

# 普通化学原理

沈阳医学院

1959.9.

---

著者：化学教研组  
校对：化学教研组  
缮写：程以愈  
油印：夏洪斌

---

# 目 录

绪 论 .....	1	页
0-1 化学研究的对象 .....	1	"
0-2 化学的任务、重要性及其和医学科学的关系 .....	2	"
0-3 化学的研究方法 .....	4	"
第一章 原子结构、分子结构和物质聚集态 .....	5	"
1-1 原子结构大意 .....	5	"
1-2 原子核外电子的排布 .....	6	"
1-3 元素的性质和原子结构的关系 .....	15	"
1-4 化合价与化学键 .....	18	"
1-5 原子价的电子理论 .....	19	"
1-6 电价 .....	22	"
1-7 离子化合物 .....	23	"
1-8 共价 .....	24	"
1-9 配位键 .....	27	"
1-10 永久偶极、水分子的缔合 .....	29	"
1-11 诱导偶极 .....	31	"
1-12 物质的聚集态 .....	33	"
1. 分压定律及其对呼吸过程的意义 .....	33	"
2. 晶体和非晶体晶格类型 .....	35	"
第二章 化学反应速度与化学平衡 .....	39	"
2-1 反应速度 .....	39	"
2-2 活化能 .....	42	"
2-3 质量作用定律 .....	44	"
2-4 催化作用 .....	47	"
2-5 生物体中的催化作用、酶 .....	51	"
2-6 可逆反应与化学平衡 .....	53	"
2-7 浓度和压力对平衡的影响 .....	57	"
2-8 温度对平衡的影响 .....	60	"

2-9 催化剂与化学平衡.....	61	頁
2-10 勒夏忒列原理.....	61	"
2-11 盖斯热化学定律.....	62	"
第三章 溶液.....	65	"
3-1 溶液和溶解过程.....	65	"
3-2 溶液的浓度.....	67	"
1. 重量百分浓度.....	67	"
2. 克分子分数.....	68	"
3. 重量克分子浓度.....	68	"
4. 克分子浓度.....	69	"
5. 当量浓度.....	70	"
3-3 溶解度.....	73	"
3-4 溶解度和温度的关系.....	75	"
3-5 气体的溶解度.....	77	"
3-6 液体溶解度.....	78	"
3-7 分配定律.....	78	"
稀溶液通性.....	79	"
3-8 蒸气压的降低、拉乌尔定律.....	80	"
3-9 沸点升高.....	81	"
3-10 凝固点降低.....	83	"
3-11 渗透压.....	86	"
3-12 生物体液的渗透压及生物 过程中渗透压的作用.....	88	"
1. 质膜“窗”.....	88	"
2. 溶血作用.....	89	"
3. 生物过程中渗透压的作用.....	90	"
3-13 溶液的渗透压和凝固点降低的关系.....	91	"
第四章 电解质溶液和离子平衡.....	93	"
4-1 电解质水溶液的依数性.....	93	"

4-2 电导与当量电导.....	94	页
4-3 阿仑尼乌斯电离理论.....	95	"
4-4 强电解质与弱电解质.....	97	"
4-5 电离的过程.....	98	"
4-6 酸碱的质子理论.....	101	"
4-7 电离平衡.....	103	"
4-8 活度的概念和强电解质理论.....	104	"
4-9 水的电离及pH值.....	106	"
4-10 弱酸弱碱和两性电解质电离平衡.....	108	"
4-11 盐效应.....	112	"
4-12 同离子效应.....	114	"
4-13 水解.....	115	"
4-14 离子反应.....	117	"
1 质子传递反应.....	118	"
2 沉淀反应.....	119	"
3 氧化还原反应.....	119	"
4 生成络离子的反应.....	120	"
4-15 溶度积与沉淀原理.....	120	"
第五章 缓冲溶液.....	122	"
5-1 缓冲溶液及其作用机构.....	122	"
5-2 缓冲溶液pH值之计算.....	123	"
5-3 缓冲混合物离解曲线和缓冲容量.....	124	"
5-4 具有一定pH值的缓冲溶液的配制.....	126	"
5-5 血液中的缓冲体系.....	129	"
5-6 测定pH值的缓冲比色法.....	128	"
1. 指示剂原理.....	128	"
2. 测定pH的缓冲比色法.....	129	"
3. 比色法的准确度.....	131	"
第六章 电动势.....	132	"

