



前言

QIAN YAN

真正上好一节课的前提 ,就是要有一个让人赏心悦目的好教案。

当今素质教育下的考试改革和教材改革带动了课堂教学改革 ,课堂教学改革的关键是教案的革命。过去的教师一言堂怎样变成今天的师生互动大课堂 ,过去的以知识为主怎样转换成今天的能力立意 ,过去的只强调学科观念怎样转变为今天的综合素质培养 ,过去的上课一幅挂图怎样换成今天的多媒体 ,这些都是课堂教学改革面临的重要课题。有的教师牺牲节假日苦熬也不得要领 ,有的教师挑灯夜战也不得其法。为了帮助广大教师更好地把握新教材 ,推广优质教研成果 ,我们特意组织了一批富有新教材教学经验的教育专家、教研人员和一线优秀教师 ,依据教学大纲要求编写了《高中新教材优秀教案》一书。

本书在编写过程中 ,力求做到以下几点 :

1. 渗透先进的教育思想 ,充分利用现代化教学手段 ,提高课堂教学效果。整个教案体现教师主导作用和学生主体地位兼顾 ,立足以学生发展为中心 ,注重学生学习能力及思维方式的培养。
2. 教材分析辩证精辟 ,对教材内容的取舍精当 ,力求突出重点 ,突破难点。
3. 参照新大纲要求 ,结合新教材特点 ,科学合理地分配课时。
4. 科学组织课堂教学 ,优化 45 分钟全程 ,充分体现教学进程的导入、推进、高潮、结束几个阶段。注重活动课的设计 ,体现课堂内师生间、学生间灵活互动。
5. 板书设计明晰、准确 ,并力求网络化以起到在教学过程中画龙点睛的作用。
6. 注重技能、技巧的传授 ,由课内到课外 ,由知识到能力 ,追求高水平的教学艺术。
7. 以教材内容的“节”或“课”为教学单位 ,分课时备课(每课时教案字数在 4000~5000 字之间)。



8. 展示了目前常用的各类先进教具的使用方法 ,提供了鲜活、详实的备课参考资料 ,体现了学科间交叉综合的思想。

依据教案撰写的规律和教学的实际需求 ,本书主要设置了如下栏目 :

[教学目标]以教材内容的“节”或“课”为教学单位 ,简明扼要地概括 ,分条叙述。其内容按文道统一的思想 ,涉及德育与智育两大方面 ,让学生的学习做到有的放矢。

[教学重点]简明准确地分条叙述各课(节)中要求学生掌握的重点知识和技能。

[教学难点]选择学科知识中的难点问题 ,逐条叙述 ,以便学生理解和掌握。

[教学方法]具体地反映最新的教学思想和独到的授课技巧 ,突出实用性。

[教具准备]加强直观教学 ,启迪学生的形象思维。通过多媒体、CAI 课件的使用 ,加深学生对课本知识的记忆和理解。

[备课资料]联系所授内容 ,汇集生活实际、社会热点、科技前沿等领域内与之相关的材料 ,形成资料性强的鲜明特点。并设计开放型问题供学生讨论 ,设置探究性课题供学生研究 ,或者科学设计能力训练题供学生课外练习。

本套丛书按学科分为语文、数学、英语、物理、化学、历史、政治、地理八册出版 ,具有较强的前瞻性、实用性和参考价值。

我们愿以执着的追求与奉献 ,同至尊的同行们一起共同点亮神圣的教坛烛光。

编 者

2003 年 1 月

目
录

第五章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构·····	(001)
第二节 元素周期律·····	(016)
第三节 元素周期表·····	(029)
第四节 化学键·····	(059)
第五节 非极性分子和极性分子·····	(077)
实验六 同周期、同主族元素性质的递变·····	(089)
复习课·····	(095)
本章测评·····	(107)

第六章 硫和硫的化合物 环境保护

第一节 氧族元素·····	(116)
* 硫化氢·····	(133)
第二节 二氧化硫·····	(144)
第三节 硫 酸·····	(158)
第四节 环境保护·····	(177)
实验七 浓硫酸的性质 硫酸根离子的检验·····	(195)
复习课·····	(200)
本章测评·····	(207)

第七章 硅和硅酸盐工业

第一节 碳族元素·····	(215)
第二节 硅酸盐工业简介·····	(235)
第三节 新型无机非金属材料·····	(244)
本章测评·····	(254)
化学实验方案的设计·····	(261)
实验八 实验习题·····	(272)



第五章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构

教学目标

1. 复习原子构成的初步知识,使学生懂得质量数和 $\frac{A}{Z}X$ 的含义,掌握构成原子的粒子间的关系。
2. 使学生了解关于原子核外电子运动特征的常识。
3. 了解核外电子排布的初步知识,能画出1~18号元素的原子结构示意图。
4. 培养学生的空间想象能力、抽象思维能力、科学的分析推理能力及对所学知识进行应用的能力。
5. 使学生认识到物质的结构决定物质的性质。

教学重点

原子核外电子的排布规律

教学难点

1. 原子核外电子运动的特征
2. 原子核外电子的排布规律

课时安排

2课时

教学方法

启发、诱导、设问、激疑、形象比喻、讨论、练习、讲述

教学用具

投影仪、胶片、画面一样的音乐贺卡和普通贺卡、铁锁、电脑

教学过程

★第一课时

[引言]

[教师举起两张外表一样的生日贺卡]

[师]同学们,我这儿有两张生日贺卡,现在我把它打开,请大家说出它们最明显的不同点在哪里?

[教师打开贺卡]

[生]一个会响,一个不会响。

[师]如果你想要知道这张音乐贺卡为什么会发出美妙动听的声音,你首先想要做的是什

[生]拆开看看!

