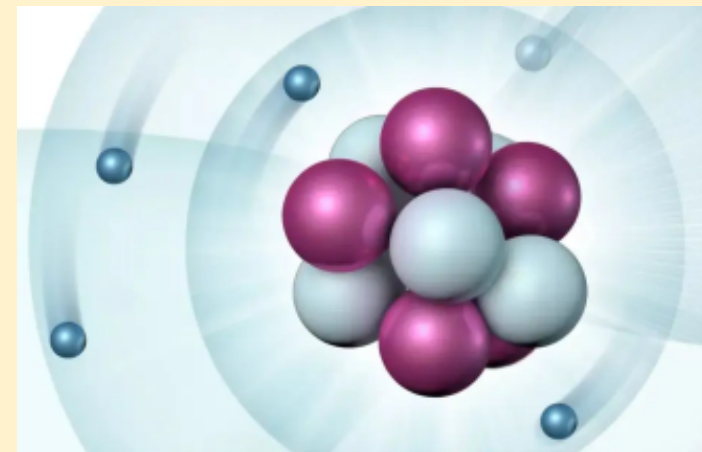


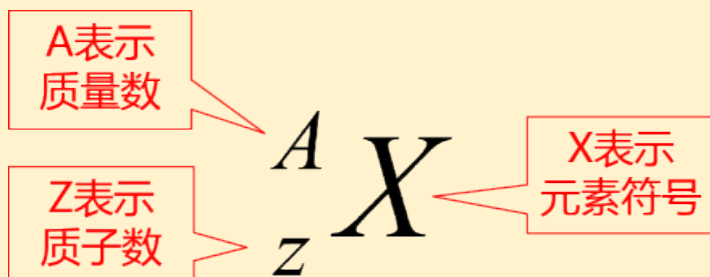
第五章 原子核



第2节 放射性元素的衰变

知识回顾

- 1、三种射线的本质分别是什么？
- 2、射线来源于何处？
- 3、原子核由什么组成？



核电荷数 Z =质子数=原子序数=核外电子数
质量数 A =核子数=质子数+中子数

α 射线 \rightarrow 氦原子核 ${}^4_2\text{He}$

β 射线 \rightarrow 高速电子流 ${}^0_{-1}e$

γ 射线 \rightarrow 高能量电磁波

射线与核外电子无关，来自原子核。

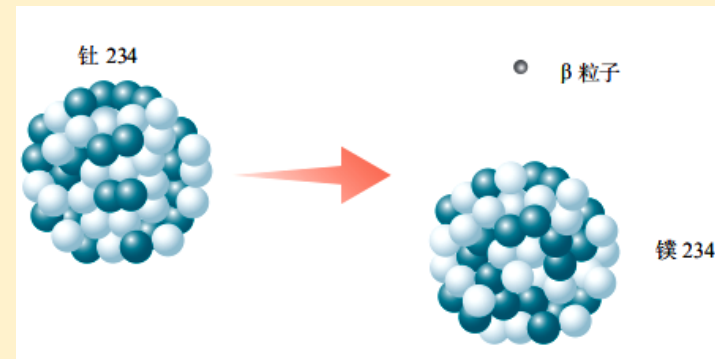
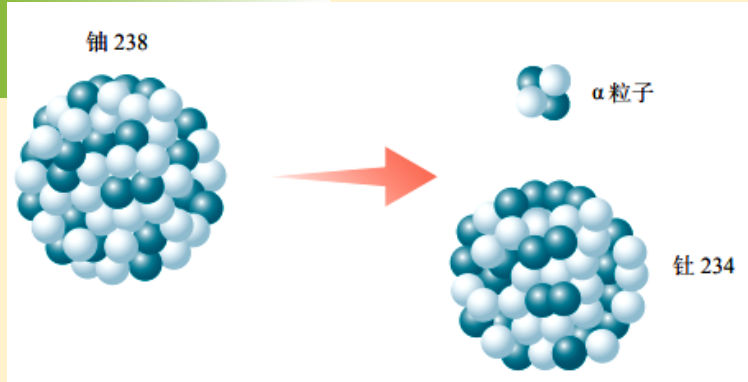
原子核由质子和中子组成
(质子和中子通称为核子)

