

第二十五章练习

25.1 写出核反应方程式: (a) ${}_{26}^{55}\text{Fe}$ 发生 β^- 衰变; (b) ${}_{92}^{238}\text{U}$ 发生 α 衰变; (c) ${}_{33}^{69}\text{As}$ 发生 β^+ 衰变; (d) ${}_{1}^3\text{H}$ 发生衰变; (f) ${}^{160}\text{W}$ 衰变为 Hf; (g) 质量数为 214 的元素 β^- 衰变为 Po; (h) ${}^{32}\text{Cl}$ 衰变为原子序数为 16 的核素; (i) ${}^{23}\text{Al}$ 与 ${}^4\text{He}$ 融合并放出一个中子; (j) 原子核吸收中子裂变为 ${}^{95}\text{Mo}$ 、 ${}^{140}\text{Sn}$ 和两个中子; (k) ${}^{63}\text{Cu}$ 为靶合成 ${}^{63}\text{Zn}$ 并放出两个中子

25.2 写出核反应方程式: 氙核轰击铀-238 得到 ${}^{218}\text{Bi}$; ${}^{86}\text{Kr}$ 轰击 ${}^{208}\text{Pb}$ 合成 Og, 随后通过多次 α 衰变为 Sg; ${}^{48}\text{Ca}$ 轰击 ${}^{249}\text{Cf}$ 得到 Og, 其立即衰变为 Lv

25.3 某样片含有的放射性元素只有 ^{101}Rh ，其每小时发生 4650 次衰变； ^{101}Rh 的半衰期为 3.30 a，估计样品中 ^{101}Rh 的原子数

25.4 一样品含 ^{224}Ra ，其发生 α 衰变。对样品放射性计数， $t = 0$ 每分钟发生 1000 次； $t = 1 \text{ h}$ ，每分钟发生 992 次； $t = 10 \text{ h}$ ，每分钟发生 924 次； $t = 100 \text{ h}$ ，每分钟发生 452 次； $t = 250 \text{ h}$ ，每分钟发生 138 次。计算半衰期。

25.5 据称某一木制品是埃及金字塔中发现的（距今约 4000~3000 年），通过碳-14 测定其衰变率为 $10.0 \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ，其为赝品吗？（所需数据在讲义中）

25.6 27 亿年前的样品中， $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ 的质量比应该为多少？假设最初样品不含铅， ^{232}Th 的半衰期为 $1.40 \times 10^{10} \text{ a}$

25.7 月岩通过质谱分析其中的核素，结果显示样品含有 $3.02 \times 10^{-5} \text{ mL g}^{-1}$ （标准状况）的 Ar，以及 0.083 wt% 的钾。样品中 ^{40}K 的丰度为 0.0121%， ^{40}K 的半衰期为 $1.26 \times 10^9 \text{ a}$ ，10.9% 的衰变产物为 Ar，计算月岩的年龄。

25.8 核反应 $^{10}\text{B} + ^4\text{He} \rightarrow ^{13}\text{C} + ^1\text{H}$ ，已知这些核素的质量依次为 10.01294 u，4.00260 u，13.00335 u，1.00783 u，计算反应放出的能量（MeV 为单位）。

- 25.9 1) 有些核素发生 β^+ 衰变，有些发生 β^- 衰变，判断类型： ^{29}P 、 ^{33}P 、 ^{120}I 、 ^{134}I 。
2) 哪些同位素应该发生 β^+ 衰变？ ^{28}P 、 ^{45}K 、 ^{73}Zn
3) 只观察到高原子序数的天然放射性同位素发生 β^- 衰变，解释原因

25.10 医疗用的 ^{222}Rn 是 ^{226}Ra 衰变得到的， ^{226}Ra 和 ^{222}Rn 的半衰期为 1.60×10^3 a 和 3.82 d。某一容器最开始只含 ^{226}Ra ，不含 ^{222}Rn ，画出 ^{222}Rn 含量随时间变化的示意图。假设该容器最开始含 1.00 g ^{226}Ra ，其能提供多少质量的 ^{222}Rn 供医院使用？估计获得该质量的 ^{222}Rn 所需的时间（一天？一周？一个月？一年？一世纪？）

25.11 放射性衰变和质谱法通常用于确定岩浆冷却后的岩石的年代。 ^{87}Rb 的半衰期为 4.88×10^{10} a, 其发生 β^- 衰变为 ^{87}Sr 。 ^{87}Sr 与 ^{86}Sr 都是稳定的核素, ^{86}Sr 不是由衰变形成的。分析一含有斜长石和钛铁矿的岩石样品, 测量其中的 $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$ 以及 $^{87}\text{Rb}:^{86}\text{Sr}$ 。斜长石中 $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$ 为 0.6991, 而 $^{87}\text{Rb}:^{86}\text{Sr}$ 约为 0; 钛铁矿的 $^{87}\text{Sr}:^{86}\text{Sr}$ 为 0.7037, $^{87}\text{Rb}:^{86}\text{Sr}$ 为 0.097 (上述比例均为物质的量之比)。计算岩石的形成年代。

25.12 U-Th 断代用于测量碳酸盐矿的年代。因为 Th 不溶于天然水, 因此从水中生长的物质 (钟乳石、珊瑚) 不含 Th, 但是含有少量 U。 ^{238}U 的半衰期为 4.47 亿年, 其衰变为 ^{234}U 。随后半衰期为 24.5 万年的 ^{234}U 衰变为 ^{230}Th , 而 ^{230}Th 本身也具有半衰期, 为 7.5 万年。因此平衡时, ^{234}U 的含量维持不变, 而每年产生的 Th 等于衰变的 Th 含量。对于某珊瑚样本, 测量 ^{230}Th 与 ^{234}U 的比例, 其结果为 1:13.45, 计算珊瑚的年代。