

流学校一流老师一流资源



三一丛书

大学化学

要点与解题

曹瑞军 何培之 编



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交大教学资源文库 三一丛书

大学化学

要点与解题

曹瑞军 何培之 编

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书是工科化学课程的辅导教材。全书9章分别为:物质结构基础,化学反应中的能量关系,化学平衡和化学反应速率,溶液与胶体,电化学基础,化学与工程材料,化学与能源,化学与生命,化学与环境。每章由基本要求,基本知识点,典型例题,自我测验题等组成;书后附《大学化学》(曹瑞军主编)参考答案。

本书可作为工科高校各专业学生的辅导教材,也可供有关技术人员参考和自学。

图书在版编目(CIP)数据

大学化学要点与解题/曹瑞军,何培之编. —西安:
西安交通大学出版社,2006.9
(西安交大教学资源文库. 三一丛书)
ISBN 7-5605-2250-5

I. 大… II. ①曹… ②何… III. 化学-高等学校
-教学参考资料 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 075809 号

书 名:大学化学要点与解题

编 著:曹瑞军 何培之

出版发行:西安交通大学出版社

地 址:西安市兴庆南路 25 号(邮编:710049)

电 话:(029)82668357 82667874(发行部)

(029)82668315 82669096(总编办)

印 刷:陕西丰源印务有限公司

字 数:283 千字

开 本:880 mm×1 230 mm 1/32

印 张:7.75

版 次:2006 年 9 月第 1 版 2006 年 11 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-5605-2250-5/O·245

定 价:13.80 元

版权所有 侵权必究

丛书总序

为了使普通高等学校理工类专业的大学生更好地学习、掌握基础课和专业基础课知识,我们组织出版了这套“三一”丛书,目的就是提供一流的学习资源,使大家共享一流教师的教学经验和教学成果,为今后的学习打下良好的基础。

西安交通大学是国内仅有的几所具有百年历史的高等学府,是首批进入国家“211 工程”建设的七所大学之一,1999 年被国家确定为我国中西部地区惟一所以建设世界知名高水平大学为目标的学校。西安交大历来重视本科生教学,1996 年成为全国首家本科教学评估为优秀的大学。学校拥有国家级、省部级、校级教学名师数十名,具有丰富的、一流的教学资源。本丛书均由西安交通大学长期在教学一线主讲的教授、副教授主编,他们具有丰富的基础课、专业基础课教学和辅导经验。丛书作者们在长期的教学实践中,深深了解学生在学习基础课、专业基础课时的难点和困惑点之所在,对如何使学生更有效地学习、掌握课程的基本知识和解题技巧进行了深入的探索和研究,并将成果体现于书中。

本丛书针对中少学时课程的特点和教学要求,以普通高等学校的学生为主要对象,不拘泥于某一本教材,而是将有特色和使用量较大的各种版本的教材加以归纳总结,取其精华,自成一体。书中对课程的基本内容、研究对象、教学要求、学习方法、解题思路进行了全面、系统的总结和提炼,按基本知识点、重点与难点、典型题解析、自我检测题等环

节进行编排。本丛书既可单独使用,也可与其他教材配合使用。

我们衷心希望本丛书成为您大学基础课和专业基础课学习阶段的良师益友,帮助您克服困难,进入大学学习的自由王国,并祝您早日成为国家的栋梁之材!

在学习使用过程中,您如果发现书中有不妥之处或有好的建议,敬请批评指正并反馈给我们,我们会进一步改进自己的工作,力争使您满意。

真诚感谢您使用西安交大版图书。

西安交大出版社网址:<http://press.xjtu.edu.cn>

<http://www.xjtupress.com>

理工医事业部信箱: jdlgy31@126.com

西安交通大学出版社

2006 年 6 月

前 言

“大学化学”是一门重要的基础课。近年来,随着科学技术的飞速发展,《大学化学》在广度和深度上都有变化或拓展。作为培养新型科技人才素质教育中必不可少的课程,对于学生学习和掌握化学的基本理论和基本知识,启迪并活跃科学思维,培养独立学习的习惯,训练创新意识,逐步树立科学的价值观和世界观,应起到很好的促进作用。