在古代，不论是东方还是西方，都有一批追求，“点石成金”之术，他们试图利用化学方法将一些普通的矿石变成黄金。当然，这些炼金术士的希望都破灭了。



那么，真的存在能让一种元素变成另一种元素的过程吗？

一、原子核的衰变



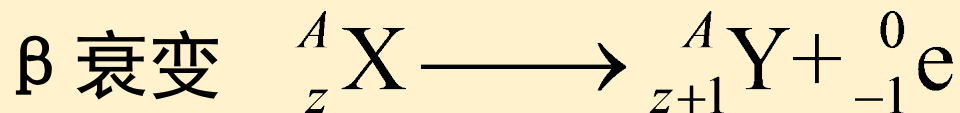
1. 定义：原子核放出 α 粒子或 β 粒子转变为新核的变化叫做原子核的衰变。

2. 种类： α 衰变：放出 α 粒子的衰变，如：
$${}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$$

β 衰变：放出 β 粒子的衰变，如：
$${}_{90}^{234}\text{Th} \longrightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$$

3. 规律：原子核发生衰变时，衰变前后的电荷数和质量数都守恒。

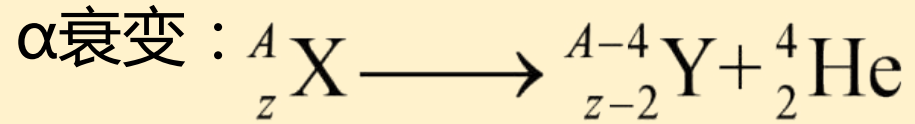
4. 衰变方程



说明：

1. 中间用单箭头，不用等号；
2. 质量数守恒，电荷数守恒；
3. 方程及生成物要以实验为基础。

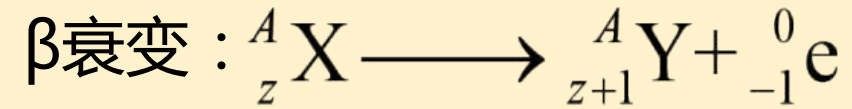
5、本质：



本质: 原子核内少了两个质子和两个中子
(原子核中的两个中子和两个质子结合形成 α 粒子并释放出来)



结果: 新核在元素周期表中位置前移2位
(原子序数减2)



本质: 原子核内的一个中子变成质子，同时放出一个电子，



结果: 新核在元素周期表中位置后移1位 (原子序数增1)

6、 γ 辐射： γ 射线经常是伴随 α 射线和 β 射线产生的

区分：核反应与化学反应

	化学方程式	核反应方程式
联系	电荷、 质量 守恒	电荷数、 质量数 守恒
区别	用符号	用箭头

注意：核反应方程式中**质量数守恒**指衰变前后核子的总数不变，
并不是**质量**不变！

【例 1】 $^{238}_{92}\text{U}$ 核经一系列的衰变后变为 $^{206}_{82}\text{Pb}$ 核，问：

(1) 一共经过几次 α 衰变和几次 β 衰变？

(2) $^{206}_{82}\text{Pb}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 相比，质子数和中子数各少了多少？

(3) 综合写出这一衰变过程的方程。

设 $^{238}_{92}\text{U}$ 经一 X 次 α 衰变和 Y 次 β 衰变后的产物： $^{206}_{82}\text{Pb}$ 、 $X\ ^4_2\text{He}$ 、 $Y\ ^0_{-1}\text{e}$

衰变方程： $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + X\ ^4_2\text{He} + Y\ ^0_{-1}\text{e}$