6-1 氧化还原的基本概念	132	頁
6-2 氧化值	133	"
6-3 氧化还原当量	134	"
6-4 生物氧化	136	"
6-5 原电池	139	"
6-6 电极的种类	139	"
6-7 标准电极电位	141	"
6-8 原电池的电动势	145	"
6-9 氧化还原电极与电池	149	"
6-10 浓差电池	152	"
6-11 扩散电位	155	"
6-12 参比电极	156	"
6-13 pH值的电位测定法	160	"
第七章 络合物	167	"
7-1 分子间化合物	167	"
7-2 维尔, 配位学说	168	"
7-3 配位化合物中化学键的本性	170	"
7-4 内络合物	175	"
7-5 络合物在溶液中的离解平衡	177	"
7-6 络合物的意义	179	"
第八章 界面现象和吸附	180	"
8-1 表面张力与界面能	180	"
8-2 固体—气体界面上的吸附	183	"
8-3 溶液表面上的吸附现象	185	"
8-4 液体—液体界面间的吸附—乳化现象	189	"
8-5 固体—液体界面上的吸附—从溶液中吸附	192	"
8-6 固体从溶液中吸附的实际应用—层析	195-211	"
第九章 溶胶	195	"
9-1 胶体体系在分散系中的位置及其一般性质	195	"

9-2	胶体体系的分类	196	頁
9-3	胶体化学的意义	198	"
9-4	制备胶体分散系的一般条件及方法	198	"
9-5	胶体溶液的净化	201	"
9-6	胶体体系的光学性质	204	"
9-7	胶体体系的动力学性质	205	"
9-8	胶体的电性质	209	"
9-9	胶粒结构——双电层	212	"
9-10	溶液的稳定因素	214	"
9-11	溶液的聚沉	215	"
9-12	电解质的溶液作用	218	"
第十章	高分子溶液	219	"
10-1	高分子化合物的结构	220	"
10-2	高分子化合物溶液的性质——蛋白质溶液	221	"
10-3	高分子电解质溶液	222	"
10-4	电解质对高分子溶液的聚沉作用	229	"
10-5	蛋白质溶液的相互作用	232	"
10-6	高分子溶液对溶液的作用	232	"
第十一章	凝胶	235	"
11-1	凝胶的形成和凝胶作用	235	"
11-2	凝胶的分类	239	"
11-3	膨 润	239	"
11-4	结合水	242	"
11-5	高 浆	243	"
11-6	凝胶中的扩散和化学反应	244	"
11-7	触 变	245	"
第十二章	膜平衡	246	"
12-1	董南平衡及其意义	246	"
12-2	膜平衡第一类型	247	"

# 緒 论

## 0-1 化学的研究对象

科学的研究对象总的来说是研究物质和它的运动。物质运动的各种形式是由不同的科学分工来研究的。例如，物理学研究机械运动和物理运动、化学研究化学运动、生物学和医学研究生物运动等。

化学是研究物质的本性及其变化的科学。它的研究对象是宇宙间各种各样物质的组成、结构、性质及其变化和伴随着这些变化而发生的各种现象；它研究各种物质间的规律性的联系和各种变化的规律。知道了物质的组成和结构，也就知道了它们内在运动的情况。物质的内在运动的外表表现就是物质的性质。根据物质的性质，就能了解在一定条件下产生的一定变化，以及伴随产生的必然现象。研究化学的目的在于掌握物质的本质和它们变化的规律，以便掌握自然、改造自然，造福人类。

在自然界中，存在着不同形式的物质。我们根据物质的性质来辨别和认识它们。物质的性质可分为：化学性质和物理性质。物质的物理性质就是可用物理方法测定的性质。例如，物质的比重、熔点、沸点、硬度、溶解度、导电度等。表示这些物理性质的量，叫作物理常数。我们通常是以物质的物理性质来初步确定它们。物质的物理性质在一定条件下是固定的。例如，硫在标准常压下，具有淡黄色，不溶于水，溶于二硫化碳，性脆，具有晶形结构，比重为2.07，熔点是112.8°。这些就是硫的物理性质。