[师]对!也就是说首先要了解它的结构。我们知道,一种物质之所以区别于另一种物质,是由于它们具有不同的性质。而它们的性质又决定于它们各自的结构。因此,我们很有必要掌握有关物质结构的知识。然而,自然界的物质太多太多,如果我们不假思索地去一个一个地进行认识的话,既耗时间又费精力,这显然是不切合实际的。这就需要我们在研究物质结构的基础上,总结出一些规律,并以此来指导我们的实践。

本章我们就来学习这方面的内容。

[板书]第五章 物质结构 元素周期律

[师]研究物质的结构首先要解剖物质。我们知道,化学变化中的最小粒子是原子,化学反应的实质就是原子的重新组合,那么,是不是任何两个或多个原子的接触都能生成新物质呢?举例说明。

[引导学生根据前面学过的知识来进行分析,如 H_2 与 F_2 在冷暗处就能反应,而 H_2 和 I_2 在常温下却不反应; Na 与 O_2 常温下迅速反应生成 Na_2O ,而真金却不怕火炼;再如稀有气体等等……]

[师]为什么常温下氢原子与氟原子“一拍即合”,而氢原子与氖原子却“老死不相往来”呢?

要知道究竟,必须揭开原子内部的秘密,即认识原子的结构。

[板书]第一节 原子结构(第一课时)

[师]关于原子结构,我们在初中就已熟悉。请大家说出构成原子的粒子有哪些?它们怎样构成原子的?

[生]构成原子的粒子有质子、中子、电子三种;其中,质子和中子构成了原子的原子核,居于原子中心,电子在核外做高速运动。

[师]很好,下面我们用如下形式把它表示出来。

[板书]一、原子结构

原子 $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子} \\ \text{中子} \end{array} \right. \\ \text{核外电子} \end{array} \right.$

[师]下面,我们通过下表来认识一下构成原子的粒子及其性质。

[投影展示表 5—1]

表 5—1 构成原子的粒子及其性质

构成原子的粒子	电 子	质 子	中 子
电性和电量	1 个电子带 1 个单位负电荷	1 个质子带 1 个单位正电荷	不显电性
质量/kg	9.109×10^{-31}	1.673×10^{-27}	1.675×10^{-27}
相对质量	1/1836(电子与质子质量之比)	1.007	1.008

[师]通过上表我们知道,构成原子的粒子中,中子不显电性,质子带正电,电子带负电。

我这儿有一把铁锁,(举起铁锁)接触它是否会有触电的感觉?

[生]不会。

[师]金属均由原子构成,而原子中又含有带电粒子,那它为什么不显电性呢?

[生]因为原子内部,质子所带正电和电子所带负电电量相等、电性相反,因此原子作为一个整体不显电性。

[师]对,从原子的结构我们可知,原子核带正电,其所带的电荷数——核电荷数决定于核内质子数,我们用 Z 来表示核电荷数,便有如下关系:

[板书]核电荷数(Z)=核内质子数=核外电子数。

[师]下面,我们再来深入了解一下原子核与原子的关系。

[问]谁能形象地比喻一下原子核和原子的体积的相对大小?

[生]甲回答:如果把原子比作一座十层大楼,原子核就像放置在这所大楼中央的一个樱桃。

乙回答:如果假设原子是一座庞大的体育场,而原子核只相当于体育场中央的一只蚂蚁。

[师]回答得很好,甲比喻说明对初中的知识掌握很牢固;乙比喻说明大家对新课的预习很到位。

确切地讲,原子核的体积只占原子体积的几千万亿分之一。原子核虽小,但并不简单,它是由质子和中子两种粒子构成的,几乎集中了原子的所有质量,且其密度很大。

[投影展示有关原子核密度的资料]原子核密度很大,假如在 1 cm^3 的容器里装满原子核,则它的质量就相当于 $1.2 \times 10^8\text{ t}$,形象地可以比喻为需要 3000 辆载重 4 t 的卡车来运载。

[师]其实,从表 5—1 中所示电子、质子、中子的相对质量也可得出原子的质量主要集中在原子核上的结论。从表中可看出,质子和中子的相对质量均近似等于 1,而电子的质量只有质子质量的 $1/1836$,如果忽略电子的质量,将原子核内所有质子和中子的相对质量取近似值加起来,所得数值便近似等于该原子的相对原子质量,我们把其称为质量数,用符号 A 表示。中子数规定用符号 N 表示。则得出以下关系:

[板书]质量数(A)=质子数(Z)+中子数(N)

[师]这样,只要知道上述三个数值中的任意两个,就可推算出另一个数值来。

在化学上,我们用符号 ${}^A_Z\text{X}$ 来表示一个质量数为 A 、质子数为 Z 的具体的 X 原子。如 ${}^{12}_6\text{C}$ 表示质量数为 12,原子核内有 6 个质子的碳原子或原子核内有 6 个质子和 6 个中子的碳原子。

思考:“ ${}^{16}_8\text{O}$ ”与“ O ”所表示的意义是否相同?

[答: ${}^{16}_8\text{O}$ 表示一个具体的氧原子,而 O 除了表示一个氧原子外,还表示氧元素]

[师]请大家做如下练习

[投影练习]

粒子符号	质子数(Z)	中子数(N)	质量数(A)	用 ${}^A_Z\text{X}$ 表示为
① O	8		18	
② Al		14	27	
③ Ar	18	22		
④ Cl				${}^{35}_{17}\text{Cl}$
⑤ H				${}^1_1\text{H}$

[答案]① ${}^{18}_8\text{O}$ ② ${}^{27}_{13}\text{Al}$ ③ ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ ④ 17 18 35 ⑤ 1 0 1

[师]由以上计算我们可得出,组成原子的各粒子之间的关系可以表示如下:

[板书] 原子 ${}^A_Z\text{X}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子 } Z \text{ 个} \\ \text{中子 } N \text{ 个} = (A - Z) \text{ 个} \end{array} \right. \\ \text{核外电子 } Z \text{ 个} \end{array} \right.$

思考 1:是不是任何原子核都是由质子和中子构成的?

