

第 3 章

D I S A N Z H A N G

原子核与放射性

第 1 节



原子核结构

书本：第44页

导入：

电子的发现使人们认识到，原子不再是构成物质的基本单位。进一步的研究发现，在原子的中心有一个原子核，原子核集中了原子的全部正电荷和几乎全部的质量。随后，原子核的结构成为科学家进一步研究的课题。

注：原子直径数量级约为 10^{-10}m

原子核直径数量级约为 10^{-15}m

笔记

一、原子核结构：

1、质子的发现：卢瑟福做了用 α 粒子轰击氮原子核，发现了质子。
质子的发现：为了探测原子核的结构，1919年，卢瑟福做了用 α 粒子轰

击氮原子核的实验 发现了质子。



注：在核反应方程中，质量数和核电荷数守恒

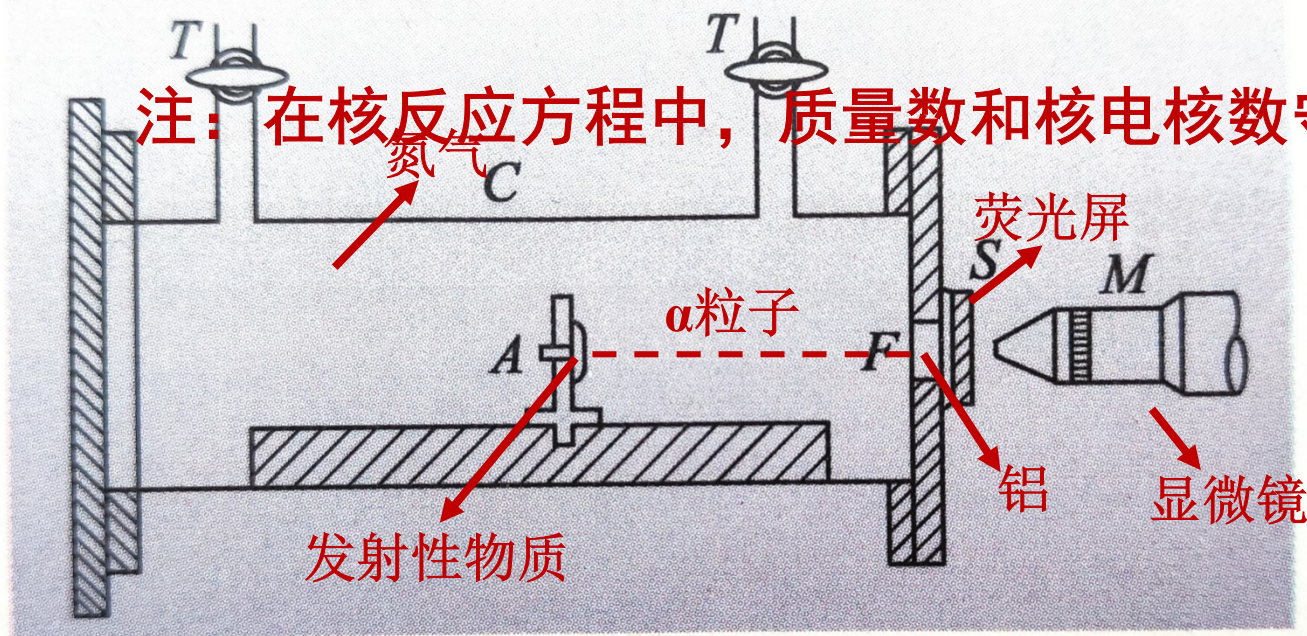
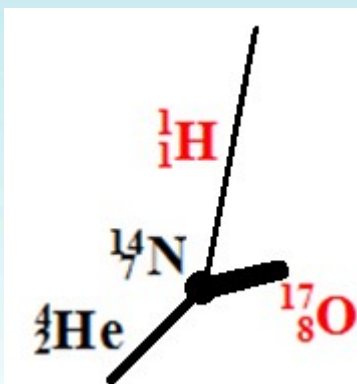


图 3-3 用 α 粒子轰击氮原子核实验装置

质子是 α 粒子直接从氮原子核中打出的，还是 α 粒子与氮原子核结合成复合核中放出的呢？为了探索这个问题，1925年，英国物理学家**布拉凯特**在**充氮的云室**里又做了这个实验。他拍摄了**2万多张云室照片**，从**40多万条**粒子径迹照片中发现，有**8条径迹**产生了分叉。分析表明， α 粒子的径迹在氮原子核碰撞后不再出现。形成的分叉径迹中，细长的径迹是质子的径迹，另一条短粗的径迹是新产生的核的径迹。这就表明， α 粒子击中氮原子核后形成一个复核，而这个复核不稳定，生成后随即发生变化，放出一个质子。



