表面的氧化镁没有除尽。

(2) 测定仪装置漏气。

(3) 气体温度确定偏低。

四、相关链接

1. 气体摩尔体积概念和 1 mol 气体的体积。

单位物质的量的气体所占的体积叫做气体摩尔体积。 $0^{\circ}C$ 101.3 kPa 时,1 mol 任何气体所占的体积都约是 22.4 L(精确值为 22.413 831 L)。这是假设气体分子体积、气体分子间相互作用均无限小的所谓理想气体的数值。这一数值通过测定不同压力下的气体密度,绘制 $pV-p$ 曲线,外推至 $p \rightarrow 0$ 求得。对于实际气体来说,1 mol 气体的体积必须通过测定气体密度求得,用于解决实际化学问题。例如在 $0^{\circ}C$ 101.3 kPa 下,1 mol Cl_2 的体积为 22.063 L,1 mol NH_3 的体积为 22.094 L 等。

2. 气体体积与温度、压强的关系。

对于一定物质的量的气体体积,温度越高,体积越大(与热力学温度成正比);压强越大,体积越小(成反比)。因此,测定气体的体积一定要标明温度和压强。如不标明压强,则一般为 101 kPa,即通常说的 1 个大气压。由于常温比标准状况的 $0^{\circ}C$ 高,因此,常温常压时 1 mol 气体的体积比标准状况下的体积要大。

3. 化学反应气体体积测定仪。

本测定仪是根据《上海市中学化学课程标准(试行稿)》而研发的中学化学实验新仪器,是在新教材试验本“气体摩尔体积测定仪”基础上改进而成。新仪器的底盘改进使可托住的玻璃仪器更稳定,又在 A 瓶中部增加一个加料口,上方增加数字温度计探头。操作上也有多处改进,预先向 A 瓶中加入水,以稀释硫酸浓度,使反应平缓,反应前用注射器抽气使 B 瓶内导管内外液面持平,结束时再次抽气回复原有状态等。改进后,测定仪的系统误差大为降低,适用于中学化学气体体积的测定。

4. 用克拉珀龙方程确定理论值。

如确定 25℃, 101 kPa 时, 1 mol 氢气的体积用 $pV=nRT$ 计算。 $P=101\text{ kPa}$, $T=273+25=298\text{ K}$, $n=1\text{ mol}$, R 取 $8.314\text{ kPa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, 则 $V=\frac{nRT}{P}=\frac{1\times 8.314\times 298}{101}=24.5(\text{L})$ 。

5. 减小误差的方法。

对照试验: 用已知特征量的标准试样按同样方法作测定, 将测定值与标准试样的精确值比较, 得到系统的系统误差。用于对实际测定结果的误差分析。

空白试验: 在不加试样的情况下, 按同样方法测定得到的结果叫空白值, 试样的测定值应扣除空白值作为测定结果, 以减小系统误差。

平行试验: 在相同条件下, 作多次测定取其平均值, 可减小偶然误差。

6. 电子天平。(图参见本章教材第 10.2 节“恒重操作”部分)

电子天平是一种操作简便、称量迅速的称量仪器。它用数字显示物质的质量, MP200-1 型电子天平的称量范围是 $0\sim 200\text{ g}$, 最小分度值为 0.001 g (精度为 $\pm 0.001\text{ g}$)。使用前, 先调节天平至零点 (按红色按钮 A, 数字显示出 0.000 即可)。称量固体时, 先放上盛器 (如纸、小烧杯、瓷坩埚等), 记录显示屏上的数值, 即为盛器质量; 再按红色按钮 A, 调节天平至零点, 然后逐渐加入固体, 在显示屏上可直接读出称量试样的数值。

7. 测定常温下 1 mol H_2 体积的其他实验装置。

(1) 量气装置。

① 测气管。如图 10.1 A 所示, 由一头封口、带有刻度的细长玻璃管制成, 测气量程可设计为 25 mL、50 mL 两种规格。测定体积如图 10.1 B, 将测气管注满水, 倒置在盛有水的烧杯里, 测气管下端放一个倒置的漏斗, 引导气体进入测气管。

适用范围: 浓度较稀、反应量较小、产生气体速率较慢的反应。

优缺点: 优点是较准确测得某室温下的气体体积 (因为气体冷却后, 液面又会在测气管内上升), 可连续测量读数, 可测反应速率, 操作简单; 缺点是量程较小。

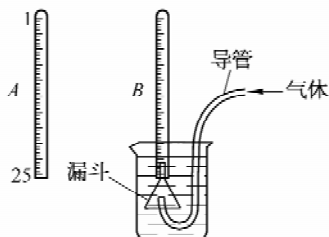


图 10.1 测气管

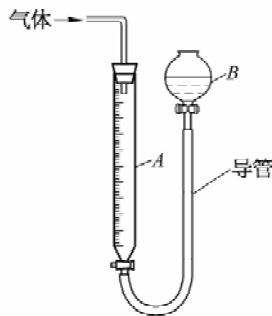


图 10.2 量气装置

② 由滴定管、分液漏斗组成的量气装置, 如图 10.2 所示。图中 A 是滴定管, 作量气用; B 是分液漏斗, 作量气时的水准管用。测定时, 先将滴定管、分液漏斗固定在铁架台上, 下端用胶管连通, 注入水。用水准管上下移动, 调节量气管中液面在 0 刻度位置, 气体由量气管