大学化学中的各类习题应和化学实验一样,受到同等程度的重视。学生必须通过数量适当的习题训练,经独立思考和反复钻研,以不断加深对课堂教学和教材内容的理解和掌握,真正提高分析和解决问题的能力。事实上,学生经常处于“听课时明白,教材能看懂,而在做练习时发生困难”的境地。这种情形,产生的原因当然是多方面的。例如,未能真正弄清化学原理和化学反应规律的适用条件,不够理解化学问题的复杂性,不加分析地乱套公式以及自学能力较差等。但缺乏必要的思维训练,不熟悉解题的基本思路,应是一重要原因。

本书通过典型题解的分式引导读者深入理解和应用大学化学的重要理论、原理和基本规律。对例题中的重点、难点和易于混淆之处做了恰当的分析 and 处理;在若干重要例题中增设了“解题思路”,帮助读者进行一定的思维方法训练,以提高分析和解决问题的能力;有的例题提供了多种解题的方法,读者在阅读本书过程中,还可想出更多、更新的解法;编写时力求做到概念准确,思路清晰,推理严格,方法灵活、富有启发性。

本书与《大学化学》(曹瑞军主编)相配套,全书仍为9章。各章均按同一体例,由4个部分组成。一是“基本要求”,概述本章内容不同层次的要求,分别使用了“掌握”“熟悉”或“理解”以及“了解”等用语。二是“基本知识点”,是各章的内容精要,较详细地叙述了每章中各节的主要内容、理论概念、计算公式和注意事项等。三是“典型例题”,是全书的主要部分,也是全书的精华,认真阅读,反复思考,必大有裨益。四是

“自我测验”，在前3部分的基础上进行。如能独立完成这一“测验”，则可认为已较全面地掌握了各章的主要内容，题后附有参考答案。本书还编有《大学化学》的习题及题解，供对照之用。

本书是在《大学化学精要及典型题解》(何培之、王世驹、曹瑞军、李续娥编著)一书的基础上，为适应新形势、新要求修订而成。修订时尽量做到删繁就简，尽量减少相近的题型，减轻读者的经济负担。这一工作由曹瑞军、何培之两人完成，特此说明。

限于编者的水平，书中的错误和疏漏之处，恳请同行和读者在使用本书时，不吝赐教。

编 者

2006年4月

目 录

丛书总序

前言

第 1 章 物质结构基础

- 1.1 基本要求 (1)
- 1.2 基本知识点 (1)
- 1.3 典型例题 (5)
- 1.4 自我测验题 (19)

第 2 章 化学反应中的能量关系

- 2.1 基本要求 (25)
- 2.2 基本知识点 (25)
- 2.3 典型例题 (27)
- 2.4 自我测验题 (44)

第 3 章 化学平衡和化学反应速率

- 3.1 基本要求 (50)
- 3.2 基本知识点 (50)
- 3.3 典型例题 (53)
- 3.4 自我测验题 (68)

第 4 章 溶液与胶体

- 4.1 基本要求 (74)
- 4.2 基本知识点 (74)
- 4.3 典型例题 (78)
- 4.4 自我测验题 (90)

第 5 章 电化学基础

- 5.1 基本要求 (95)
- 5.2 基本知识点 (95)

5.3	典型例题	(98)
5.4	自我测验题	(114)
第6章 化学与工程材料		
6.1	基本要求	(119)
6.2	基本知识点	(119)
6.3	典型例题	(122)
6.4	自我测验题	(133)
第7章 化学与能源		
7.1	基本要求	(137)
7.2	基本知识点	(137)
7.3	典型例题	(141)
7.4	自我测验题	(147)
第8章 化学与生命		
8.1	基本要求	(152)
8.2	基本知识点	(152)
8.3	典型例题	(154)
8.4	自我测验题	(161)
第9章 化学与环境		
9.1	基本要求	(165)
9.2	基本知识点	(165)
9.3	典型例题	(166)
9.4	自我测验题	(170)
附录一	一些基本常数	(174)
附录二	一些物质的标准热力学数据	(174)
附录三	若干弱酸和弱碱的标准解离常数	(178)
附录四	若干难溶电解质的溶度积(25℃)	(178)
附录五	若干配离子的标准不稳定常数(25℃)	(179)
附录六	标准还原电势(水溶液, 298 K)	(179)
附录七	《大学化学》(曹瑞军主编)习题解答	(182)