质量数守恒： $238 = 206 + 4X$

电荷数守恒： $92 = 82 + 2X + Y(-1)$

解得： $X = 8$ ， $Y = 6$

(2) 由于每发生一次 α 衰变质子数和中子数均减少 2，每发生一次 β 衰变中子数减少 1，而质子数增加 1，故 ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ 较 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 质子数少 10，中子数少 22。

(3) 衰变方程为 ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8 {}^4_2\text{He} + 6 {}^0_{-1}\text{e}$ 。

变式 1 . (多选)下列说法正确的是(**BD**)

A . ${}_{88}^{226}\text{R}_a$ 衰变为 ${}_{86}^{222}\text{R}_n$ 要经过 1 次 α 衰变和 1 次 β 衰变

B . ${}_{92}^{238}\text{U}$ 衰变为 ${}_{91}^{234}\text{P}_a$ 要经过 1 次 α 衰变和 1 次 β 衰变

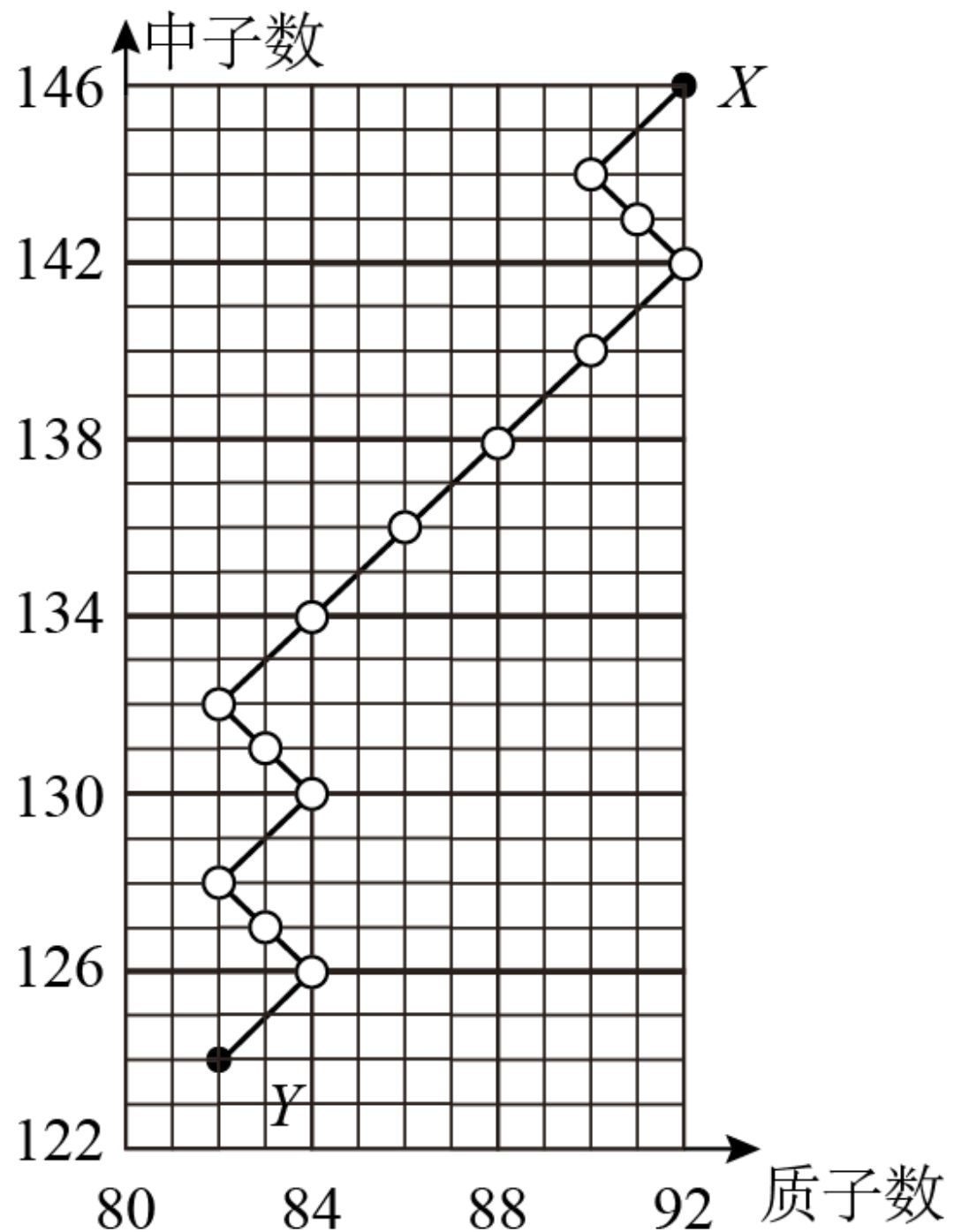
C . ${}_{92}^{238}\text{U}$ 衰变为 ${}_{86}^{222}\text{R}_n$ 要经过 4 次 α 衰变和 4 次 β 衰变