上端引入,把水压入水准管内,读数时,水准管和量气管液面保持一致。

该量气装置的适用范围、优缺点与测气管相仿。

(2) 反应装置。

① 用大试管作反应器,先在大试管中加入一定量稀硫酸,用细铜丝把已称量的镁带吊放在硫酸上方,装置密封后,倾斜大试管,使硫酸跟镁带接触[图 10.3(a)]。

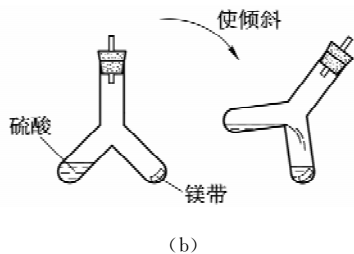
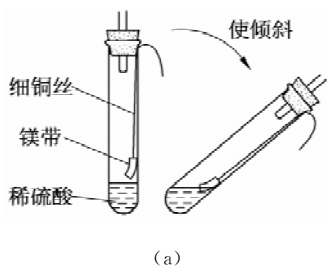


图 10.3 测定 1 mol 氢气体积反应装置

② 用 Y 形试管, Y 形试管一端放镁带,一端加入稀硫酸,待装置密封后,倾斜 Y 形试管使硫酸跟镁带接触[图 10.3(b)]。

(3) 实验步骤

① 称取镁带 0.020~0.025 g(除去表面氧化膜)。

② 取 25 mL 测气管,注满水倒置于盛有水的烧杯中,在 Y 形试管中,一端加入镁带,一端加入 5 mL 0.5 mol/L 硫酸,如图 10.4 装置。

③ 倾斜 Y 形试管,使硫酸跟镁带接触反应,产生的气体收集在测气管内,待镁带全部反应完,记录数据。

④ 重复上述操作作第二次实验。

⑤ 数据处理(记录室温,得到室温下 1 mol H_2 的体积)。

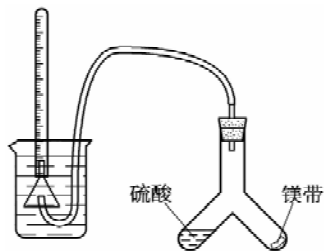


图 10.4 测定 1 mol 氢气体积的装置

五、“思考与复习”参考答案

1. 学生作定量测定实验是一个学习过程,重要的是养成良好的科学态度,所以不但要学习测定方法,还要按实验步骤认真操作,认真读数,如有误差,要认真检查实验过程。

2. H_2 的摩尔质量取 2.018 g/mol,答案为 22.80 L。

3. 44.0 g/mol。

4. (1) 偏小, H_2 体积减小。

(2) 偏小, B 瓶导管中液体体积也应计入 H_2 的体积。

(3) 按镁带中杂质的不同有如下几种情况:一种是杂质不跟稀硫酸反应或反应无气体产生,则因产生 H_2 量减小而偏小。另一种是杂质跟稀硫酸反应产生气体(如锌、铝杂质均产生 H_2),若相同质量的杂质产生 H_2 量比镁小(如锌),则偏小;反之(如铝)则偏大。

5. (1) 选用较纯的无水 Na_2CO_3 跟足量的稀硫酸反应(装置略)。(2) 产生 CO_2 用排液体(某种酸性溶液减小 CO_2 的溶解)方法测量排出液体体积测定 CO_2 体积。(3) 如选用化学反应气体体积测定仪,为减小 CO_2 的溶解,可在品红溶液上加一层植物油。

10.2 结晶水合物中结晶水含量的测定

一、教学目标

知识与技能

1. 掌握结晶水合物中结晶水含量的测定原理和方法。
2. 学会测定胆矾中结晶水含量的操作,学会作测定中的误差分析。
3. 知道瓷坩埚、研钵的用途和操作方法,并能初步操作。
4. 初步学会用称量的方法(重量法)解决简单化学测定的实验设计。

过程与方法

1. 能表达测定硫酸铜晶体中结晶水含量的过程和方法。
2. 认识恒重操作是判断结晶水合物全部失去结晶水的方法。
3. 进一步感受定量测定中“准确性”的重要性,误差分析的必要性。