第 1 章 物质结构基础

1.1 基本要求

1. 联系原子核外电子运动的特征(量子化、波粒二象性、统计性),定性了解 Ψ (波函数)和 Ψ^2 (电子云)等原子结构的近代概念。学会用量子数描写电子运动状态。

2. 熟悉核外电子排布三原则:Pauli 原理、能量最低原理和 Hund 规则,熟记近似能级图。

3. 掌握元素的原子及离子核外电子排布的一般规律及其与元素周期律的关系,熟悉元素的 s, p, d(或 d, ds), f 分区及其价电子层结构特征。

4. 联系有效核电荷和原子半径,理解元素的某些性质(如金属性和非金属性、电离能、电子亲和能、电负性及主要氧化数)的周期性递变规律和原因。

5. 熟悉离子键的形成和离子晶体的晶格能,明确离子键的本质及与离子键强弱的关系;了解离子极化概念。

6. 熟悉共价键价键理论的基本要点及键参数(如键能、键角、键长和键的极性)概念及其对共价分子性质的影响。熟悉预测和判断分子几何构型的杂化轨道理论和价层电子对互斥(VSEPR)理论的要点,了解 s-p 和 s-p-d 杂化轨道的类型及特征,能用 VSEPR 理论预测 AB_n 型共价分子(离子)的几何构型。

7. 熟悉分子间力及氢键的产生原因、特征及对物质性质的影响。

8. 熟悉晶体的主要特征,理解晶体内部结构的特点,掌握四类典型晶体的结构及其对主要性能的影响,了解实际晶体的点缺陷和非整比概念。

1.2 基本知识点

1. 人类对于物质结构的认识在实践、认识、再实践、再认识的过程中由浅入深,由表及里。物质结构理论在实验的基础上得以建立和发展。Dalton 在其实践基础上继承古代原子论,提出原子假说。电子、X-射线、放射性的发现表明原子具有更复杂的结构。Rutherford 以 α 粒子散射实验证实了含核原子模型,Bohr 在

氢原子光谱研究的基础上结合量子理论发展了原子结构理论。de Broglie 在光的二象性的启发下提出物质波概念,即实物粒子皆有波粒二象性,很快被 Davisson 和 Germer 的电子衍射实验证实。了解这些实验的内容和结果将有利于对本章较为抽象的理论和概念的理解。

2. 波粒二象性是微观粒子的重要特性,也是认识原子中电子运动规律的基础。微观粒子是指原子、分子、中子、质子、电子等静止质量不为零的实物粒子,它们以波动性和微粒性的统一体存在。关系式 $E = h\nu$ 和 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ 把微观粒子的微粒性和波动性定量联系起来,可用于计算物质波的波长、频率及相应的能量。宏观粒子的波长极短,波动性难以觉察,主要表现为粒子性,服从经典力学规律。Heisenberg 测不准原理(或不确定原理)是微观粒子本质所决定,依此可知电子的运动速度(或能量)与位置不可能同时确知。但它们在极小空间高速运动且无确定轨迹,因而只能使用统计规律,用电子在核外空间各区域出现概率的大小来描述其运动状况。

3. 波函数和原子轨道

(1) 原子体系 Schrödinger 方程的解为一系列波函数 $\psi(x, y, z)$ 或 $\psi(r, \theta, \varphi)$, 它是量子力学中表征核外电子运动状态的数学函数式,又称轨道函数或原子轨道。这一“轨道”概念可大致理解为电子出现概率较大的空间区域。每个波函数都具有分立的确定的能量,即各轨道的电子都具有量子化的确定的能量。

