

四川大学

10

2002 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：原子核物理

科目代码：538#

适用专业：粒子物理与原子核物理

(试题共 2 页)

(答案必须写在试卷上, 写在试题上不给分)

一、简要回答下列问题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 什么是 β 稳定线? 在 β 稳定线两边的核分别具有哪种 β 放射性? 说明了原子核的什么性质?
2. 产生核反应共振的条件是什么? 写出 B—W 公式。
3. 什么叫同质异能素岛? 怎样用原子核壳模型理论进行解释?
4. 什么叫长期平衡? 放射衰变链形成长期平衡的条件是什么?
5. 目前实现受控热核反应有哪两种约束方式?
6. 常见的放射性种类有哪些? 并比较他们电离能力和穿透能力。
7. 什么是原子核的质量亏损和原子核的结合能? 写出它们之间的关系。
8. 为什么可以把中子和质子统称为核子? 区分核子的中子态和质子态的量子数是什么?
9. 什么叫能量双值? 哪种条件下存在能量双值?
10. 核内存在壳层结构的条件是什么? 写出原子核的所有幻数。

二、用反应堆或者加速器生产放射性同位素，当反应堆的功率和加速器束流不随时间变化时，放射性同位素的产生率 P 也不随时间变化。但放射性同位素生成后又会按它本身的半衰期衰变（设衰变常数为 λ ）。假设开始照射时， $t=0$ ，放射性同位素的核数目为 $N(0)=0$ 。试列出求解放射性同位素的数目 N 随时间 t 变化的微分方程并求解，根据求解结果画出生长曲线。（10 分）

三、大气中 ^{14}C 与 ^{12}C 的含量比为 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}=10^{-12}$ ， ^{14}C 的 β 衰变半衰期为 5730 年。若一个样品年代约为 5000 年，现在用 ^{14}C 法测量其年代，探测效率为 100%，要求进行 1 小时无本底测量达到标准偏差在 50 年内的测量精度，试问需要多少克样品？（15 分）

四、由 ^{210}Po 产生的 5.3MeV 的 α 粒子入射到 ^9Be 上，产生某种不带电的中性粒子。

a. 如果它是 γ 射线，求它向前发射时的能量 E_γ 。（7 分）

b. 这种不带电的中性粒子入射到 ^1H 和 ^{14}N 上，产生 5.7MeV 的反冲质子和 1.4MeV 的反冲 ^{14}N 。如果是 γ 射线引起的，求 γ 射线应有的最小能量 E_{\min} 并与 a 的结果比较。（8 分）

c. 如果它是重的中性粒子，并且 b 中的反冲能是由于此中性粒子与 ^1H 和 ^{14}N 发生对心碰撞得到的，估算此粒子的质量 m 和动能 E 。（10 分）

（ α 粒子与 ^9Be 的结合能为 10.65 MeV， $1u = 931.5 \text{ MeV}/c^2$ ， $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$ ， $M_{\text{N}} c^2 = 13044 \text{ MeV}$ ）