书本：第45页第4段

注：上段变色部份是考点，请在书上划线并记住

中子的发现

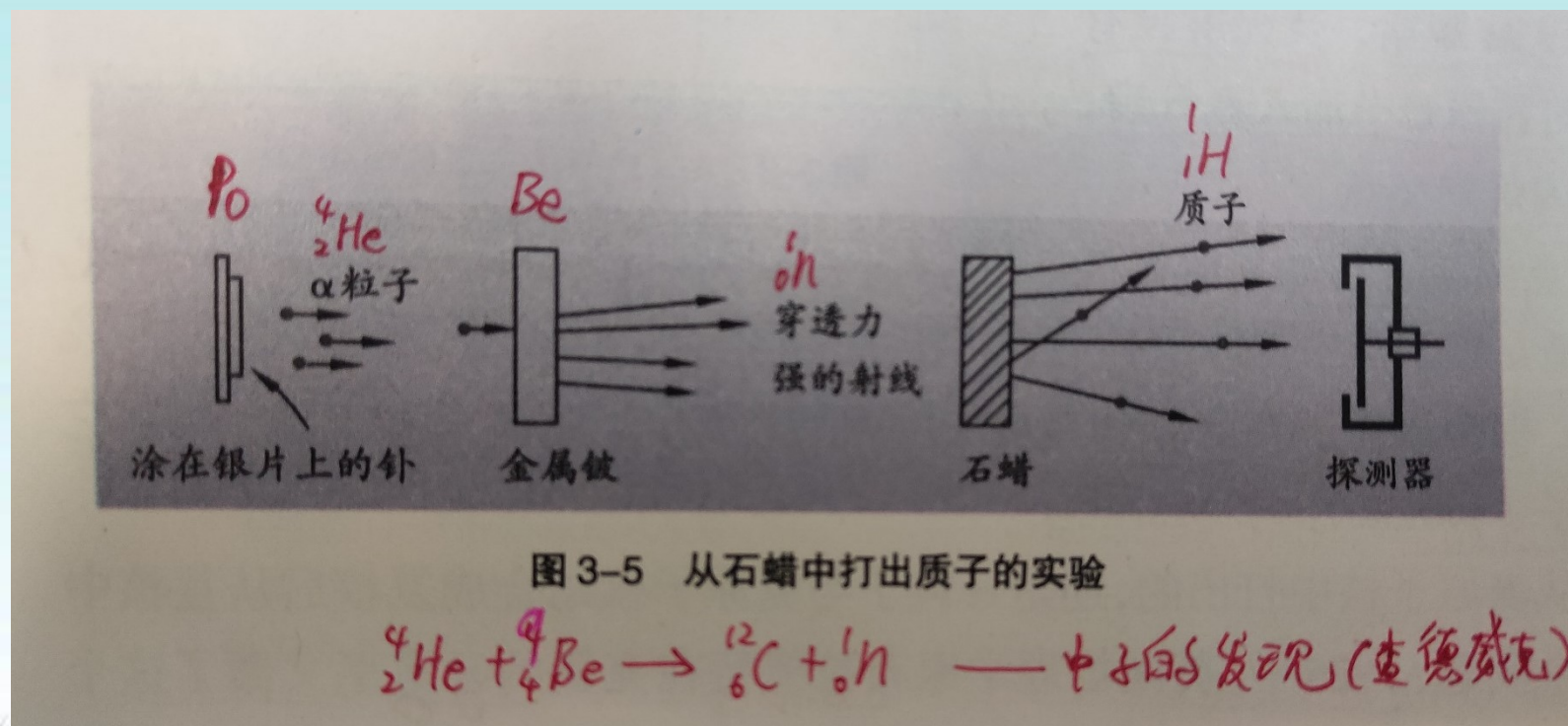
原子核带正电，质子也正好带正电，很快就有人猜想原子核是由质子组成的。但这种猜想不能解释当时已经发现的一些物理现象。例如，除氢元素外，所有元素的原子核的质量大体上是质子质量的整数倍，但原子核的电荷数仅仅是质量数的一半或更少一些。这表明，原子核不仅仅是由质子组成。