(2) 波函数的平方 ψ^2 具有重要的统计意义,它表示电子在核外空间某处单位体积内出现的概率,即概率密度。概率密度的形象表示就是电子云,常用小黑点表示,黑点的疏密对应于电子概率密度的小与大。

(3) Schrödinger 方程的解总是与一组常数 n, l, m 密不可分。它们是方程有合理解的必要条件,每一个波函数 ψ (原子轨道)都与一组主量子数 n , 角量子数 l 和磁量子数 m 相对应,因此每一波函数 $\psi(n, l, m)$ 对应于一个特定的原子轨道。 n 相同的轨道组成同一主层,分别用 K, L, M, N ... 表示。 n 相同时,同一 l 值的轨道构成一个亚层,用 s, p, d, f ... 表示。亚层或轨道类型也可用 $1s, 2s, 2p \dots$ 即 $\psi_{1s}, \psi_{2s}, \psi_{2p} \dots$ 表示。

其数值间尚有如下关系:

- ① 主量子数 n 等于该主层中所有的亚层数;
- ② 角量子数 l 表明该亚层应有 $(2l+1)$ 个原子轨道;
- ③ 每个轨道只能容纳自旋量子数 m_s , 分别为 $+\frac{1}{2}$ 和 $-\frac{1}{2}$ 的两个电子;
- ④ 每一组(四个)量子数, n, l, m, m_s , 决定了核外电子的一个特定的运动状态。

(4) 在只有一个电子的氢原子中,轨道能级的高低,只取决于主量子数 n ;多电子原子中由于电子间对核引力的屏蔽及钻穿效应的影响,出现了能级交错的复杂情况。轨道能级的高低可由 $(n+0.7l)$ 来衡量,并按其个位数相同划为若干能级组。

4. 原子的核外电子排布和元素周期律

(1) 核外电子排布遵从“排布三原则”,即能量最低原理,Pauli 不相容原理和 Hund 规则。根据三原则即可按原子序数(或核电荷数) Z 进行核外电子的填充。

(2) 基态电子的电子排布式称为原子的电子构型,基态原子外层电子排布式称为外层电子构型或价电子构型。它对于了解原子中各电子的四个量子数,电子在主、亚层的分布状况(成对或未成对),元素在周期表中的位置以及说明周期表中同周期元素性质的递变性和同族元素性质的相似性都具有重要作用,是学好元素周期律的关键。

(3) 元素单质和化合物的性质随核电荷或原子序数呈周期性变化。元素周期律是元素原子中电子构型周期性的客观反映,各元素原子中电子结构的周期性变化是元素性质周期性的内在原因,因此各元素在周期表中的位置、各周期元素数、主族元素和副族元素的确定以及元素在周期表中的分区(s 区、p 区、d 区、f 区等)都是元素原子电子层结构的反映。

(4) 关于元素性质,本章主要讨论了原子半径、电离能、电子亲和能、电负性和氧化数,它们都由原子结构直接决定。而这些性质又是决定物质物理性质、化学性质的重要因素。掌握这些性质及其变化规律十分重要。

5. 化学键和分子结构

(1) 分子或晶体中相邻原子(离子)间强烈的吸引作用称为化学键,化学键类型有离子键、共价键和金属键三大类。

(2) 化合物中正、负离子间由静电引力形成的化学键称为离子键,其特征是没有方向性和饱和性,其本质是静电引力。它与离子电荷成正比,与相邻离子的核间距平方成反比。这是判断离子键强弱两个重要标志。离子键的定量度量是晶格能,晶格能的绝对值越大,离子键越牢固。

(3) 本章讨论的离子键的性质主要有离子半径、离子电荷、离子的电子构型和离子的极化。主族元素离子半径在元素周期表中有规律性变化,离子电荷由相应原子的得失电子数决定,应学会由相应原子的电子构型推断离子的电子构型。离子极化是重要概念,它的发生是由于邻近离子电场的影响使离子变形,正、负电荷中心分离产生诱导偶极的过程。使其他离子变形极化的能力称极化力,被极化离子的变形程度称极化率,可作为离子变形的度量。离子极化的结果使键中增加了共价键的成分,从而显著影响离子化合物的理化性质。