物质变化时，如果仅仅改变了一些物理性质，而无任何新物质产生，这种变化叫作物理变化。例如，固态铅加热熔融为液态铅，变化前后是同一物质，只是在不同情况（温度）下，处于不同的聚集状态而已。物质变化时，如果产生与旧物质性质完全不同的新物质，这种变化叫作化学变化。例如，铅在空气中煅烧，变成性质完全不同的氧化铅，是一种化学变化。在化学变化的同



时，往往伴随着物理变化，所以物理变化与化学变化往往是密切联系在一起的。

为了确定物质的性质，必须应用尽可能纯粹的物质；因为物质即使含有少量的杂质，也能改变它的物理常数之值，也能影响它的化学性质。只有纯粹的物质才能代表它应有的性质。

## 0-2 化学的任务、重要性 及其和医学科学的关系

祖国在动员一切力量为社会主义建设而努力，企图迅速进入社会主义和共产主义社会，总的目标是要使人们的经济生活、文化生活过得更美满、富裕。人类是生活在物质的基础上的，所以在奠定社会主义制度后，一定要从物质着手，研究自然界原料的经济利用，探求制备各种各样物质的最有效的新颖方法，利用副产品，处理并利用所谓废物，这一切都是为了使人们的生活逐渐提高和富裕起来。在现代生活中，特别是人们的生产活动中，化学起了非常重要的作用，几乎没有一个生产部门能脱离化学。

自然界所提供的原料大部分皆需经过化学处理，才可以得到工业制造上、农业生产上、国防建设中、医疗药品方面以及家庭生活日常生活上所必需的各种各样产品，例如，各种金属、酸、碱、化学肥料、杀虫剂、炸药等。

要使原料转变为各种产品，首先必须知道这些变化是如何进行的，和在什么条件下才能比较完满的进行，也就是必须知道化学变化的规律，而化学正是给我们这些知识的科学。例如，在重工业方面，冶炼铁的问题，首先必须知道冶炼铁矿成铸铁时所需要的还原剂和适当温度等条件，这些都需要根据化学原理来选择的。

医学科学是研究人体的一切生理现象和病理现象以达到预防疾病、治疗疾病和保障人类身体健康为目的之科学。人体的一切生理现象和病理现象都是以体内的代谢作用为基础的，而体内的

代谢作用实质上就是物质的物理的和化学的变化。在机体内所有的复杂化学过程与其他化学过程相全；皆以罗蒙诺索夫(M. B. Ломоносов)所提出的物质与运动不灭定律为基础，进入体内的物质，无论受到什么样的变化，既不能无中生有地增加，也不能无影无踪地消灭。换言之，在人体内或动物体内发生的一切化学变化，皆服从于物质化学变化的总的规律。

研究医学科学的结果表明：为了要能解释生理和病理上的各种现象，都必须具有足够的物理学和化学的知识。例如，人体需要食物组成他的体质和供给能量，需要激素来统一体内各部分的功能，需要酶与维生素来促进体内的各种化学变化。食物、激素、酶、维生素等，都是物质，它们在人体内都经历着一系列的化学变化。只有当这些变化能够正常地或顺利地发生时，体内代谢作用才能够正常进行，才能保证人体的健康。无论由于内因的或外因的原因使人体内各种化学变化不能正常进行，体内的代谢作用就必然发生反常现象，因而人体表现出疾病状态。如果我们对食物、维生素等物质在体内进行的化学变化一无所知，而想要对于代谢作用或生理变化与病理变化的实质有所了解，显然是不可能的。

为要治疗疾病，主要是用药物来处理，而所有药物完全是化学物质。显然只有对这些物质的化学性质以及它们对于人体可能发生的变化和作用有了足够的认识，才能了解它们的药理作用，从而正确的选择药物以达到治疗疾病的目的。

又如在诊断疾病时常要进行血、尿、胃液等体液的化学检验，它如公共卫生方面的饮水分析、饮水消毒、食物检查、劳动卫生方面的气体分析、尘埃分析、毒物检验等工作，处处都牵涉到化学问题。最近抗生素与放射性同位素等在医学上的广泛应用，更加深了医学对于化学的依赖性。因此，可以说化学是现代医学科学中一门极重要的基础科学。为了学习正个医学科学，为了进行医学科学的研究工作，就必须掌握化学的基本知识与原理。

