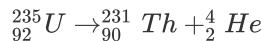


核能计算

一、利用爱因斯坦的质能方程计算核能

例1.

一个铀核衰变为钍核时释放出一个 α 粒子，已知铀核的质量为 $3.853131 \times 10^{-25} kg$ ，钍核的质量为 $3.786567 \times 10^{-25} kg$ ， α 粒子的质量为 $6.4672 \times 10^{-27} kg$ ，在这个衰变过程中释放出的能量等于 J （保留两位有效数字）。分析：由题可得出其核反应的方程为：



其反应过程中的质量亏损为：

$$\begin{aligned}\Delta m &= 3.853131 \times 10^{-25} kg - (3.786567 \times 10^{-25} kg + 6.4672 \times 10^{-27} kg) \\ &= 1892 \times 10^{-28} kg\end{aligned}$$

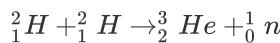
$$\text{所以 } \Delta E = \Delta mc^2 = 1.892 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.7 \times 10^{-13} J$$

即在这个衰变过程中释放出的能量等于 $1.7 \times 10^{-13} J$

例2.

假设两个氘核在同一直线上相碰发生聚变反应生成氦同位素和中子，已知氘核的质量为 $2.0136u$ ，中子的质量为 $1.0087u$ ，氦的同位素的质量为 $3.0150u$ ，求该聚变反应中释放的能量（保留两位有效数字）。

分析：由题可得出其核反应的方程式：



起反应过程中的质量亏损

$$\Delta = 2 \times 2.0136u - (3.0150u + 1.0087u) = 0.0035u$$

$$\text{所以 } \Delta E = \Delta mc^2 = 0.0035 \times 931.5 MeV = 3.3 MeV$$

即在这个衰变过程中释放出 $3.3 MeV$ 的能量。

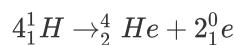
总结：利用爱因斯坦的质能方程计算核能，关键是求出质量亏损，而求质量亏损主要是利用其核反应方程式，再利用质量与能量相当的关系求出核能。

二、利用阿伏加德罗常数计算核能

例3.

四个质子在高温下能聚变成一个 α 粒子，同时释放能量，已知质子的质量为 $1.007276u$ ， α 粒子的质量为 $4.001506u$ ，阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ，求 $10g$ 氢完全聚变成 α 粒子所释放的能量。

分析：由题可得出其核反应的方程式：



其反应过程中的质量亏损

$$\Delta m = 4 \times 1.007276u - 4.001506u = 0.027598u$$

设所释放的能量为 ΔE , 由题可知:

$$\frac{4}{0.027598 \times 931.5} = \frac{\frac{10}{1} \times 6.02 \times 10^{23}}{\Delta E}$$

所以 $\Delta E = 3.87 \times 10^{25} MeV$

即 $10g$ 氢完全聚变成 α 粒子所释放的能量为 $3.78 \times 10^{25} MeV$

总结: 求宏观物体原子核发生核反应过程中所释放的核能, 一般利用核反应方程及其比例关系和阿伏加德罗常数。

三、由动量守恒和能量守恒计算核能

例4.

两个氘核聚变产生一个中子和一个氦核(氦的同位素), 若在反应前两个氘核的动能均为 $E_{k0} = 3.35 MeV$, 它们正面碰撞发生核聚变, 且反应后释放的能量全部转化为动能, 反应后所产生的中子的动能为 $2.49 MeV$, 求该核反应所释放的核能。已知氘核的质量为 $m_H = 2.0136u$, 氦核的质量为 $m_{He} = 3.015u$, 中子的质量为 $m_n = 1.0087u$ 。

分析: 设反应前氘核动量的大小为 p , 反应后生成的中子和氦核动量的大小分别为 p_x 和 p_{He} , 其动能分别为 K_{kx} 和 K_{kHe} , 反应所释放的核能为 ΔE , 则:

由动量守恒得: $p = p_n + p_{kHe}$ <1>

由能量守恒得: $2E_{k0} + \Delta E = E_{kn} + E_{kHe}$ <2>

因为 $E_k = \frac{p^2}{2m} \propto \frac{1}{m}$, 所以 $\frac{E_{kH}}{E_{kn}} = \frac{m_{He}}{m_n} \approx \frac{3}{1}$ <3>

由<1>、<2>、<3>解得: $\Delta E = 3.326 MeV$

即在这个衰变过程中释放出 $3.26 MeV$ 的能量。

总结: 由动量守恒和能量守恒计算核能, 还要和相关知识相结合。