[答:不是,如上述练习中 ^1H 原子,核内就只有一个质子而无中子]

思考 2:假如原子在化学反应中得到或失去电子,它还会显电中性吗?此时,它还可以称作原子吗?

[答:原子失去或得到电子后,分别带正电和负电,不显电中性;形成的带正电荷的粒子叫阳离子,带负电荷的粒子叫阴离子;离子指的是带电的原子或原子团]

[问]离子所带电荷数与原子在化学反应中失去或得到的电子数之间有什么联系?

[生]离子所带电荷数等于原子在化学反应中失去或得到的电子数。

[师]回答得很好。也即:

[讲解并板书]离子所带电荷数=质子数-核外电子数

[师]这样,我们可根据粒子的核内质子数与核外电子数的关系,来判断出一些粒子是阳离子还是阴离子。

请大家口答下列问题:

[投影]1. 当质子数(核电荷数) $>$ 核外电子数时,该粒子是_____离子,带_____电荷。

2. 当质子数(核电荷数)_____核外电子数时,该粒子是阴离子,带_____电荷。

[答案]1. 阳 正 2. $<$ 负

[师]根据以上结论,请大家做如下练习。

[投影练习]填写表中空白。

粒子符号	质子数	电子数
① S^{2-}		
② $^A\text{X}^{n+}$	x	
③ $^A\text{Y}^{m-}$		y
④ NH_4^+		
⑤ OH^-		

[学生活动,教师巡视,并指正错误]

[答案]①16 18 ② $x-n$ ③ $A-y+m$ ④11 10 ⑤9 10

[小结]本节课我们重点讲了原子结构及构成原子的各粒子之间的关系及其性质,它是几代科学家经过近半个世纪的努力才得出来的结论。

[作业]1. 用 ^A_ZX 符号的形式表示出 10 种原子。

2. 课本第 96 页,二、1、2。

[参考练习]1. α 射线是 α 粒子组成的, α 粒子是一种没有核外电子的粒子,它带有 2 个单位正电荷,质量数等于 4,由此可判断, α 粒子带有_____个质子,_____个中子。

2. 某粒子用 $^A_Z\text{R}^{n-}$ 表示,下列关于该粒子的叙述正确的是 ()

A. 所含质子数 $=A-n$ B. 所含中子数 $=A-Z$

C. 所含电子数 $=Z+n$ D. 所带电荷数 $=n$

3. 某元素 M^{n+} 核外有 a 个电子,该元素的某种原子的质量数为 A ,则该原子的核内中子数为 ()

A. $A-a+n$ B. $A-a-n$ C. $A+a-n$ D. $A+a+n$

参考答案:1. 2 2. BC(D 选项所带电荷数应标明正负) 3. B

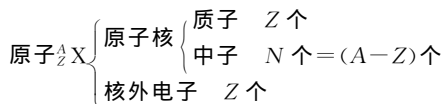


板书设计

第五章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构(第一课时)

一、原子结构



核电荷数(Z) = 核内质子数 = 核外电子数

质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

离子所带电荷数 = 质子数 - 核外电子数

教学说明

本节教材是在学生初中学习过的《原子》的基础上来进一步学习有关原子结构知识的。由于本节教学内容无演示实验,理论性较强,学生对此处的内容容易产生枯燥感。为此,采用了旧中引新、设问激疑的方法,对学生进行精心的引导,并结合形象的比喻,让学生亲自参与到学习新知识的过程中来,最后通过对所学知识的应用——练习,使本节课的知识得以巩固。

另外,本节教材的第一部分内容,用原子结构或构成原子的粒子的相互关系做标题更为合适。此处,采取了前者。

教师还可根据具体情况,向学生讲述《备课资料》中有关“探索原子世界”的内容,以提高学生学习的兴趣和积极性,并激发和培养他们探索未知世界的信心。

★第二课时

[引言]从上一节课我们所学的知识可以知道:原子核相对于原子很小,即在原子内部,原子核外,有一个若大的空间供电子运动,那么,电子在核外的运动与宏观物体是否相同?我们又怎样来描述核外电子的运动呢?下面我们就来探讨这个问题。

[板书]第一节 原子结构(第二课时)

二、原子核外电子运动的特征

[师]请大家观察以下物体运动的特点,并注意它们的运行轨迹是否确定。

- [电脑演示以下运动] 1. 物质的自由落体运动; 2. 火车的运动; 3. 炮弹的抛物线运动; 4. 天体的运行;
5. 氢原子的一个电子在核外闪烁运动。

[讨论]核外电子的运动规律跟宏观物体的运动规律有什么不同?

[生] 1. 宏观物体的运动有固定的方向,电子没有。

2. 宏观物体的运动有确定的路线,电子没有。

[讲述]正如大家所述,宏观物体的运动,如天体的运行、导弹的发射、车辆的行驶等,它们都有确定的轨道,我们可用宏观物体的运动规律准确地测出它们某一时刻所处的位置和运动速度,可以描画出它们的运动轨迹。

当电子在原子核外很小的空间内作高速运动时,其运动规律跟普通物体不同。它们没有确定的轨道,因此,我们不能准确地测定电子在某一时刻所处的位置和运动速度,也不能描画出它的运动轨迹。

那么,我们应该如何去描述核外电子的运动呢?让我们先来研究氢原子核外的一个电子的运动特点。

[电脑显示]氢原子核外一个电子的运动示意图(由慢到快)

[师]我们看到,当电子的运动速度加快时,在原子核周围有一团云雾,我们形象地称它为“电子云”——电子形成的云雾之意。

[问]氢原子核外只有一个电子,它怎么能形成一团云雾呢?