卢瑟福发现质子后，预想核内还有一种不带电的中性粒子，并给这种“粒子”起名为中子。1932年，查德威克利用云室进行实验，证明了中子的存在。

书本：第46页第1段

注：上段变色部份是考点，请在书上划线并记住

中子的发现是许多科学家研究的结晶。1930年，科学家发现，用从钋发出的射线轰击铍时，会产生一种不受电场和磁场影响、穿透能力很强的射线。1932年，约里奥·居里夫妇发现，如果用这种射线轰击石蜡，能从石蜡中打出质子。同年，查德威克在这些研究的基础上，对云室中这种射线与氮原子核碰撞的径迹进行了深入研究，发现这种射是一种不带电、质量接近质子的粒子流，这种粒子正是卢瑟福猜想中的中子。后来，大量实验证实，从许多元素的原子核中都能轰击出中子，表明中子是原子核的组成部分。



2. 中子的发现：查德威克用 α 粒子轰击铍Be发现了中子，证实了中子是原子核的组成部份。



二、原子核的组成：

(1) 原子核由质子和中子组成，质子和中子统称为核子

质子带正电，中子不带电

(2) 质子质量 \approx 中子质量

原子核质量=质子质量+中子质量 \approx 核子质量的整数倍

$$\text{核子数} = \frac{\text{原子核质量}}{\text{质子质量}}$$

(3) 质量数=中子数+质子数=核子数

(4) 核电荷数=质子数=原子序数

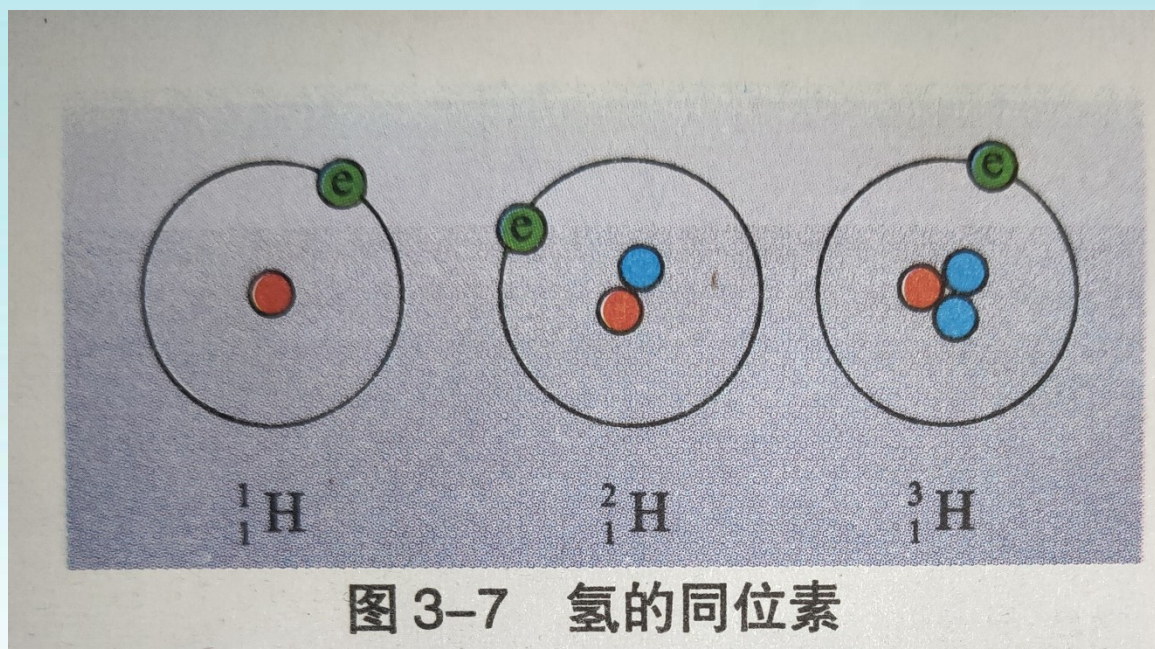
笔记

4、原子核符号： A_ZX

$\left\{ \begin{array}{l} X: \text{元素符号} \\ A: \text{质量数} \\ Z: \text{核电荷数} \end{array} \right.$