情感态度与价值观

感悟定量测定中“准确性”的意识,逐步养成认真细致、实事求是的科学态度。

二、重点和难点

重点

1. 测定结晶水合物中结晶水含量的原理。
2. 恒重操作。

难点

误差分析、恒重操作。

三、教学建议

1. 课时安排:本节需2课时完成教学。第一课时,结晶水合物结晶水含量测定原理、恒重操作、测定的实验步骤;第二课时,学生实验、实验误差讨论和实验小结。

2. 由于本章的三节内容均是定量测定、学生实验,故在10.1中分析的若干教学建议也适用于本节(此节及10.3节中不再赘述)。如以问题解决的方法线索来展开教学,做好演示实验、充分注意定量测定中的“准确性”要求以及开展误差讨论等。

3. 加强测定原理到实验步骤的教学。

在10.1节中学生已有从原理到实验步骤设计的体验,本节的重量法测定,难度相对不高,故建议教学中让学生自行设计,包括依据测定原理来确定测定哪些物理量,用怎样的实验步骤来实现化学原理,为什么要有恒重操作……由学生讨论后教师归纳出测定方法和实验步骤。

4. 结晶水含量测定的原理“思考与讨论”参考解答。

根据 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + x\text{H}_2\text{O}$, 只需称取一定质量的 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 加热全部失去结晶水后,再称量无水 CuSO_4 的质量,便能测得 x 数值。

5. 关于恒重操作的教学。

在硫酸铜晶体中结晶水含量的测定中,要使学生知道为什么要作恒重操作。建议围绕“怎样判断结晶水已全部逸出”这一问题讨论,“恒重”表明结晶水已全部逸出无需再加热。让学生认识到没有恒重操作,这个测定就失去定量测定的价值。从具体操作看,恒重操作是教学难点,必须重复“加热、冷却、称量”操作,使两次称量相差不超过 0.001 g,其中“瓷坩埚加热”是初次学习,有操作难度,要注意加热时瓷坩埚和坩埚盖的正确放置,用坩埚钳移动瓷坩埚时要防止坩埚盖跌落损坏等;干燥器也是初次学习,开启和闭合有一定的规范。教师应示范恒重操作全过程,让学生作多次学习训练再进入实际测定。

6. 在学生实验中,加强学生控制实验条件的意识,提高学生实验的自主性。

结晶水合物中结晶水含量的测定中,有许多操作细节需学生自己控制,如对瓷坩埚内晶体加热时移动酒精灯控制反应温度、用玻璃棒适时搅拌防止晶体局部过热等,另外,加热到何时可停止加热,是否要再作一次恒重操作的循环等也要由学生自行决定。故教学中应加强实验自主性的教育,让学生明确怎样操作才能使实验既准确又省时。

7. 学生实验“思考与讨论”参考解答。

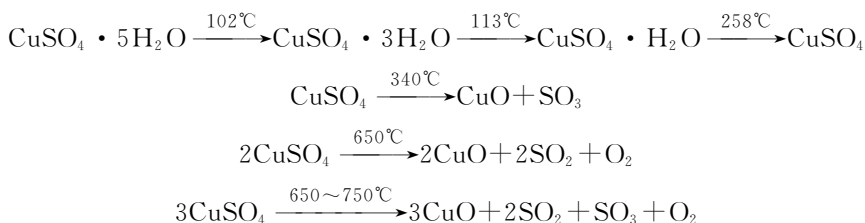
实验目的:(1)掌握硫酸铜晶体中结晶水含量测定的原理并学会测定操作。

(2)理解恒重操作的必要性和学会恒重操作。

实验用品:电子天平、酒精灯、瓷坩埚、铁三角或铁架台、玻璃棒、干燥器、石棉网、硫酸铜晶体。

四、相关链接

1. 硫酸铜晶体加热的反应。



2. 硫酸铜晶体的结构。

硫酸铜晶体中存在 $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}$ (水合铜离子), 4 个水分子与 Cu^{2+} 形成配位键, 又叫配位水。还有 1 个水分子与 2 个 SO_4^{2-} 中的氧原子、2 个水分子中的氢原子形成 4 个氢键。 Cu^{2+} 跟 4 个水分子和 2 个 SO_4^{2-} 中的氧原子呈八面体构型(如图 10.5)。因此它的化学式是 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 习惯上写为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 在结晶水合物中, 配位水和以氢键结合的水统称为结晶水。