[启发]这是由于电子在核外的运动速度太快($2.2 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),使我们眼花缭乱的结果。

[问]大家有没有在什么地方见过类似的现象?

[引导学生进行联想]

[生]1. 快速进退录像带时,与此情景有点相似。

2. 武打影片里,形容剑舞得快时,舞剑人的周围常是一团剑影。

3. 科幻动画片里,飞碟的运行及争斗场面。

4. 风车快速旋转时的现象。

[师]好,大家的联想很丰富。以上场面,都有一个共同的特点——快。电子的运动速度更快得多。因此,在核的周围形成带负电的电子云便好理解了。由于电子难以捕捉,又没有确定的轨道,我们在描述核外电子的运动时,只能指出它在原子核外空间某处出现机会的多少。

[投影展示](在通常状况下氢原子电子云示意图)

[讲述]图中的每一个小黑点表示电子曾在那里出现过一次。黑点多的地方——也即电子云密度大的地方,表明电子在核外空间单位体积内出现机会多,反之,出现的机会少。从这张图中,我们可以看出,氢原子的核外电子在离核远的地方单位体积内出现的机会少,在离核近的地方单位体积内出现的机会多。

因此,原子核外电子运动的特征是:

[板书并讲述]运动速度快,没有确定的轨道,可用电子云形象地表示。

[过渡]在氢原子的核外,只有一个电子,运动情况比较简单。对于多电子原子来讲,电子运动时是否会在原子内打架?它们有没有一定的组织性和纪律性呢?下面我们就来学习有关的知识。

[板书]三、原子核外电子的排布

[讲解]科学研究证明,多电子原子中的电子排布并不是杂乱无章的,而是遵循一定规律。通常,能量高的电子在离核较远的区域运动,能量低的电子在离核较近的区域运动。这相当于看足球比赛,观众中坐在最外面的人往往是活动余地最大的(能量高),而里面的人往往是活动余地较小的(相当于能量低的电子);我们可以把他们的座位分为甲、乙、丙、丁等不同的区域。同样,我们可以把核外电子运动的不同区域按能量的低高,分为1、2、3、4……等不同的电子层,并分别用符号K、L、M、N……来表示。

[讲解并板书]1. 电子层的划分

电子层(用 n 表示)1、2、3、4……

电子层符号 K、L、M、N……

离核距离 近————→远

能量高低 低————→高

[师]核外电子的分层运动,又叫核外电子的分层排布。核外电子的分层排布,遵循以下规律:

[讲解并板书]2. 核外电子的排布规律

(1)各电子层最多容纳的电子数是 $2n^2$ (n 表示电子层)

(2)最外层电子数不超过8个(K层是最外层时,最多不超过2个);次外层电子数目不超过18个,倒数第三层不超过32个。

(3)核外电子总是尽先排布在能量最低的电子层,然后由里向外从能量低的电子层逐步向能量高的电子



层排布(即排满 K 层再排 L 层,排满 L 层才排 M 层)。

[师]以上规律是相互联系的,不能孤立地机械地套用。

知道了原子的核电荷数和电子层的排布规律以后,我们就可以画出原子结构示意图。

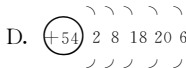
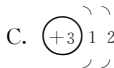
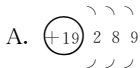
如钠原子的结构示意图可表示为 $\text{Na} \left(\begin{array}{c} \text{+11} \\ \text{2 8 1} \end{array} \right)$,请大家说出各部分所表示的含义。

[生]圆圈表示原子核,+11 表示核电荷数,弧线表示电子层,弧线上的数字表示该层电子数。

[练习]请根据以上规律填写课本 P_{93} 表 5—3 核电荷数为 1~20 的元素原子核外电子层排布。

[学生练习,教师巡视]

[投影练习]1. 判断下列示意图是否正确?为什么?



[答案](A、B、C、D 均错)A、B 违反了最外层电子数为 8 的排布规律,C 的第一电子层上应为 2 个电子,D 项不符合次外层电子数不超过 18 的排布规律。

2. 根据核外电子排布规律,画出下列元素原子的结构示意图,并与课本 P_{36} 和 P_{72} 相对照:

(1) ${}_3\text{Li}$ ${}_{11}\text{Na}$ ${}_{19}\text{K}$ ${}_{37}\text{Rb}$ ${}_{55}\text{Cs}$

(2) ${}_9\text{F}$ ${}_{17}\text{Cl}$ ${}_{35}\text{Br}$ ${}_{53}\text{I}$

[师]请大家分析课本 P_{93} 表 5—2 稀有气体元素原子电子层排布。

[问]稀有气体的最外层电子数有什么特点?

[生]除氦为 2 个外,其余均为 8 个。

[问]元素的化学性质主要决定于哪层电子?

[生]主要决定于最外层电子数。

[问]稀有气体原名为惰性气体,为什么?

[生]因为它们的化学性质懒惰,不活泼,一般不易和其他物质发生化学反应。

[师]我们把以上分析归纳起来,会得出什么结论呢?