$$\text{中子数} = A - Z$$

5、同位素：有相同质子数，不同中子数的原子数互称同位素。

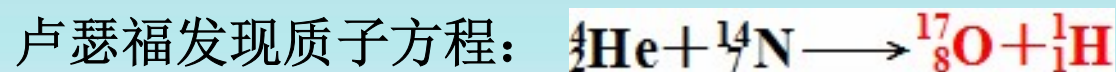


注：同位素因质子数相同，所以具有相同的化学性质

三、核反应及核反应方程：

1、核反应：在核物理学中，原子核在其它粒子的轰击下产生新原子核的过程。

2、核反应方程：用原子核符号描述核反应过程的式子。



注：在核反应方程中，质量数和核电荷数守恒

学用结合·析考点

课堂讲练设计,举一能通类题

考点一

原子核的组成

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} \text{原子核} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{组成} \left\{ \begin{array}{l} \text{半径: } 10^{-15} \text{ m} \sim 10^{-14} \text{ m} \\ \text{质子: 电量 } e = +1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ \text{质量 } m_p = 1.672\,623\,1 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{中子: 电量 } e = 0 \\ \text{质量 } m_n = 1.674\,928\,6 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{array} \right. \\ \text{同位素: 质子数相同, 中子数不同的原子} \end{array}
 \end{array}$$

考点二

核反应方程的书写

核反应方程的书写规则

- (1)核反应方程必须遵守电荷数守恒和质量数守恒。
- (2)核反应方程中的箭头“ \longrightarrow ”表示核反应进行的方向，不能把箭头写成等号。
- (3)写核反应方程必须要有实验依据，决不能毫无根据的编造。
- (4)要求记住常见粒子的符号表示：质子(${}^1_1\text{H}$)、中子(${}^1_0\text{n}$)、电子(${}^0_{-1}\text{e}$)、正电子(${}^0_1\text{e}$)、 α 粒子(${}^4_2\text{He}$)等。

通方法

[例 1] 已知镭的原子序数是 88，原子核质量数是 226。试问：

(1) 镭核中有几个质子？几个中子？

(2) 镭核所带的电荷量是多少？

(3) 镭原子核外有几个电子？

(4) $^{228}_{88}\text{Ra}$ 是镭的一种同位素，让 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 和 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 以相同的速度垂直射入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，它们运动的轨道半径之比是多少？

[思路点拨] 原子序数与核内质子数、核电荷数、原子的核外电子数都相等，原子的质量数等于核内质子数与中子数之和。

【解析】 (1)镭核中的质子数等于其原子序数，故质子数为 88，中子数(N)等于原子核的质量数(A)与质子数(Z)之差，即

$$N=A-Z=226-88=138。$$

(2)镭核所带电荷量 $Q=Ze=88\times 1.6\times 10^{-19}\text{ C}=1.41\times 10^{-17}\text{ C}$ 。

(3)原子的核外电子数等于核电荷数，故核外电子数为 88。

(4)带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的向心力为洛伦兹力，故有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$ ， $r=\frac{mv}{qB}$ 。

两种同位素具有相同的核电荷数，但质量数不同，故有

$$\frac{r_{226}}{r_{228}}=\frac{226}{228}=\frac{113}{114}。$$

【答案】 (1)88 138 (2) $1.41\times 10^{-17}\text{ C}$ (3)88 (4)113：114

探规寻律

明确原子核中核电荷数、质子数、原子核外电子数及原子序数这四个数相等，以及原子核的质量数与核子数相等，并等于质子数与中子数之和。

通 题 组

1. [多选]已知 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 是 $^{226}_{88}\text{Ra}$ 的一种同位素, 则下列说法正确的是 ()

- A. 它们具有相同的质子数和不同的质量数
- B. 它们具有相同的中子数和不同的原子序数
- C. 它们具有相同的核电荷数和不同的中子数
- D. 它们具有相同的核外电子数和不同的化学性质

解析：原子核的原子序数与核内质子数、核电荷数、核外电子数都是相等的，且原子核内的质量数(核子数)等于核内质子数与中子数之和。由此知这两种镭的同位素核内的质子数均为 **88**，核子数分别为 **228** 和 **226**，中子数分别为 **140** 和 **138**；原子的化学性质由核外电子数决定，因为它们的核外电子数相同，所以它们的化学性质也相同。故正确答案为 **A、C**。

答案：AC

2. 据最新报道，放射性同位素钬 ${}_{67}^{166}\text{Ho}$ 可有效治疗癌症，该同位素原子核内中子数与核外电子数之差是 ()

A. 32

B. 67

C. 99

D. 166

解析：根据原子核的表示方法得核外电子数=质子数=67，中子数为 $166-67=99$ ，故核内中子数与核外电子数之差为 $99-67=32$ ，故 A 对，B、C、D 错。