### 0-3 化学的研究方法

研究化学也和研究其他科学一样，首先从观察和记述事实开始。但是科学并不只限于记述所观察的现象；它的最重要的任务是找出联系这些现象的内在规律，用以说明这些现象，并进而应用这些不以人的意识为转移的客观规律来使物质世界为人类服务。当探求关于化学现象的解释时，力求更深入地洞悉所研究的现象的本质，弄清楚引起这些现象的原因，确定在什么条件下这些现象才能发生，并且确定在什么条件下可能控制与防止一些不需要或有害于人类的变化。为了这些目的，就有必要用人工的办法，使这些现象在便于研究的条件下和环境中出现，这种使现象出现的人工方法叫作实验。实验方法在科学研究方面是非常重要的。实验使我们能在较短的时间内搜集一系列彼此有关联的事实，这样比起观察自然界现象是可以节省很多时间。通过实验我们还可以使产生变化的因素限于很少并且是已知的几种，因而比较容易发现它们彼此之间的联系和规律性。进行实验时，又可以检查化学家对于某些现象的解释和假定是否正确。为了解释某一现象，确定它和以前已经研究过的现象的关系，并使这现象与其他诸现象能用一个总的概念综合起来所提出的假定，叫作假说。如果假说逻辑地推广出来的结果能为实验所证实，并且假说不仅可以解释某些现象并能推导出合乎事实的结论，予别出新的现象，那末假说就变成了学说（或理论）。由现象的认识提高到科学的假说或理论（学说），是由感性知识提高到理性知识的一种跃进。

把实验的数据以及观察所得的事实加以分析和归纳，再用更多的实验加以验证，最后可能归纳而得出定律。这样就能以尽可能精密的程度来表示自然现象间的关系，由定律而得到的推断，必须在实验中得到证实。化学上的定律，假说和理论，必须经得起事实的考验，如果与实践或实验的结果相符合，它们便得到证实；如果与实践或实验相抵触，它们便必须进一步研究加以修改甚致否定。理论和定律也不可能是绝对正确的，而只是接近于真

实，接近的程度是与这一时期的科学技术水平有密切的关系。但是定律和理论的近似性并不削弱它们的客观意义。

化学的研究方法正如毛泽东主席所指出的：“理性认识依赖于感性认识，感性认识有待于发展到理性认识，这就是辩证唯物论的认识论”。“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去”。“通过实践而发现真理，又通过实验而证实真理和发展真理。从感性认识而能动地发展到理性认识，又从理性认识而能动地指导革命实践，改造主观世界和客观世界。实践、认识，再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识的每一循环内容，都比较地进到了高一级的程度。这就是辩证唯物论的全部认识论，这就是辩证唯物论的知行统一观”<sup>①</sup>。

## 第一章 原子结构、分子结构和物质聚集态

### 1-1 原子结构大意

原子结构是在发现电子为一切原子的组成成分以后才引起科学家的注意。实验证明各种物质都有可能放出电子，正个原子必须是中性的，因此原子中除了电子以外，应该还有另一带阳电荷的组成成分。

放射性现象发现以后，才奠定了近代原子结构学说的基础。卢瑟福 (E. Rutherford) 1911年研究 $\alpha$ 质点在气体或其他物质中的运动情况后，确定了原子核的存在，提出了“行星象式”原子模型：在原子中心有一个带阳电荷的核，它的质数几乎等于原子的全部质数，电子在它的周围沿着不连续的轨道运转，和行星环绕太阳运转相似。电子的多少，取决于原子核的阳电荷数值，电子在运转时所产生的离心力和原子核对电子的吸引力平衡，因此电

<sup>①</sup> “毛泽东选集”，人民出版社，第二版，1954年，第一卷，第280、281、285页。

子能够与原子核保持着一定的距离，亦和行星与太阳保持着一定的距离一样。正个原子的直径约为 $10^{-8}$ 厘米，例如Au、Ag、Cu的原子半径依次为146、144、128Å。原子核的直径约在 $10^{-14}$ 到 $10^{-12}$ 厘米之间。假如把原子假想为一个直径为10米的巨型球，那末原子核只是针尖大小罢了。电子的直径约为 $10^{-13}$ 厘米。原子核和电子仅占正个原子所占空间的极小一部分，原子的绝大部分是“空”的。