[生]原子最外层电子数为 8 的结构,不易起化学反应。

[师]回答得很好。通常,我们把最外层 8 个电子(只有 K 层时为 2 个电子)的结构,称为相对稳定结构。如稀有气体的原子就是上述结构,一般不与其他物质发生化学反应。当元素原子的最外层电子数小于 8(K 层小于 2)时,是不稳定结构。在化学反应中,具有不稳定结构的原子,总是“想方设法”通过各种方式使自己的结构趋向于稳定结构。

[板书]3. 稳定结构与不稳定结构

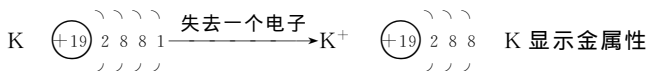
[问]依据氯原子和钠原子的结构示意图分析,在发生化学反应时,它们的最外层电子分别容易发生怎样的变化?

[生]钠原子易失去一个电子形成 8 电子稳定结构,氯原子易得一个电子形成 8 电子稳定结构。

[概括总结]很对,原子的核外电子排布,特别是最外层电子数决定着元素的主要化学性质。从初中所学知识,我们知道,金属元素的原子最外层电子数一般少于 4 个,在化学反应中比较容易失去电子达到相对稳定结构,表现出金属性;而非金属元素的最外层一般多于 4 个电子,在化学反应中易得到电子而达到 8 个电子的相对稳定结构,所以非金属元素表现出非金属性。

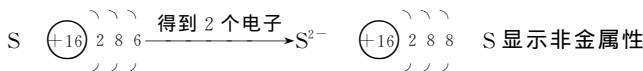
请大家看以下投影:

「投影展示」



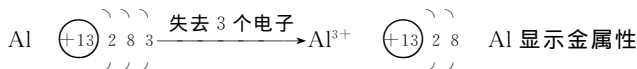
钾原子

钾离子



硫原子

硫离子



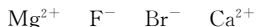
铝原子

铝离子

[师]从以上投影可以看出,原子得到或失去电子后的阴阳离子也可用结构示意图来表示,称作离子结构示意图。

「板书」4. 离子结构示意图

〔投影练习〕1. 写出下列离子的离子结构示意图:

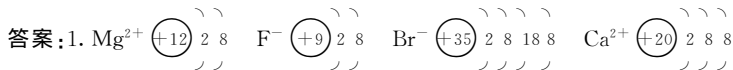


2. 填空

(1)当质子数(核电荷数)=核外电子数时,该粒子是 , 电性。

(2)当质子数(核电荷数) $>$ 核外电子数时,该粒子是 离子,带 电荷。

(3)当质子数(核电荷数) $<$ 核外电子数时,该粒子是 离子,带 电荷。



2. (1)原子 不显 (2)阳 正 (3)阴 负

〔师〕请大家口答下列问题：

「投影练习」1. 下列有关电子云及示意图的说法正确的是

()

A. 电子云是笼罩在原子核外的云雾

B. 小黑点多的区域表示电子多

C. 小黑点疏的区域表示电子出现的机会少

D. 电子云是用高速照相机拍摄的照片

2. 下列原子结构示意图中,正确的是

()



3. 某元素的原子核外有 3 个电子层,最外层有 4 个电子,该原子核内的质子数为

()

A. 14

B. 15

C. 16

D. 17

答案: 1. C 2. B 3. A

[小结]本节课我们学习了原子核外电子的运动特征和核外电子排布,知道原子核外的电子运动速度快,确定的轨道,可以用电子云形象地表示;多电子原子中的核外电子的运动并不是杂乱无章的,而是按一



定的规律排布。

[作业]教材 P₉₅ 一、1、2

板书设计

第一节 原子结构(第二课时)

二、原子核外电子运动的特征

运动速度快,没有确定的轨道,可用电子云形象地表示。

三、原子核外电子排布

1. 电子层的划分

电子层(用 n 表示)1、2、3、4……

电子层符号 K、L、M、N……

离核距离 近————→远

能量高低 低————→高

2. 核外电子的排布规律

(1)各电子层最多容纳的电子数是 $2n^2$ 个(n 表示电子层)

(2)最外层电子数不超过 8 个(K 层是最外层时,最多不超过 2 个);次外层电子数目不超过 18 个,倒数第三层不超过 32 个。

(3)核外电子总是尽先排布在能量最低的电子层,然后由里向外从能量低的电子层逐步向能量高的电子层排布(即排满 K 层再排 L 层,排满 L 层才排 M 层)。

3. 稳定结构与不稳定结构。

4. 离子结构示意图。

教学说明

本节课内容较抽象,理论性强。教师在授课时要从学生的实际出发,注意掌握教材的深广度。既要注意把握科学的严密性,又要考虑学生的可接受性,并尽量用直观教具和形象的比喻使抽象的概念具体化,从而调动学生的学习积极性。

教材在编写原子核外电子的排布这部分内容时,采取了探究式的方法。即先讨论核电荷数为 1~20 的元素的原子核外电子排布,再总结出规律。这里采取了先给出核外电子的排布规律,再让学生写出 1~20 号元素的原子核外电子排布的顺序。在此基础上,对稀有气体的电子排布进行分析、讨论、启发,从而得出稳定结构与不稳定结构的含义。把两种方法应用于两个并行班,实验结果是后一种方法可以使课堂结构紧凑,学生对课堂知识掌握得牢固程度也要比前一种方法好。教学过程中,因为学生要亲自参与分析、归纳、练习等环节,其学习的积极性有增无减,从而达到了较好的教学效果。

备课资料

一、知识要点

1. 对原子结构模型的理解

原子所占的空间几乎是电子的运动区域,原子核的大小可忽略不计;原子质量几乎都集中在原子核上,电子的质量可忽略不计,整个原子不显电性。

2. 原子核

构成原子的三种粒子——质子、中子和电子。

(1) 质子、中子和电子三种粒子的电量、电性、质量

(2) 两个重要的关系式：

① 核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

② 质量数(A) = 质子数(Z) + 中子数(N)