(4) 电负性相等或相差不大的非金属元素的原子间通过共用电子对结合所成之键称为共价键。共价键形成的理论要点是原子间的轨道重叠和自旋相反的单电子配对成键,因而有饱和性和方向性。共价键有 σ 键(轨道“头碰头”重叠)和 π 键(轨道“肩并肩”重叠)两种类型, σ 键存在于一切共价结合之中,双键、叁键中一定有一个 σ 键,余者才是 π 键。共价键的性质主要应了解键长、键角、键级和键能。

(5) 杂化轨道理论是价键理论的重要组成部分。原子内能量相近的轨道杂化使成键能力增大,它只有在形成分子的过程中才能发生。对s,p轨道而言主要有 sp , sp^2 , sp^3 等类型,而在配离子的结构中常有d轨道参与,可用于解释分子或配离子的空间构型。 H_2O 和 NH_3 等分子中存在典型的不等性 sp^3 杂化。

(6) 价层电子对互斥(VSEPR)理论认为,分子的共用电子对和孤对电子趋向于尽可能远离,使分子采取尽可能对称的结构。根据分子(离子)中成键电子对和孤电子对数目可推断分子的几何构型。本节内容的重点是价层电子对数目的确定和依此对分子空间构型的推断。

6. 分子间力和氢键

分子间存在的较弱的相互作用力称为分子间力,分色散力、诱导力和取向力三种。它比化学键小一、二个数量级,其大小与分子的极性和变形性有关。分子的极性用电偶极矩(P_r)度量。极化率的大小可以表征分子变形性。分子的偶极有瞬时偶极、诱导偶极和永久偶极,这些偶极会诱发邻近分子的电子云变形和原子核相对位移产生诱导偶极。由瞬时偶极诱导产生的作用力称为色散力,存在于一切分子之中;极性分子间的相互诱导和极性分子对非极性分子诱导产生的作用力称为诱导力;极性分子永久偶极之间的作用力称为取向力。

化学键主要影响物质的化学性质,分子间力主要影响物质的物理性质。掌握影响分子间力的因素可推断分子间力的相对大小,进行熔点、沸点等物理性质的比较。

氢键是一重要概念,常表示为 $X-H\cdots Y$ 。其形成条件是X,Y二原子有大电负性和小的半径且有孤对电子。氢键有方向性和饱和性,这使之有别于分子间力而与共价键类似。一般说,H与N, O, F形成的化合物易于形成氢键(分子内或分子间)。氢键主要影响物质与聚集状态有关的物理性质,如熔点、沸点、密度、黏度等,分子内氢键还可影响解离度等化学性质。

7. 晶体结构

物质的聚集状态由有序和无序两种相反的作用因素所决定。固态物质有晶体和非晶体之分。晶体的性质在规则的几何外形、固定的熔点和各向异性等方面和非晶体有明显不同。

一切晶体无论外形如何,其内部粒子总是按一定方式在空间作周期性重复排

列,并贯穿于整个晶体,即晶态固体具有长程有序的点阵结构。按照晶体中粒子的种类和相互作用力的本质,可区分为离子晶体、原子晶体、分子晶体和金属晶体四种基本类型。它们的结构特点及性质,应认真掌握。

8. 实际晶体

实际晶体的结构都程度不同地存在着点缺陷、线缺陷、面缺陷和体缺陷。本书重点要求了解点缺陷。实际晶体无论其纯净与否都有点缺陷存在,包括本征点缺陷和杂质点缺陷,主要形式为空位、间隙粒子和错位,空穴等电子缺陷也属此类。缺陷的运动产生了晶体的导电性和化学活性,通过控制缺陷的浓度和类型,研究开发了许多性能各异的功能半导体材料、催化剂、固体电解质和离子型固溶体。