3. 恒重操作说明。

(1) 硫酸铜晶体应预先研细。

(2) 加热瓷坩埚时应注意坩埚应倾斜放在泥三角上, 用小火加热, 加热时要不断搅拌, 加热后可先将坩埚放在石棉网上, 再移至干燥器内, 并迅速盖上坩埚盖。

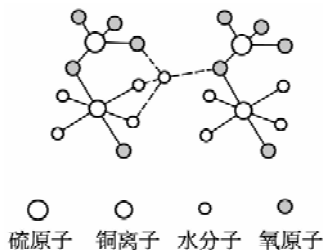


图 10.5 硫酸铜晶体结构

(3) 用坩埚钳移动坩埚或坩埚盖时要小心,以免跌落损坏。

(4) 开启干燥器时应一手固定容器,一手平移盖子,使干燥器盖滑动打开,盖上时也应平移滑动盖上。

4. 关于误差计算方法。

本实验的误差可以用相对误差表示,也可用绝对误差表示。

设 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中实际测定值 $x = x_i$

$$\text{相对误差} = \frac{x_i - 5}{5} \times 100\%$$

$$\text{绝对误差} = x_i - 5$$

由于 $x=5$ 是一个精确值,用绝对误差也能反映实验精确度,也能用于各实验小组间的比较。

5. 测定值与理论值有偏差的原因“思考与讨论”参考解答。

(1) 偏小,原因是使结晶水测定量减小。

(2) 偏小(原因同上)。

(3) 偏大,原因是晶体爆溅,使无水 CuSO_4 量减小,而结晶水量增大。

五、“思考与复习”参考答案

1. 不同意这种看法,原因是你没有参加邻座学生的实验,在一个多人合作实验里,每人只做部分实验,但作为合作者都可以分享共同实验的成果。

2. 例如加热时,晶体溅出瓷坩埚外,又如加热过头,无水 CuSO_4 分解,又如称量错误,硫酸铜晶体多而计量小,都造成测定结果偏大。

3. 实验中因试剂纯度等因素不能达到 $x=5.00$,可能正、负误差相互抵消。

4. $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 2$, C_4H_8 。

10.3 酸碱滴定

一、教学目标

知识与技能

1. 掌握酸碱滴定(即中和滴定)的原理和方法。
2. 学会滴定管的使用,学会用滴定法测定酸或碱的浓度和作误差分析。
3. 学会用滴定法解决简单化学定量测定的实验设计。

过程与方法

1. 认识从被测液 pH 的变化和指示剂的变色来判断滴定终点的探究过程和方法。
2. 感受化学定量测定与化学计算题间的相互转化。

情感态度与价值观

感悟滴定操作中“准确性”的重要性,养成细致认真的实验态度和实事求是的科学精神。

二、重点和难点

重点

1. 酸碱滴定的化学原理。
2. 探究判断滴定终点的方法。

难点

滴定操作。

三、教学建议

1. 课时安排。

全节需 3 课时完成教学。第一课时,测定酸碱原理、探究滴定终点;第二课时,中和滴定基本操作练习;第三课时,学生实验、实验小结。

2. 关于中和滴定化学原理的教学——化学定量测定和化学计算题的相互转化。

教材中用一道简单的酸碱反应的计算题来引入中和滴定的化学原理(这一方法也适用于其他的定量测定)。设定的计算题反映了中和滴定的本质,把它转化为实验过程,就是中和滴定的实验设计。让学生明白哪些是已知量、哪些是测量量,逻辑地引出寻求它们完全反应时酸或碱的体积是实现这一定量测定的关键。

3. 如何用探究的方法来判断滴定终点。

教学中让学生明确探究原因、探究目标和探究过程。

探究原因:使中和滴定成为一种实用的定量测定方法。

探究目标:判断中和反应完全反应点(滴定终点),以碱液(或酸液)逐滴加入一定量的酸液(或碱液)中判断完全反应时加入碱液(或酸液)的体积。

探究过程:酸碱反应时,在一定量酸液中逐渐加入碱液,被测液有哪些特征变化?

得到诸多变化中, pH 变化情况。

根据指示剂在不同 pH 溶液中变色情况(变色范围),提示:能否运用指示剂的变色显示碱液完全反应的时刻?

教师归纳中和滴定加入最后一滴时,被测液 pH 的变化情况,可以根据指示剂颜色变化来确定终点。

探究式教学需要的时间多于接受式教学(有逻辑地讲解),但学生获得的不仅是结论,还有探究方法和探究过程的体验。在探究中教师要加强引导,避免作无方向的探究,可以节省时间。

4. 关于滴定管使用的教学。

教材中引入的滴定管是区别于传统酸式、碱式滴定管的新计量仪器。注意教学中可提及原有滴定管分酸式和碱式两种(有兴趣的学生可以阅读“化学史话”),但不必去分析新旧两种滴定管的区别(特别是操作的差别)。在教学中要介绍滴定管的外形特征和用途,应以“准确性”角度讲解滴定管的使用方法,包括检查、洗涤、润洗、边滴液边摇动锥形瓶的滴定操作。滴定管的刻度、读数方法应与量筒作比较,让学生在练习中领悟和掌握。

5. 建议在学生实验前加强滴定管使用和滴定终点判断的练习。

滴定管的使用和滴定终点的判断是操作难点。在全部滴定操作中,从控制滴定管滴液的快慢、逐滴滴加、边滴边摇动锥形瓶、边滴加边注视锥形瓶内溶液颜色变化,最后一滴滴液

颜色突然变化并不立即返回原色等,这些操作都是为了准确地判断滴定终点。学生可作多次练习,一次练习后再加些被测定液,作第二次练习。

6. 在中和滴定操作后,教师应要求学生实事求是记录实验数据,并对数据进行处理,培养学生严谨的科学态度。同时引导学生注重实验过程的分析,对结果作出误差判断,进一步养成学生定量测定中“准确性”意识,提高误差分析的能力。

