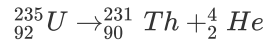


核能计算

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 $3.853131 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ，钍核的质量为 $3.786567 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ， α 粒子的质量为 $6.4672 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，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：

$$\begin{aligned}\Delta m &= 3.853131 \times 10^{-25} \text{ kg} - (3.786567 \times 10^{-25} \text{ kg} + 6.4672 \times 10^{-27} \text{ kg}) \\ &= 1.892 \times 10^{-28} \text{ kg}\end{aligned}$$

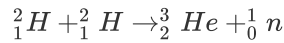
$$\text{所以 } \Delta E = \Delta mc^2 = 1.892 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.7 \times 10^{-13} \text{ J}$$

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

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 2.0136 u ，中子的质量为 1.0087 u ，氦的同位素的质量为 3.0150 u ，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

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

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

即在这个衰变过程中释放出 3.3 MeV 的能量。

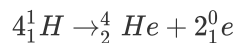
总结：利用爱因斯坦的质能方程计算核能，关键是求出质量亏损，而求质量亏损主要是利用其核反应方程式，再利用质量与能量相当的关系求出核能。

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 1.007276 u ， α 粒子的质量为 4.001506 u ，阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，求 10 g 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

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

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

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

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 $E_{k0} = 3.35 \text{ MeV}$ ，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_n 和 p_{He} ，其动能分别为 E_{kn} 和 E_{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： $\Delta E = 3.326 \text{ MeV}$

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。