(3) 原子组成符号的意义

3. 原子核外电子运动的特征

(1) 电子运动规律与宏观物体不同

(2) 电子云

4. 原子核外电子的排布

(1) 电子层、电子层的符号

(2) 核外电子排布的规律

(3) 稳定结构与不稳定结构

(4) 原子结构示意图、离子结构示意图

二、考点归纳

有关原子结构知识的考查,主要体现在以下几个方面:

1. 关于原子的组成及各粒子之间的关系。

2. 分子、原子、离子核外电子数的比较。

3. 粒子半径大小的比较。

命题多以选择题形式出现,且常以重大科技成果为题材、寓教于考、突出教育性与实践性,由于原子结构的发现源于物理学中 α 粒子的运动实验,无疑,原子结构成了理化学科间的综合素材。

三、知识补充

1~20 号元素的一些常用规律

1. 常见电子数相同的粒子

(1) 10 电子的粒子

	分子	离子
一核 10 电子的	Ne	Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 O^{2-} 、 F^-
二核 10 电子的	HF	OH^-
三核 10 电子的	H_2O	NH_2^-
四核 10 电子的	NH_3	H_3O^+ (水合氢离子)
五核 10 电子的	CH_4	NH_4^+

(2) 18 电子分子: Ar 、 F_2 、 H_2O_2 、 HCl 、 H_2S 、 PH_3 、 SiH_4

18 电子离子: S^{2-} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 $[\text{O}_2]^{2-}$ 、 HS^- 。

2. 原子次外层电子数是最外层电子数 2 倍的元素是 Li 、 Si 。

原子次外层电子数与最外层电子数相等的元素是 Be 、 Ar 。

原子次外层电子数是最外层电子数 $1/2$ 的元素是 C 。

原子次外层电子数是最外层电子数 $1/3$ 的元素是 O 。

原子次外层电子数是最外层电子数 $1/4$ 的元素是 Ne 。



四、总结、扩展

对于涉及质子、中子、电子数目的计算题,一般的思维方式是:首先算出“指定对象”的物质的量,然后计算 1 mol“指定对象”中所含指定粒子的数目,最后求出结果。这样,会避免因思维无序而出错。

例:已知 R 阴离子 R^{n-} 的核内中子数为 $A-x+n$, 其中 A 为 R 的质量数,则 $m \text{ g } R^{n-}$ 的核外电子数为(用阿伏加德罗常数 N_A 表示)_____。

解析:本题中指定对象为 R^{n-} , 指定粒子为电子。做题时要依次解决以下问题:

$$(1) m \text{ g } R^{2-} \text{ 的物质的量为 } \frac{m}{A} \text{ mol}$$

(2) 一个 R^{2-} 中所含电子数为

$$\underbrace{A - (A - x + n)}_{\text{核内质子数} = \text{原子核外电子数}} + n = x$$

核内质子数 = 原子核外电子数

1 mol R^{2-} 中所含电子数为 $x N_A$

$$(3) m \text{ g } R^{n-} \text{ 的核外电子数为 } \frac{m}{A} \times x N_A = \frac{mx N_A}{A}$$

答案: $\frac{mx N_A}{A}$

动脑筋:在 1911 年前后,新西兰出生的物理学家卢瑟福把一束变速运动的 α -粒子(质量数为 4 的带 2 个正电荷的质子粒),射向一片极薄的金箔。他惊奇地发现,过去一直认为原子是“实心球”,而由这种“实心球”紧密排列而成的金箔,竟为大多数 α -粒子畅通无阻的通过,就像金箔不在那儿似的,但也有极少数的 α -粒子发生偏转,或被笔直地弹回。根据以上实验现象能得出关于金箔中 Au 原子结构的一些结论,试写出其中的三点:(1)_____;(2)_____;(3)_____。

解答:此题为一信息题,解答时需要仔细理解题给信息。由带正电的 α 粒子大多数能畅通无阻地通过金原子,说明在金原子内部未遇上障碍物,即金原子内部有一个偌大的空间,少数被笔直地弹回,说明金原子内部存在原子核,且其质量比 α 粒子要大得多;从少数 α 粒子发生偏转,或被弹回,说明金原子核与 α 粒子带有同性电荷,即正电荷,且所带电荷数远大于 α 粒子,至此,可得出以下三点结论:

- (1) 金原子中存在原子核,它占有原子中极小的体积;
- (2) 原子核带正电荷,且电荷数远大于 α 粒子;
- (3) 金原子质量远大于 α 粒子。

五、阅读资料

1. “中子不带电,电子带一个单位的负电荷”的说法正确吗?

在 20 世纪 50 年代前,科学界普遍认为“中子是不带电的粒子”,但近年来科学家通过高能物理实验发现,中子并不是完全不带电荷,而是其所带负电荷与正电荷的电量相等,电性相反,刚好抵消,所以中子呈电中性。中子不带电的说法不科学。

科学家们发现不仅有带负电荷的负电子,还有带正电荷的正电子。负电子和正电子的质量相等,所带的电荷量也相等,但电性恰好相反。所以,我们所说的电子实际上是负电子,因此“电子带一个单位的负电荷”的说法应该改成“带一个负电荷的电子”。

2. 探索原子世界

世界万物是由什么组成的?