D . ${}_{90}^{232}\text{Th}$ 衰变为 ${}_{82}^{208}\text{P}_b$ 要经过 6 次 α 衰变和 4 次 β 衰变

解析： α 衰变时核电荷数减 2，质量数减 4， β 衰变时核电荷数加 1，质量数不变；设发生了 x 次 α 衰变和 y 次 β 衰变，则根据质量数和电荷数守恒有： $2x - y + 86 = 88, 4x + 222 = 226$ ，解得 $x = 1, y = 0$ ，A 错误；同理可判断选项 C 错误；BD 正确。

[2021·全国甲卷] 如图-所示, 一个原子核X经图中所示的一系列 α 、 β 衰变后, 生成稳定的原子核Y, 在此过程中放射出电子的总个数为(A)

- A. 6
- B. 8
- C. 10
- D. 14



7. α 衰变和 β 衰变在磁场中的轨迹分析

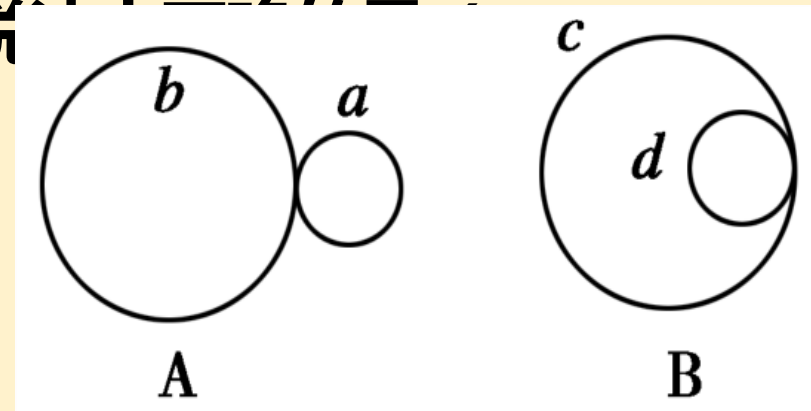
设有一个质量为 M_0 的原子核，原来处于静止状态。当发生一次 α (或 β)衰变后，释放的粒子的质量为 m ，速度为 v ，产生的反冲核的质量为 M ，速度为

V : (1) . 动量守恒关系 $0 = mv + MV$ 或 $mv = -MV$

(2) . 在磁场中径迹的特点

α 衰变	${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$		两圆外切， α 粒子半径大
β 衰变	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$	匀强磁场中的轨迹 	两圆内切， β 粒子半径大

例2(多选) A 、 B 是两种放射性元素，原来都静止在同一匀强磁场，其中一个放出 α 粒子，另一个放出 β 粒子，运动方向都与磁场方向垂直。图中 a 、 b 与 c 、 d 分别表示各粒子的运动轨迹，下列说法