7. 学生实验“思考与讨论”参考解答。

实验目的:

- (1) 掌握中和滴定原理和方法。
- (2) 学会滴定管的使用,学会用酸碱滴定来测定氢氧化钠浓度。
- (3) 感受“准确性”在定量测定中的意义,学会误差分析。

实验用品:

滴定管、锥形瓶、滴定管夹、铁架台

0.200 0 mol/L 盐酸、待测氢氧化钠溶液、甲基橙试液、蒸馏水

四、相关链接

1. 强酸强碱滴定时溶液 pH 变化曲线。

用 0.100 0 mol/L 氢氧化钠溶液滴定 20.00 mL 0.100 0 mol/L 盐酸,溶液 pH 变化如图 10.6 所示。

从曲线上可看出,氢氧化钠溶液滴至 20 mL 时的 1 滴(0.04~0.05 mL 作过量半滴),溶液 pH 从 5 突跃至 9(计算数值为 4.30~9.7 又称滴定突跃)。若用酚酞试液作指示剂,则溶液从无色变为粉红色。

由于存在滴定突跃,因此滴定法在定量测定中有较高的精确度。

2. 新滴定管与传统滴定管的区别。

新滴定管没有酸式、碱式滴定管之分(红柄、蓝柄仅为识别之用,无操作差别),没有所加试剂的禁忌。新滴定管活塞塞紧后既能自由转动(不必加润滑剂),又有搭扣扣住,故操作时不必左手控制活塞,右手摇动锥形瓶,学生操作全凭个人生理习惯。新滴定管用棕色刻度线,观察背景有白底蓝线,由于光的折射关系,蓝线在液面下变粗,读数时转动滴定管使粗、细蓝线处于一直线,蓝线粗细交界点所对应的刻度为准确读数。如果观察液面似有两个凹液面,两个凹液面的中间尖端是蓝线粗细交界点。

3. 指示剂的选择。

强酸强碱之间的滴定,酚酞试液和甲基橙试液均可使用。但习惯上用碱液滴定酸液时,用酚酞作指示剂,溶液由无色变为粉红色,这是因为人的肉眼对红色比较敏感;用酸液滴定碱液时,一般用甲基橙来判断滴定终点,溶液由黄色变为橙(黄中出现红)也是这个原因。

4. 目视滴定和滴定自动化。

用肉眼观察的方法来确定滴定终点叫目视滴定。教材的滴定实例是目视滴定,如果滴定反应的完全度不高,某些终点特征如固体完全溶解或溶液开始浑浊,肉眼观察误差太大,

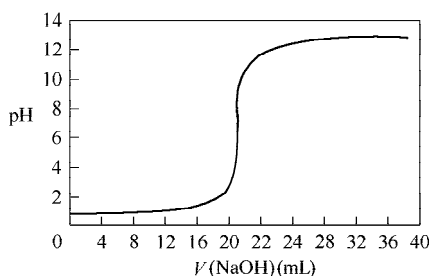


图 10.6 滴定曲线

就要通过仪器来检测终点。目前有测定溶液电位的电位滴定以及电导滴定、光度滴定等,这些方法的优点是提高了滴定的准确度,实现了滴定的自动化。

5. 滴定方式的延伸。

(1) 直接滴定: 如果反应有确定的计量关系,又有适当方法确定终点,一般采用直接滴定。教材中的酸碱滴定就是直接滴定实例。

(2) 返滴定: 盐酸和碳酸钙的反应中,加入恰好反应所需的盐酸时, CaCO_3 溶解不完全,如果先加入过量盐酸,加热使 CaCO_3 完全溶解,再用 NaOH 返滴定剩余的盐酸,就可测定 CaCO_3 的量。

(3) 间接滴定: 如要测定 Ca^{2+} 浓度,先将 Ca^{2+} 沉淀为 CaC_2O_4 ,沉淀洗涤后溶于盐酸生成 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (草酸),再用高锰酸钾溶液来滴定。

(4) 置换滴定: 在 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的滴定中, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 有多种氧化产物,不能直接作氧化还原滴定,先在 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的水溶液中加入过量 KI ,生成 I_2 ,再用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 来滴定 I_2 (用淀粉作指示剂),计量关系为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,总的效果仍然是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 氧化了 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。

五、“思考与复习”参考答案

1. 错误。实验报告应在实验结束后全部完成(理由略)。

2. (1) 偏大; (2) 偏小; (3) 偏大。

3. 可以且合理,计算时,增加的碱液量一并为总量计算。 $c(\text{NaOH}) = 0.1383 \text{ mol/L}$ 。

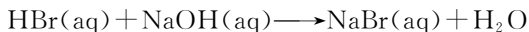
4. 设计应注意: 这是强碱滴定弱酸,滴定终点时,溶液呈碱性,但仍能用酚酞作指示剂。另外,要根据碱的浓度和食醋的浓度是否相差太大,食醋应稀释后滴定。