由于缺陷的存在,许多纯净的合成和天然晶体中各元素原子个数之比为非整数,非整比化合物比整比化合物更普遍存在。应能够读懂和书写实际晶体的化学式。

1.3 典型例题

1. (1)如果1个原子跃迁产生频率为1 Hz的辐射,那么每单位物质的量原子的能量变化是多少?(2)光子的能量以电子伏特(eV)和以波长(nm)表示时,二者关系如何?已知 $1 \text{ eV} = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。

[解] (1)单位物质的量原子每个释放1 Hz光子

$$\begin{aligned} \Delta E &= N_0(h\nu) = (6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) \times (6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \times (1.00 \text{ s}^{-1}) \\ &= 3.990 \times 10^{-10} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

由于 ΔE 与 ν 成正比,这个比值 $3.990 \times 10^{-10} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{Hz}^{-1}$ 可作为 Hz 与 $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的换算因子。

(2)先从 Planck 关系式算出1 eV与频率的关系,再由频率换算为波长

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{e}{h} = \frac{1.6022 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 2.4180 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} \\ \lambda &= \frac{c}{\nu} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2.4180 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} = (1.2398 \times 10^{-6} \text{ m}) \times (10^9 \text{ nm/m}) \\ &= 1239.8 \text{ nm} \end{aligned}$$

由于波长与能量成反比,故相应关系可写为:

$$\lambda e = hc = 1239.8 \text{ nm} \cdot \text{eV}$$

答: (1)单位物质的量原子,每个释放1 Hz光子的能量变化为 $3.990 \times 10^{-10} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$; (2)光子的能量1 eV相当于波长1239.8 nm。

2. 当氢原子的一个电子从第二能级跃入第一能级,发射光子的波长是 121.6 nm;当电子从第三能级跃入第二能级,发射光子的波长是 656.3 nm。(1)哪一个光子的能量大?(2)根据(1)的计算结果说明原子中电子在各轨道上所具有的能量是连续的,还是量子化的?

$$[\text{解}] (1) E_{2 \rightarrow 1} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \times \left(\frac{2.998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{121.6 \text{ nm}} \right) \times \left(\frac{1 \times 10^9 \text{ nm}}{\text{m}} \right)$$

$$= 1.634 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_{3 \rightarrow 2} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \times \left(\frac{2.998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{656.3 \text{ nm}} \right) \times \left(\frac{1 \times 10^9 \text{ nm}}{\text{m}} \right)$$

$$= 3.027 \times 10^{-19} \text{ J}$$

计算表明 $E_{2 \rightarrow 1} > E_{3 \rightarrow 2}$

(2) 从(1)的计算结果可以看出,氢原子中的电子在第一、二、三能级的轨道所具有的能量是不连续,即量子化的。

答: (1) 计算表明, $E_{2 \rightarrow 1} > E_{3 \rightarrow 2}$; (2) 氢原子在第一、二、三能级轨道所具有的能量是量子化的。

3. 下列各组量子数中哪些是不合理的? 为什么?

	n	l	m
(a)	2	1	0
(b)	2	2	-1
(c)	3	0	1
(d)	2	0	-1
(e)	2	3	2

[解] 判断各个组合是否合理,依据是各量子数的取值要求:

$$n=1, 2, \dots \quad l=0, 1, \dots, n-1 \quad m=0, \pm 1, \dots, \pm l$$

(a) 完全符合取值要求,合理;

(b) 按取值要求 $l \leq (n-1)$, 此处 $l=n$, 不合理;

(c) 按取值要求 $|m| \leq l$, 此处 $|m| > l$, 不合理;

(d) 同(c); (e) 此处 $l > n$, 不符合取值要求,不合理。

所以除(a)之外,(b), (c), (d), (e)均违反取值要求,不合理。

4. 写出在 3p 轨道上电子的各个量子数。

〔解〕 3p 轨道上电子的量子数分别为：

序号	n	l	m	m_s
1	3	1	-1	$+\frac{1}{2}$
2	3	1	-1	$-\frac{1}{2}$
3	3	1	0	$+\frac{1}{2}$
4	3	1	0	$-\frac{1}{2}$
5	3	1	1	$+\frac{1}{2}$
6	3	1	1	$-\frac{1}{2}$