1919年卢瑟福证明了质子( $H^+$ )是原子核中的基本质点，1932年查德维克(chadwick)发现了中子，并证实它也是原子核中的基本质点。至此我们知道原子核是由质子和中子结合而成的。假如一个元素的原子质量数为A，原子序(核电荷)为Z，则原子核的基本组成就是Z个质子，(A-Z)个中子。例如钠的原子核由11个质子和 $23-11=12$ 个中子所组成。当原子序相等而原子质量数不全时，称为同位素。如氯的原子序为17，它的原子质量数有35和37两种，通常的氯就是由这两种同位素所组成，所以氯的平均原子量为35.46。化学反应只与最外一层或两层的电子，即所谓的价电子有关，故下面只讨论原子核外电子的排布情况。

### 1-2 原子核外电子的排布

玻尔(Niels Bohr)理论的结果表明：原子中电子只能在一定的轨道上围绕原子核转动。此外，在多电子的原子中电子与核的距离亦不尽相等。距离愈远则与核引力愈小，因之就愈易将其移去。根据将电子移去时所需要的能量大小，可以将原子中的电子分为若干层，需要能量最多的称为K层，其次为L层，再次为M，N，O，P……层，或相应的称为1, 2, 3, ……层，这些电子层就相当于原子中的轨道。

由光谱的研究知道：各层中的电子数目并不相等。K层中最多只有两个电子，L层可有8个，M层可有18个，这些数目可用通式表示为：

各层最多电子数 =  $2 \times (\text{层次})^2$

式中“层次”系 1, 2, 3, ……，即 K, L, M, ……。

为方便起见，可用图 1-1 所列简图来表示元素的原子结构。但应注意，这样的简图只列出了原子中各个电子层上的电子数目，是一种非常粗略的表示方法。它并不反映电子在原子内排布的确切情况。

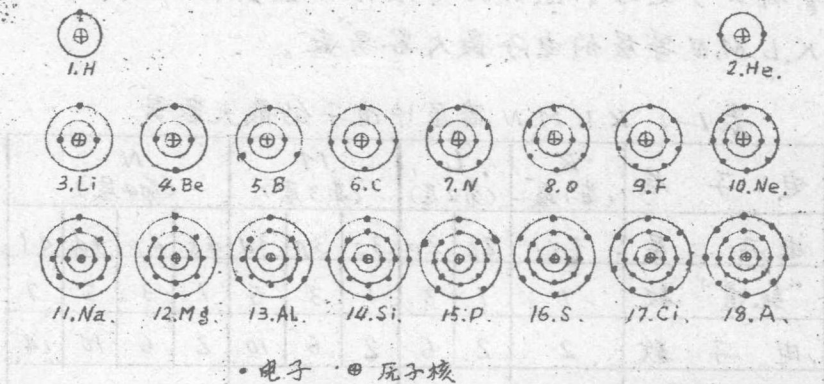


图 1-1 第 1-3 周期中各元素的原子结构简图

然而精确地研究原子光谱并比较元素的化学性质的结果指出：属于同一层的各个电子所处的能级还多少有些不全。这一事实成为把 1 个电子层划分为 1 个或 1 个以上的电子亚层的基础，每一亚层代表着一定的能级。这些亚层常用 s, p, d, f 等字母来表示。每一电子层所含亚层数如下：第 1 层只有 s 亚层，第 2 层有 s 亚层和 p 亚层，从第 3 层开始有 d 亚层，从第 4 层开始有 f 亚层。为了区别不同电子层的亚层起见，把它们所属电子层的号码标在亚层符号的前面。例如，1s 是第 1 层的 s 亚层，3p 是第 3 层的 p 亚层……等。