5. 译文:

我们可以用一种叫做滴定的方法来测量溶液的浓度。把被测的溶液缓慢地加入到一定量的已知(浓度)试剂中与其反应,直到指示剂告诉我们加入的被测溶液的物质的量和已知试剂的物质的量完全一致。

酚酞就是一种酸碱反应的指示剂,当把它滴入酸性溶液中,酚酞无色,当碱性溶液加入时,酚酞又会变成粉红色。

我们通过 HBr 和 NaOH 的反应来阐述酸碱滴定的计算方法。



练习:

滴定反应的情况是, 34.0 mL 浓度为 0.100 mol/L 的氢氧化钠溶液消耗了氢溴酸 25.0 mL ,试计算 HBr 的浓度。

解:

我们应从氢氧化钠还是从氢溴酸开始呢? 我们只知道氢溴酸溶液的体积,但是我们知道氢氧化钠溶液的体积和浓度。看来,从计算溶液中的氢氧化钠物质的量开始是合理的。

氢氧化钠的物质的量 $= 0.100 \text{ mol/L} \times 0.0340 \text{ L} = 3.40 \times 10^{-3} \text{ mol}$

现在该做什么呢? 我们有这两种溶液混合发生反应的平衡化学方程式,我们也知道在

反应中消耗掉的氢氧化钠物质的量。因此我们可以计算消耗这些氢氧化钠所需的溴化氢的物质的量。

溴化氢的物质的量=氢氧化钠的物质的量=3.40×10⁻³ mol

现在我们知道在原先氢溴酸溶液中溴化氢的物质的量,并且也知道溶液的体积。因此我们能计算每升氢溴酸中 HBr 的物质的量,或溶液的物质的量浓度。

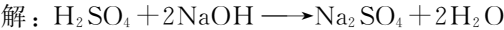
氢溴酸的摩尔浓度 = $\frac{3.40 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.250 \text{ mol}} = 0.136 \text{ mol/L}$

此氢溴酸溶液的浓度是 0.136 mol/L。

回答:

(1) 略。

(2) 如滴定实验表明要 28.0 mL 0.200 mol/L 的氢氧化钠消耗掉 25.0 mL 样品中所有的硫酸,试计算此硫酸溶液的浓度。



$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$

$c(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) = 2c(\text{H}_2\text{SO}_4)V(\text{H}_2\text{SO}_4)$

$28.0 \times 0.200 = 2 \times c(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 25.0$

$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.112 (\text{mol/L})$

小结与思考

1.

计 算 式	定 量 仪 器	关 键 操 作
$1 \text{ mol H}_2 \text{ 的体积} = \frac{V(\text{H}_2)}{m(\text{Mg})} \times 24$	天平、化学反应 气体体积测定仪	装置不漏气、反应前后要用注射器将 B 瓶中导管内外液面抽平、记录气体温度等
$x = \frac{160 \times m(\text{H}_2\text{O})}{18 \times m(\text{CuSO}_4)}$	天平	保证结晶水全部失去(恒重操作),加热 时晶体不损失,冷却须在干燥器内等
$c(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{HCl})V(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})}$	滴定管	滴定管准确读数、滴定管使用前的洗涤、 润洗等

(1) 注入的硫酸体积占据了氢气的体积要扣除, B 瓶内液体体积应加入。

(2) 确保所称量硫酸铜晶体中的结晶水全部失去。

(3) 可以。

3. (1) 仪器都有一定的精确度,试剂也有一定的纯度等级,方法设计也并非完善无缺,人也总有偏差,因此任何定量实验都有一定误差。

(2) 误差一部分由仪器、试剂产生,一部分因偶然因素如环境温度变化等产生,还有人为因素也可引起。

(3) 正确操作克服因人的失误造成的测定错误,使测定达到设计预想的精确程度。

(4) 略。

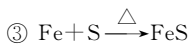
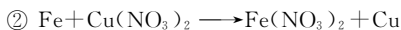
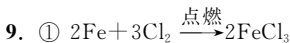
测 定 原 理	简要实验步骤	需直接测定的物理量	主要仪器和试剂
取一定质量的混合物，配制成溶液(已知体积)，取出一定体积，用标准盐酸滴定，依据消耗盐酸的物质的量计算混合物中氢氧化钠的量	(1) 称取一定质量的混合物配制成待测液(如 100 mL) (2) 取 20 mL 待测液，用已知浓度的标准盐酸滴定，用酚酞试液作指示剂，测得消耗盐酸的体积	试样质量(g) 标准盐酸的体积(mL)	容量瓶、滴定管、锥形瓶、电子天平、玻璃棒、烧杯等 混合物试样、标准盐酸、酚酞试液等
取一定质量的混合物，配制成溶液，用盐酸中和后蒸发得到氯化钠固体，根据氯化钠质量计算混合物中氢氧化钠质量分数	(1) 称取一定质量的混合物配制成溶液 (2) 在溶液中加入盐酸、用 pH 试纸测定，当溶液 pH 至 7 时停止加入盐酸 (3) 蒸发溶液，得到氯化钠固体，冷却后称量	试样质量 氯化钠质量	电子天平、烧杯、蒸发皿、酒精灯、玻璃棒等 混合物试样、盐酸、pH 试纸等