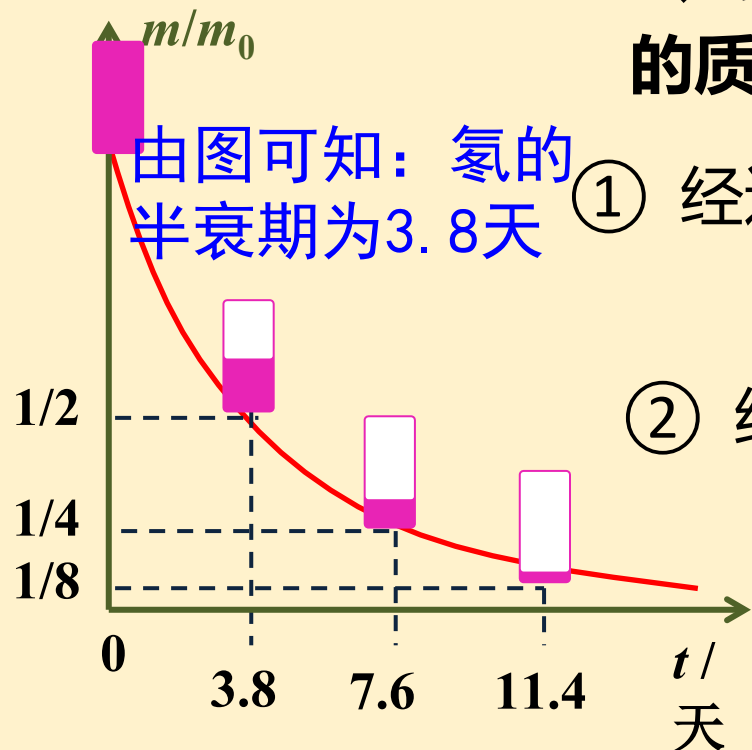
-)
- A . 磁场方向一定为垂直纸面向里
 - B . A 放出的是 α 粒子， B 放出的是 β 粒子
 - C . b 为 α 粒子运动轨迹， c 为 β 粒子运动轨迹
 - D . a 轨迹中粒子比 b 轨迹中的粒子动量大

二、半衰期

1、定义：放射性元素的原子核有**半数**发生衰变所需的时间。

m/m_0	1/2	1/4	1/8	1/16	...
$t/\text{天}$	3.8	2×3.8	3×3.8	4×3.8	...

氦的衰变



2、公式：若放射性元素原来的质量为 m_0 、原子数为 N_0 ，剩余的质量 m ，剩余的原子数为 N ，经过时间 t ，则：

① 经过 n 个半衰期(T)其剩余的质量为：
$$m = \left(\frac{1}{2}\right)^n m_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} m_0$$

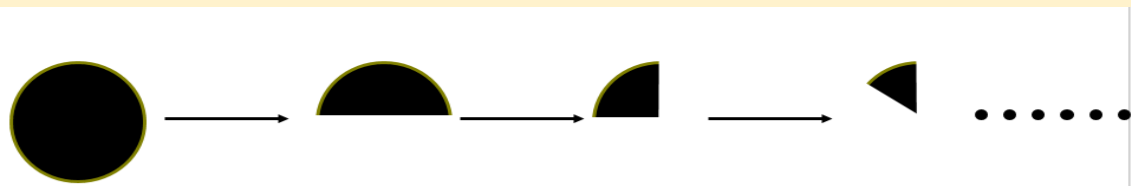
② 经过 n 个半衰期后剩余的粒子数为：
$$N = \left(\frac{1}{2}\right)^n N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} N_0$$

$N_{\text{剩}}$ ：衰变后剩余的原子核个数

N_0 ：衰变前原子核个数

t ：衰变经历的时间

T ：半衰期



3. 补充几点：

- ①半衰期是一个统计规律，**只对大量的原子核才适用。**
- ②不同元素的原子核半衰期差异很大。
- ③**每一种原子核的半衰期是固定的**，由原子核内部结构决定，与外部因素无关。

一种放射性元素，**不管它是以单质的形式存在，还是与其他元素形成化合物，或者对它施加压力、提高温度，都不能改变它的半衰期**

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/748000003074006064>