图 1-2 是由实验推出来的近似能级图。图中的方格代表“轨道”这图可以帮助我们了解原子中电子的排布。从图中

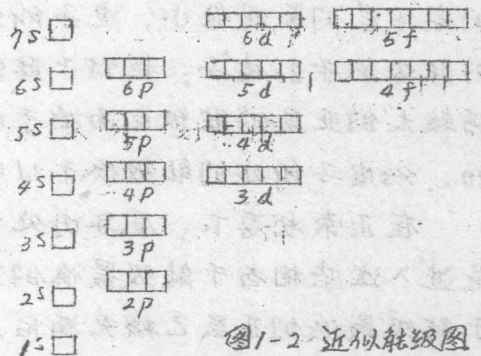


图 1-2 近似能级图

可以看出，每一个电子亚层是由1个或几个“轨道”所组成。s亚层只有1个“轨道”，p、d、f等亚层依次有3、5、7个“轨道”。由于电子除绕核运行外，还会自旋（这与分子形成有很大关系），且自旋只有两个方向，当自旋同向时则相斥，所以每一个“轨道”上最多能有2个电子。s亚层最多有2个电子，p、d、f等亚层依次最多有6、10、14个电子。每一电子层的电子亚层数又不全，所以K层最多有2个电子，L、M、N等层依次最多有8、18、32个电子。表1-1是K、L、M、N等层的电子最大容量表。

表1-1 K、L、M、N等层中电子的最大容量

电子层	K (第1层)		L (第2层)			M (第3层)			N (第4层)				
电子亚层	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f			
“轨道”数	1	1	3	1	3	5	1	3	5	7			
电子数	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14			
每层最大容量	2		8			18			32				

在已知元素的原子中，任何1个电子层上排列电子总数没有比32个更多的。当1个电子亚层上的电子数达到它的最大值时，就说那个电子亚层是充满了。

图1-2中，方格的位置愈低表示能级愈低。在同1个含有较多电子的电子层中，s电子所处的能级最低，依次是p、d、f电子。例如，2s电子所处的能级低于2p电子。符号相同的亚层，其所居的电子层的号码愈小，电子所处的能级愈低。例如，1s电子所处的能级低于2s电子。但对于能级较高的亚层来说，有些电子层号码较大的亚层的能级反而低于电子层号码较小的亚层的能级。例如，4f电子所处的能级低于3d电子。

在正常状态下，原子内处于最低能级的电子最稳定。电子总是进入这些相当于能级最低的亚层上。一般说来，只有这些相当于能级最低的亚层已被充满后，才依次进入能级较高的亚层。

茲將周期系中各元素的电子排佈列于表 1-2 中

表 1-2 原子内电子的排佈

元素	Z	K	L	M	N	O	P	Q
		1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f	5s 5p 5d 5f	6s 6p 6d 6f	7s
H	1	1						
He	2	2						
Li	3	2	1					
Be	4	↑	2					
B	5		2 1					
C	6	同	2 2					
N	7		2 3					
O	8		2 4					
F	9		2 5					
Ne	10		2 6					
Na	11		↑	1				
Mg	12		↓	2				
Al	13		同	2 1				
Si	14			2 2				
P	15			2 3				
S	16			2 4				
Cl	17			2 5				
A	18			2 6				
K	19			2 6	1			
Ca	20			2 6	2			
Sc	21			2 6	1 2			
Ti	22			2 6	2 2			
V	23	↑	↑	2 6	3 2			
Cr	24	↓	↓	2 6	5 1			



元素	Z	K		L			M			N				O				P			Q
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	6f	7s	
Mn	25	↓			2	6	5	2													
Fe	26	↓	↓		2	6	8	2													
Co	27	↓	↓		2	6	7	2													
Ni	28	↓	↓		2	6	8	2													
Cu	29	↓	↓		2	6	10	1													
Zn	30	↓	↓		↑			2													
Ca	31	↓	↓					2	1												
Ce	32	↓	↓					2	2												
As	33	↓	↓					2	3												
Se	34	↓	↓					2	4												
Br	35	↓	↓					2	5												
Kr	36	↓	↓					2	6												
Rb	37	↓	↓					2	6		1										
Sr	38	↓	↓					2	6		2										
Y	39	↓	↓					2	6	1	2										
Zr	40	↓	↓					2	6	2	2										
Nb	41	↓	↓					2	6	4	1										
Mo	42	↓	↓					2	6	5	1										
Tc	43	↓	↓					2	6	6	1										
Ru	44	↓	↓					2	6	7	1										
Rh	45	↓	↓					2	6	8	1										
Pd	46	↓	↓					2 6 10													
Ag	47	↓	↓								1										
Cd	48	↓	↓								2										
In	49	↓	↓								2	1									
Sn	50	↓	↓								2	2									
Sb	51	↓	↓								2	3									