答案：A

考点二

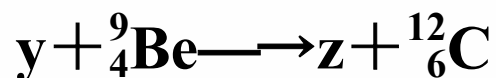
核反应方程的书写

核反应方程的书写规则

- (1)核反应方程必须遵守电荷数守恒和质量数守恒。
- (2)核反应方程中的箭头“ \longrightarrow ”表示核反应进行的方向，不能把箭头写成等号。
- (3)写核反应方程必须要有实验依据，决不能毫无根据的编造。
- (4)要求记住常见粒子的符号表示：质子(${}^1_1\text{H}$)、中子(${}^1_0\text{n}$)、电子(${}^0_{-1}\text{e}$)、正电子(${}^0_1\text{e}$)、 α 粒子(${}^4_2\text{He}$)等。

通方法

[例 2] 以下是物理学史上 3 个著名的核反应方程



x 、 y 和 z 是 3 种不同的粒子，其中 z 是 ()

- A. α 粒子 B. 质子
C. 中子 D. 电子

[思路点拨] 解答本题需掌握以下两点：

(1) 核反应过程中质量数与电荷数守恒；

(2) α 粒子为 ${}^4_2\text{He}$ ，质子为 ${}^1_1\text{H}$ ，中子为 ${}^1_0\text{n}$ ，电子为 ${}^0_{-1}\text{e}$ 。

[解析] 根据核反应中质量数和电荷数守恒，可知 3 个核反应方程为 ${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \longrightarrow 2{}^4_2\text{He}$ ， ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \longrightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$ ， ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \longrightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{C}$ ，由以上核反应方程可知 z 为中子，选项 C 正确。

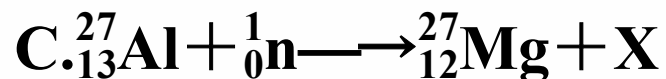
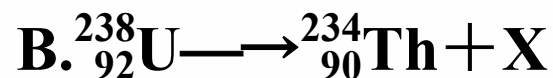
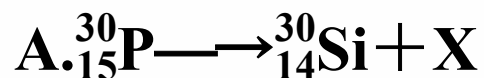
[答案] C

探规寻律

在写核反应方程时，应先将已知原子核和已知粒子的符号填入核反应方程一般形式的适当位置上，然后根据质量数守恒和核电荷数守恒规律计算出未知核(或未知粒子)的核电荷数和质量数，最后根据未知核(或未知粒子)的核电荷数确定它们是哪种元素(或哪种粒子)，并在核反应方程一般形式中的适当位置填写上它们的符号。

通 题 组

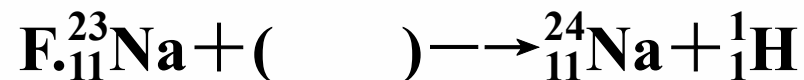
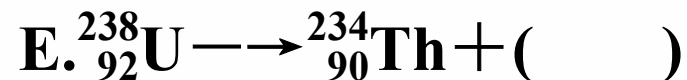
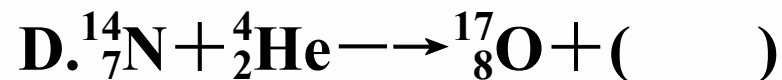
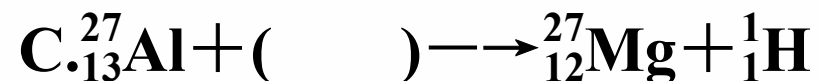
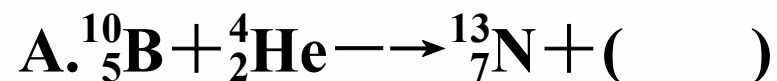
1. 在下列 4 个核反应方程中，X 表示质子的是 ()



解析：在核反应中质量数和电荷数守恒，由此可知 A 中 ${}_{15}^{30}\text{P} \longrightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0\text{e}$ ，X 为正电子，B 中 ${}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ ，X 为氦核；C 中 ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{12}^{27}\text{Mg} + {}_1^1\text{H}$ ，X 为质子；D 中 ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \longrightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$ ，X 为中子，综上所述，C 符合题意。

答案：C

2. 完成下列各核反应方程，并指出哪个核反应是首次发现质子、中子的。



解析：A. ${}^{10}_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{13}_7\text{N} + {}^1_0\text{n}$

B. ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$ ，此核反应使查德威克首次发现了中子

C. ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{27}_{12}\text{Mg} + {}^1_1\text{H}$

D. ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ，此核反应使卢瑟福首次发现了质子

E. ${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

F. ${}^{23}_{11}\text{Na} + {}^2_1\text{H} \longrightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + {}^1_1\text{H}$

答案：见解析