《化学练习部分》参考答案

8 走进精彩纷呈的金属世界

8.1 应用广泛的金属材料——钢铁(一)

1. A 2. D 3. D 4. B 5. B 6. D 7. B 8. 青铜器 铁器



10. D 11. C 12. 略

8.1 应用广泛的金属材料——钢铁(二)

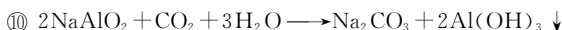
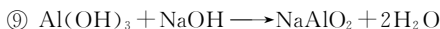
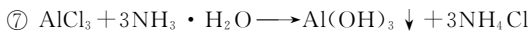
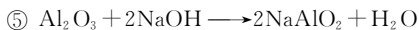
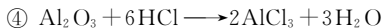
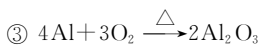
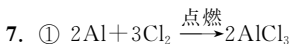
1. D 2. A 3. C 4. B 5. C 6. B 7. A 8. 硫氰化钾溶液 保护层的作用、防止亚铁盐被空气中的氧气氧化成三价铁 9. (1) 3.36 (2) 在加热的过程中部分铁被氧气氧化生成铁的氧化物

8.2 铝和铝合金的崛起(一)

1. D 2. C 3. A 4. C 5. B 6. D 7. B 8. C 9. D 10. A 11. 表面生成一层致密的氧化物薄膜

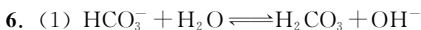
8.2 铝和铝合金的崛起(二)

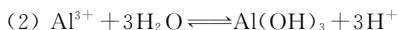
1. C 2. A 3. B 4. A D 5. A 6. D



8.2 铝和铝合金的崛起(三)

1. B 2. B 3. D 4. B D 5. C



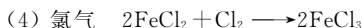
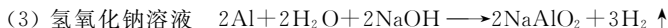
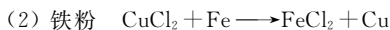
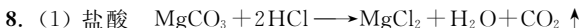


(3) 碱 酸 水解

注:水解的离子方程式不作要求,第6题(1)(2)可不作要求。



(2) 先有白色沉淀生成,后沉淀逐渐消失



本章测试

一、1. D 2. D 3. B 4. A 5. C * 6. A 7. C 8. B 9. B 10. C

二、11. (1) Ba^{2+} (2) Mg^{2+} (3) Fe^{2+} (4) Al^{3+}

注:第6题可选做或不做。

9 初识元素周期律

9.1 元素周期律(一)

1. C 2. C 3. D 4. A 5. C 6. D 7. B 8. A 9. (1) Ag (2) Na (3) Al (4) Fe 10. 元素性质 原子序数或核电荷数 周期性

9.1 元素周期律(二)

1. D 2. D 3. D 4. C 5. B 6. D 7. B 8. (A) ①和⑥ ④和⑤ (B) ④和⑤ (C) ②和④ (D) ②④⑥ 9. D 10. CH_4 NH_3 H_2O HF Ne

9.2 元素周期表(一)

1. 7 7 18 16 短周期和长周期元素 长周期元素 2. 减小 增强 增大 增强 3. D 4. D 5. C 6. A 7. D 8. A 9. B 10. (1) C Mg Al (2) $\text{Mg}^{2+} \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^{2-}$

9.2 元素周期表(二)

1. B 2. B 3. D 4. D 5. C 6. (1) N 元素 C (2) Cu 元素 A、D (3) Fe 元素 A 7. (1) B (2) H (3) ① 略 ② 镁

9.2 元素周期表(三)

1. B 2. B 3. A 4. A 5. C 6. (1) C (2) Cl S (3) K Ca Na (4) Mg O 7. 氢、铍、镁 H_2O 、 BeO 、 MgO

本章测试

一、1. B 2. C 3. C 4. A 5. C 6. C 7. A 8. C 9. C

二、10. (1) SO_2 SO_3 (2) 碱 (3) NaHSO_3 、 NaHSO_4 11. 14 12. (1) $\left(\begin{array}{c}) 2 8 3 \\ (+13) \end{array} \right)$ 三 VII A

(2) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 不能 $\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) HClO_4 强 13. (1) ③ Be ④ B ⑤ N ⑦ Mg (2) HClO_4 HClO_4 (3) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

