

**核辐射物理及探测学**  
**第四章习题**

1. 确定下列核反应中的未知粒子 x 或未知核 X:
  - (1)  $X(n, \alpha)^{24}\text{Na}$
  - (2)  $^{208}\text{Pb}(p, n)X$
  - (3)  $^{249}_{98}\text{Cf}(^{12}_6\text{C}, x)^{257}_{104}\text{Rf}$
  - (4)  $^6_3\text{Li}(x, p)^6_3\text{Li}$
2. 求下列核反应的核反应能 Q 和核反应阈能:
  - (1)  $^{123}_{52}\text{Te}(^3_2\text{He}, d)^{124}_{53}\text{I}$
  - (2)  $^7_3\text{Li}(p, n)^7_4\text{Be}$
  - (3)  $^{90}_{40}\text{Zr}(p, \alpha)^{87}_{39}\text{Y}$
  - (4)  $^{27}_{13}\text{Al}(n, p)^{27}_{12}\text{Mg}$
3. 根据复合核模型, 给出入射粒子取阈能时上题中各复合核的激发能。
4. 在重离子打靶实验中使用了“百分之一”Au 固定靶, 从而以 1 MHz 的 Au 离子流强获得 10 kHz 的相互作用率, 已知靶厚为 0.5 mm (可视为薄靶), 请估算 Au-Au 相互作用截面。(金的密度为  $18.88 \text{ g/cm}^3$ )
5. 质子轰击铀靶, 发生(p, n)反应, 假定反应前铀核处于静止状态。
  - (1) 入射质子的最小能量是多少?
  - (2) 若入射质子能量为 3.5 MeV, 则发射中子的能量最大和最小值是多少?
  - (3) 若入射质子能量为 3 MeV, 发射的中子与质子的入射方向成  $90^\circ$  角, 求中子和  $^3\text{He}$  的动能。
6. 放射性核素  $^{131}\text{I}$  在核医学领域应用广泛。 $^{131}\text{I}$  的制备过程是: 利用反应堆的热中子照射含  $^{130}\text{Te}$  的  $\text{TeO}_2$  靶, 通过(n,  $\gamma$ )反应生成  $^{131}\text{Te}$ ,  $^{131}\text{Te}$  发生 $\beta$ 衰变生成  $^{131}\text{I}$ 。已知(n,  $\gamma$ )反应道是  $^{130}\text{Te}$  在热中子能量附近的最主要反应方式, 0.0253 eV 中子的反应截面为 0.2 b, 反应堆的中子注量率为  $10^{14} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{TeO}_2$  靶的密度为  $5.9 \text{ g/cm}^3$ , 其中 Te 各同位素的丰度与其天然丰度相同。
  - (1) 写出题目中所涉及核反应和核衰变的表达式。
  - (2) 将  $1 \text{ cm}^3$  的  $\text{TeO}_2$  靶放入反应堆中照射 1 分钟, 则照射结束时  $^{131}\text{Te}$  的活度为多少?
  - (3) 将 (2) 中照射后的样品放置 1 小时, 得到的  $^{131}\text{I}$  的活度为多少? 放置 10 小时呢?  
(本问中可忽略照射 1 分钟过程中生成的  $^{131}\text{I}$ , 即可设照射结束时,  $^{131}\text{I}$  活度为零)
  - (4) 当中子能量为 1 eV 时, 该(n,  $\gamma$ )反应的截面是多少?
7. 已知  $^1\text{H}$  和  $^{16}\text{O}$  对 0.0253 eV 热中子的总截面为 20.5 b 和 3.85 b。
  - (1) 请计算水 (设水分子中的氢为  $^1\text{H}$ 、氧为  $^{16}\text{O}$ ) 的宏观截面是多少?
  - (2) 对于平行热中子束, 使其强度衰减 99% 所需水的厚度是多少?