5. (1) 列出在 p 亚层仅有 1 个电子的元素；(2) 列出在 s 亚层仅有 1 个电子的元素；(3) 上述两组元素中哪一组是在周期表中的同一族？(4) 另一组元素分布在元素周期表的哪几族中？

〔解〕 (1) 这些元素电子构型为 $ns^2 np^1$ ，有 B, Al, Ga, In, Tl，即ⅢA 族全部元素。

(2) H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr(ns^1)；Cu, Ag, Au[($n-1$) $d^{10} ns^1$]；Cr, Mo[($n-1$) $d^5 ns^1$]；Nb, Tc, Ru, Rh, Pt，即ⅠA 族、ⅡB 族及一些特殊电子构型的元素。

(3) (1) 中所列元素在同一族。

(4) (2) 中所列元素分布在ⅠA, ⅡB, ⅢB, ⅣB, ⅤB 和ⅥB 共六族中。

6. 写出基态电子构型符合如下所示的各原子或离子的符号：

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^8$

(3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10} 5s^2$

(4) $1s^2 2s^2 2p^6$

〔解〕 (1) 第 3 周期ⅦA 族元素 Cl。(2) 电子构型中无 $5s^2$ (已电离)。表明这是第 5 周期Ⅷ族元素的 +2 价离子， Pd^{2+} 。(3) 第 5 周期ⅡB 族元素 Cd、ⅣA 族 Sn^{2+} 或ⅤA 族 Sb^{3+} 。(4) 这是稀有气体 Ne 的电子构型，也可能是 F^- , O^{2-} , N^{3-} 等负离子或 Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} … 等正离子。

7. 写出下列原子或离子的电子构型,指出其中所含未成对电子的数目:(a) C, (b) Cu^{2+} , (c) Zn, (d) Eu, (e) Gd^{3+} , (f) Tl^{+} , (g) Fe^{3+} , (h) U, (i) Au。

【解题思路】 金属原子的外层电子电离情况可用 $(n+0.4l)$ 经验规则判断,其值大者能量高,先电离。

【解】

符号	电 子 构 型	未成对电子数
(a) C	$1s^2 2s^2 2p^2$	2
(b) Cu^{2+}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$	1
(c) Zn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$	0
(d) Eu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^7$	7
(e) Gd^{3+}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 4f^7$	7
(f) Tl^{+}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 4f^{14} 5d^{10} 6s^2$	0
(g) Fe^{3+}	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$	5
(h) U	$[\text{Rn}]7s^2 6d^1 5f^3$	4
(i) Au	$[\text{Xe}]6s^1 5d^{10} 4f^{14}$	1

8. A, B 二元素, A 原子的 M 层电子数比 B 少 7, A 原子 N 层电子数比 B 少 4, 写出 A, B 二元素的名称和原子的电子排布式。

【解题思路】 (1) A 的 M 层比 B 的 M 层少 7 个电子, 在 M 层 3 个亚层中似应差在 3d 亚层或再加上 3p 亚层;

(2) A 的 N 层电子数比 B 的 N 层少 4, 在 N 层的 4 个亚层由于 A 与 B 在 3d 或 $3p+3d$ 已有 7 个电子的差异, 在此不应涉及 4d 和 4f, 差异应在 4p 亚层;

(3) 依(2)中的推断, B 的 3d 亚层应全充满, 即 $3d^{10}$;

(4) A 的 3d 亚层应有 3 个电子, 则 4p 亚层应无电子;

(5) 这样, B 的电子构型已知, 依此推出 A 的电子构型再由周期表中位置推算出元素名称。

【解】 A 为钒(V) 电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$;

B 为硒(Se), 电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ 。

9. A, B 二元素, A 原子的 M 层和 N 层均比 B 原子多 5 个电子。写出 A, B 二元素的名称和原子的电子构型。