(4) $4\text{Li} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$ Be 14. 略

10 学习几种定量测定方法

10.1 测定 1 mol 气体的体积

1. 16 g/mol CH_4 2. B 3. 22.45 L 4. 22.5 偏大 5. C 6. A B C C 7. (1) B 瓶中导管内外 (2) 10 mL 稀硫酸 (3) 使 B 瓶中导管内外液面持平, 恢复原状态 8. 稀硫酸体积 10 mL 反应后抽出气体体积 9. (1) 偏小, 针头与针筒脱离而针头仍扎在橡皮塞会造成严重漏气。 (2) 偏大, 等质量的铝产生的氢气多于镁。

10.2 结晶水合物中结晶水含量的测定

1. 7 2. A、C 3. B 4. C 5. (1) 加热 冷却 称量 (2) 恒重 继续重复加热、冷却、称量 连续两次称量相差不超过 0.001 g 判断结晶水合物完全释出结晶水 (3) 干燥器 (4) $\frac{(m_1 - m_2)M}{18m_2}$ 6. (1) 硫酸铜晶体爆溅后, 无水硫酸铜质量变小, 结晶水质量变大而使结果偏大。 (2) 使用不纯的硫酸铜晶体会造成测定不准确。 (3) 防止在冷却过程中吸收空气中水分。 7. (1) 5.13 5.39 5.26 +5.2% (2) ①④

10.3 酸碱滴定

1. 0.187 8 2. (1) 酚酞试液 无 粉红 不断摇动锥形瓶粉红色在 0.5 min 内不褪 (2) 0.974 4 3. 滴定管 11.40 mL 量筒 10.4 mL 4. 酚酞试液 无 粉红 甲基橙试液 黄 橙 5. (1) 防止注入溶液被滴定管内壁附着的水冲稀, 滴定时会多消耗溶液, 造成误差。 (2) 使酸碱充分混合反应, 防止局部酸或碱偏多而使指示剂变色。 (3) 减小误差。 6. (1) 标准酸液被稀释, 滴定时酸液消耗体积增大而使结果偏大。 (2) 待测液损失。使标准酸液消耗体积减少, 结果偏小。 7. (1) 0.110 6 (2) 0.885

本章测试

一、1. C 2. D 3. C 4. A 5. C 6. C 7. B

二、8. 42 g/mol 9. 22.72 L 10. 12 11. 3 : 4 Fe_3O_4 12. (1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 酚酞试液 无 粉红 (3) 0.210 9 mol/L

三、13. 作恒重操作即再加热、冷却、称量, 至连续两次称量相差不超过 0.001 g。 14. 若滴定盐酸, 计算式为 $c(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) = c(\text{HCl})V(\text{HCl})$; 若滴定硫酸, 计算式为 $c(\text{NaOH})V(\text{NaOH}) = 2c(\text{H}_2\text{SO}_4)V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 。

四、15. (1) 盐酸、硝酸有挥发性, 造成气体量增加或造成酸液不足 酸选用硫酸后, 便不能选用 CaCO_3 , 原因是微溶的 CaSO_4 覆盖于 CaCO_3 表面使内部 CaCO_3 无法反应 (2) 避免 CO_2 溶于量气管的水中 (3) 使量气管内气压和外界保持一致 (4) 22.43 L

说 明

本册教材根据上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会制定的课程方案和《上海市中学化学课程标准(试行稿)》编写,供高中二年级第一学期试用。

本教材由长宁区教育局主持编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予试用。

本册教材的编写人员有:

主编:姚子鹏 副主编:陈基福 洪东府

特约撰稿人:(按姓氏笔划为序)阮锦莲 陆惊帆

欢迎广大师生来电来函指出教材的差错和不足,提出宝贵意见。上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会办公室地址:上海市陕西北路 500 号(邮政编码:200041),联系电话:62560016(总机转)、52136338;出版社电话:64089888。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十三条,关于“为实施九年制义务教育和国家教育规划而编写出版教科书,除作者事先声明不许使用的外,可以不经著作权人许可,在教科书中汇编已经发表的作品片段或者短小的文字作品、音乐作品或单幅的美术作品、摄影作品,但应当按照规定支付报酬,指明作者姓名、作品名称”的有关规定,我们已尽量寻找原作者支付报酬。原作者如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。



责任编辑 黄金国
孙丽伟
封面设计 陈 蕾

经上海市中小学教材审查委员会
审查准予试用 准用号 II-GJ-2008015

高级中学
化学教学参考资料
高中二年级第一学期
(试用本)

上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号, 邮政编码200235)

上海新华书店发行 常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 3 字数 59 000
2008 年 8 月第 1 版 2011 年 5 月第 4 次印刷
ISBN 978 - 7 - 5323 - 9501 - 9/G · 2055

定价: 6.00 元



此书如有印、装质量问题, 请径向本社调换
上海科学技术出版社电话: 64089888