



射线检测

第一章 射线检测的物理基础



源创力无损检测培训中心

1.1 原子与原子结构

1.2 射线的种类和性质

1.3 射线与物质的相互作用

1.4 射线照相法的原理与特点

1.1 原子与原子结构

源创力无损检测培训中心
www.chndt.org.cn

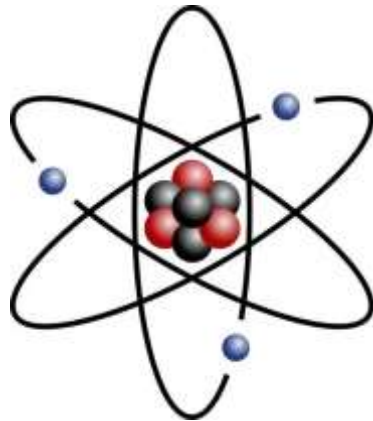
1.1.1 元素与原子

原子：在化学反应中，不可再分的最小粒子。

原子(0)		
原子核 (e^+)		核外电子(e^-)
质子(e^+)	中子(0)	

质子数=核电荷数=核外电子数=原子序数

- 核外电子质量极轻，约为质子质量的 $1/1837$ ；
- 原子质量=原子核质量=质子质量+中子质量；
- 质子质量=中子质量；
- 原子质量单位“u”，1u等于 $^{12}_6\text{C}$ 质量的 $1/12$ 。



相对原子质量=质子数+中子数

1.1.1 元素与原子

□ **元素**：具有相同核电荷数（核内质子数）的一类原子的总称。

◆ 符号：C、Co、Fe

□ **核素**：是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子。

◆ 符号： $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ ， $^{60}_{27}\text{Co}$ 、 $^{59}_{27}\text{Co}$

□ **同位素**：质子数相同而中子数不同的各种原子互为同位素。

◆ 如： ^1_1H (氕) ^2_1H (氘) ^3_1H (氚)， $^{12}_6\text{C}$ 、 $^{14}_6\text{C}$ ， $^{60}_{27}\text{Co}$ $^{59}_{27}\text{Co}$

质量数	元素 符号
质子数	

- ✓ 同一种元素质子数（核电荷数）一定相同，但是中子数可以不同；
- ✓ 同一种核素质子数一定相同，中子数也一定相同；
- ✓ 一种元素可以包含多种核素。

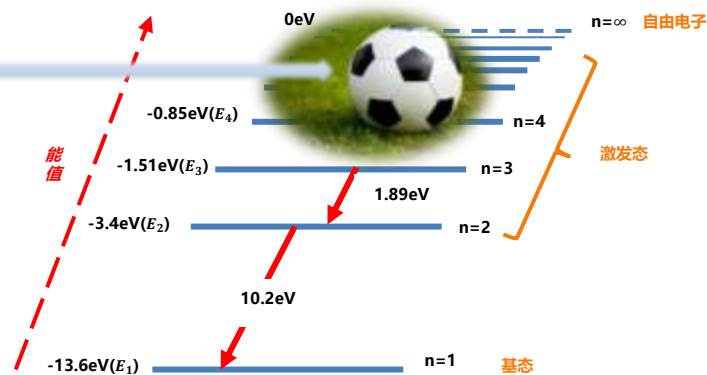
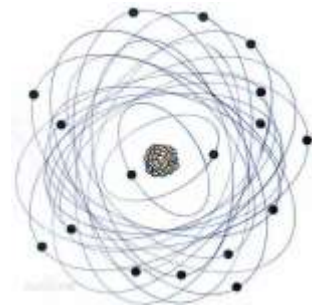
1.1.1 元素与原子

- ❑ **核素**可分为稳定和不稳定两类，不稳定的核素又称**放射性核素**，它能自发地放出某些射线，如 α 、 β 、 γ 射线，而变成另一种元素。
- ❑ **放射性核素**又可分为天然和人工制造两类，前者为自然界存在的矿产，一般 $Z \geq 83$ 的许多元素及其化合物具有放射性。（镭、铀、钍）
- ❑ 符合射线检测需要的天然放射性核素稀少，又不易提炼，价格昂贵，所以当前射线检测所用的均为人工放射性核素。
- ❑ 人工制造放射性核素：常采用高能粒子轰击稳定核素的核，使其变成放射性核素的方法来得到。



1.1.2 核外电子运动规律

- 核外电子沿着圆形轨道绕核运行，各条轨道有不同的
- 正
- 道
- 态
- 激
- 级
- 电子从未 能级跃迁到 能级的过程称为能级跃迁，能级跃迁同时伴随着能量的吸收和释放。



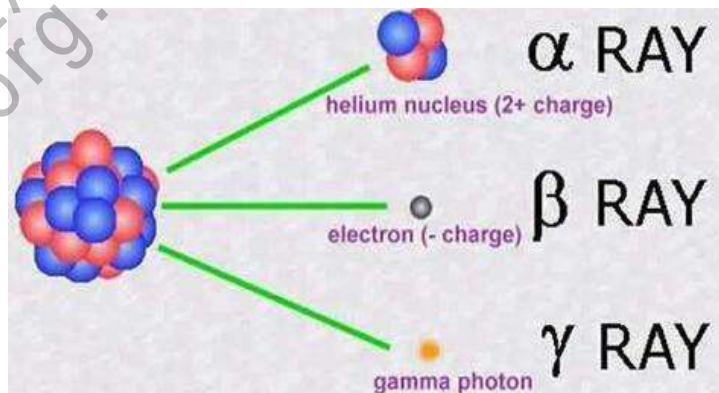
能级跃迁解释了原子发光机理，如：焰色反应、日光灯发光。

1.1.3 原子核结构

- 不稳定的核素会自发蜕变，变成另一种核素，同时放出各种射线，这种现象称为放射性衰变，如 α 衰变、 β 衰变、 γ 衰变。

放射性衰变：

1、 α 衰变：放出带2个正电荷的氦核；衰变后形成的子核，核电荷数较母核减2，即在周期表上前移两位，而质量数较母核减少4。

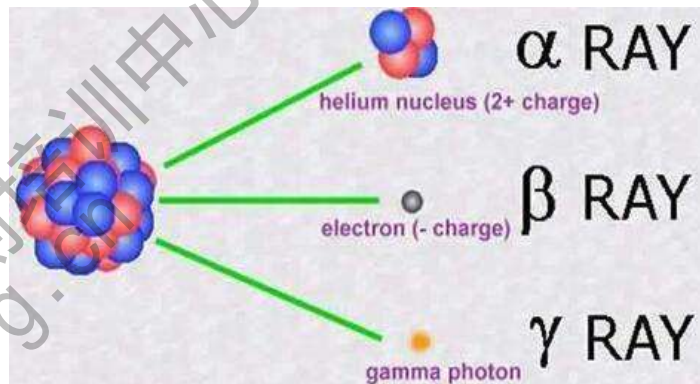


1.1.3 原子核结构

2、 β 衰变

不稳定的原子核发射电子，又称 β 粒子，

β 衰变包括 β^- 衰变、 β^+ 衰变、轨道电子俘获；



3、 γ 衰变：放出波长很短的电磁辐射，衰变前后核的质量数和电荷数不发生改变。

γ 衰变总是伴随 α 衰变、 β 衰变而发生，是原子核由高能级跃迁到低能级产生的。