古希腊学者认为,土、气、火、水这四种元素是万物组成的本源,这叫“元素说”。

对“元素说”持不同意见的古希腊学者德谟克利特认为,宇宙万物只有一种起源,那是一种极微小的颗

粒,它小到不能再分割了,德谟克利特给它取了个名字——原子(这个名字的希腊原文意即不可再分割)。

于是“原子论”与“元素说”展开了一场大辩论,辩论的结果是元素说胜利了。

原子论为什么会失败呢?说来也不奇怪,水、火、土、木这些元素即使在古代都是随处可见的,人们看得见、摸得着。然而,原子是什么东西呢?有谁看到过原子吗?相比之下,元素说比原子论更直观、更实在,因此,在“世界是由什么组成的”这样一个哲学问题的争论中,元素说占了上风,而且统治了学术界达 2000 年之久。

18 世纪中叶,化学家们发现水可以分解为氢和氧,而且,人们从不同的“土”(矿石)中炼出铜、铁、金、银等许多金属。由此看来,古希腊学者提出的 4 种元素都不是最简单的东西。

随着发现的元素越来越多,一个问题很自然地被提出来了:这么多元素是不是由更简单的东西所组成的?攻克这个难题的是英国化学家道尔顿。

道尔顿在研究中发现了倍比定律,并在此基础上提出了原子论:

1. 一切物质都是由不可见的、不可再分割的原子组成。原子不能自生自灭。
2. 同种类的原子在质量、形状和性质上都完全相同,不同种类的原子则不同。
3. 每一种物质都是由它自己的原子组成的。单质是由简单原子组成的,化合物是由复杂原子组成的(即我们现在所说的分子),而复杂原子又是由为数不多的简单原子所组成。复杂原子的质量等于组成它的简单原子的质量的总和。

在道尔顿的原子学说中,原子是元素的最小单元,它们是不可再分割的。原子真的是不可再分割的微小粒子吗?这个观点在 19 世纪末受到了严重的挑战。

19 世纪末生产技术的发展,已有可能借助于实验观察电子的行踪。1896 年剑桥大学著名的卡文迪许实验室年轻有为的主任汤姆生用一只特制的阴极射线管进行了一项实验。他利用实验结果和物理学知识算出了电子的荷质比(电子所带电荷的量 e 与它的质量 m 的比值 e/m),并推算出电子的质量应是氢原子质量的 $1/1836$ 。由此,汤姆生揭开了原子世界神秘的面纱。他本人也因为发现电子而荣获 1906 年度的诺贝尔物理学奖。

汤姆生根据自己的实验结果,同时借鉴了别的科学家的研究成果,给原子世界描绘了这样一幅图像:原子充满了带正电的液体,电子都浸在这种“正电液”中,就像葡萄干点缀在一个蛋糕里。电子所带负电荷的总和与“正电液”所带正电荷的总和,在数值上相等,所以原子从外面看上去是中性的。

谁也不曾想到,汤姆生提出的如此美妙的“葡萄干蛋糕原子模型”,会在 10 多年后被他的学生卢瑟福所推翻。

卢瑟福是来自距离英国万里之遥的新西兰的留学生,他进入剑桥大学卡文迪许实验室后跟随汤姆生学习实验物理学,由于他勤奋好学、刻苦钻研,很快就做出了骄人的成绩。

当时,已有法国科学家贝克勒尔发现原子有放射性的消息。卢瑟福和其他人经过共同努力,终于搞清楚从铀、镭、钋等放射性元素的原子中放射出来的射线至少有三种—— α 、 β 、 γ 射线。

卢瑟福对 α 射线特别感兴趣。他经过深入研究 α 射线的特点后,萌生了将 α 粒子当作“炮弹”,把它们射进难以攻破的原子“堡垒”中去刺探情况的想法。于是,他进行了著名的散射实验,即用 α 粒子去轰击金箔。实验的结果,促使他重新提出了一个新的原子模型:原子中有一个很重的核心(叫“原子核”),它集中了原子质量的 99%,还集中了全部正电荷;至于电子,则像太阳系的行星一样分布在核心四周绕着它转。人们把卢瑟福的原子模型称为“行星模型”。

卢瑟福的原子模型与当时的电磁场理论发生了矛盾。怎样解决这个矛盾,一直是当时的人们所探索的。

1911 年,卢瑟福的实验室里来了一位丹麦的青年物理学家,他叫玻尔。玻尔原先跟随汤姆生研究金属中的电子理论,后来却一头扎进原子模型中去了。

玻尔选择了最简单的原子——氢原子作为他的研究对象,他想构建一个新的原子模型。他研究了氢原子的光谱线,并作了两个全新的假设。

1. 氢原子中的电子在绕原子核旋转时,只能在一些特定的轨道上运动,不能在其他轨道上运动。电子在每个稳定的轨道上运动时原子具有一定的能量,电子在不同的稳定轨道上运动原子就具有不同的能量。以氢原子为例,当电子在最里面(即半径最小)的轨道上运动时,氢原子的能量最低。我们把这个起点的能量值计作零。当电子在第二个轨道上运动时氢原子的能量就是 10.29 电子伏,当电子在第三、四、五、……条轨道上运动时,氢原子所具有的能量值分别为 12.09 电子伏、12.75 电子伏、13.06 电子伏……。这些不连续的能量值组成了一系列“能级”。

2. 当电子从高级跃迁到低能级时,它将发射出一定波长的光,这种光辐射的能量恰好等于这两个能级的能量差。再经过换算就能对应某一条氢原子光谱线的波长。

利用这两个假设,玻尔解开了氢原子的光谱线之谜,成了举世闻名的原子物理学权威,并荣获 1922 年度的诺贝尔物理学奖。

玻尔的理论虽然取得了巨大的成功,但也有不尽人意的地方。特别是他硬性规定电子只能在一些轨道上运动,不能在其他轨道上运动,显得毫无道理。

奥地利物理学家薛定谔决心寻找新的规律。他从法国青年历史学家、后来改行学物理的德布罗意的思想中得到启发,经过一段时间的冥思苦想,终于找到一个新的方程式。它深刻地反映出原子世界的运动规律,后来人们把它称为“薛定谔方程”。

有了薛定谔方程,电子的运动行为得到了合理的解释。电子并不是只能呆在某些轨道上,而别的地方不能去。在薛定谔方程中,电子能呆在原子世界内的任何地方,只是它们出现在玻尔所说的轨道上的可能性大得多。这样一来,电子不像绕太阳运转的行星,而是像环绕在高山顶尖四周的一片云彩了。“电子云”较稠密的地方,就是电子较容易出现的地方;反之,“电子云”很稀薄的地方,就是电子很少光顾的地方。

经过几代科学家近半个世纪的努力,人们终于看清楚原子世界的真相了。在这个神秘的微观世界里,占统治地位的是带正电的原子核。它占了原子质量的 99% 以上,却只占有原子体积的万分之一还不到,可见原子内部是多么“空旷”。带负电的轻巧的电子就在这个黑洞洞的空间里运动。它们是那样的“循规蹈矩”,从不去占据别人的位置,更不会跨越原子王国的“雷池”一步。

对原子世界的探索大大丰富了人类的知识宝库,也把物理学推向“量子力学”(薛定谔方程就是它的重要基础)的新阶段。

六、考题回顾

1. (1993·上海·6)核内中子数为 N 的 R^{2+} ,质量数为 A ,则 n g 它的氧化物中所含质子的物质的量是 ()

- A. $\frac{n}{A+16}(A-N+8)\text{mol}$ B. $\frac{n}{A+16}(A-N+10)\text{mol}$
C. $(A-N+2)\text{mol}$ D. $\frac{n}{A}(A-N+6)\text{mol}$

解析: R^{2+} 氧化物的化学式为 RO ,其摩尔质量为 $(A+16)\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, n g 氧化物的物质的量为: $\frac{n}{A+16}\text{mol}$;
1 mol R^{2+} 的质子数为: $(A-N)\text{mol}$,1 mol RO 中所含质子数为 $(A-N+8)\text{mol}$,故 n g RO 中所含质子的物质的量为: $\frac{n}{A+16}(A-N+8)\text{mol}$ 。

答案:A

2. (1994 · 上海 · 4) 某粒子用 ${}^A_Z\text{R}^{n+}$ 表示, 下列关于该粒子的叙述正确的是 ()

- A. 所含质子数 $= A - n$ B. 所含中子数 $= A - Z$
C. 所含电子数 $= Z + n$ D. 质量数 $= Z + A$

解析:本题考查 ${}^A_ZR^{n+}$ 符号所表示的意义。其中左上角的 A 表示 R 原子的质量数,也等于该离子的质量数,左下角的 Z 表示该离子的质子数,其中所含的中子数为 $A-Z$,由于是阳离子,故其所含的电子数为 $Z-n$ 。综上所述,选项中只有 B 项正确。

答案:B

3. (1996 · 全国 · 13) 原子核外的 M 电子层和 L 电子层最多可容纳的电子数的关系是 ()

- A. 大于 B. 小于 C. 等于 D. 不能确定

解析:根据核外电子排布规律,每层容纳的电子数为 $2n^2$,M 层为第三层,最多可容纳电子数为 $2 \times 3^2 = 18$,L 层为第二层,最多可容纳的电子数为 $2 \times 2^2 = 8$, $18 > 8$,故 A 项符合题意。

答案:A

4. (1997 · 全国 · 2) 下列各组粒子中, 核外电子总数相等的是 ()

- A. K^+ 和 Na^+
B. CO_2 和 NO_2
C. CO 和 CO_2
D. N_2 和 CO

解析:解答本题时,首先须明确分子中的电子总数等于各原子中的电子总数之和,而离子的核外电子数等于质子数减去电荷数。然后进行计算。A项: K^+ : $19-(+1)=18$, Na^+ : $11-(+1)=10$;B项: CO_2 : $6+2\times 8=22$, NO_2 : $7+2\times 8=23$;C项: CO : $6+8=14$;D项: N_2 : $7\times 2=14$;故符合题意的只有D项。

答案:D

5. (2000 · 全国 · 6) $^{13}_6\text{C}$ —NMR(核磁共振)可以用于含碳化合物的结构分析, $^{13}_6\text{C}$ 表示的碳原子 ()

- A. 核外有 13 个电子
B. 核内有 6 个质子,核外有 7 个电子
C. 质量数为 13,原子序数为 6,核内有 7 个质子
D. 质量数为 13,原子序数为 6,核内有 7 个中子

答案:D

6. (2001 春·京皖·12) 下列四组物质中, 不具有相同核外电子总数的两种分子是 ()

- A. H_2O_2 和 CH_3OH B. HNO_2 和 HClO
C. H_2O 和 CH_4 D. H_2S 和 F_2

解析:分析上述四组物质中,只有 HNO_2 和 HClO 两种分子不具有相同核外电子总数(分别为:24 和 26)。A 项中 H_2O_2 和 CH_3OH 电子总数都为 18;C 项中 H_2O 和 CH_4 的电子总数都为 10;D 项中 H_2S 和 F_2 的电子总数都为 18,故 B 项正确。

答案:B

7. (2001·上海·2)美国科学家将两种元素铅和氟的原子核相撞,获得了一种质子数为 118、中子数为 175 的超重元素,该元素原子核内的中子数与核外电子数之差是 ()

- A. 57 B. 47 C. 61 D. 293

解析:由于原子核内的质子数等于核外电子数,故该元素原子核内的中子数与核外电子数之差是 $175 - 118 = 57$ 。

答案:A