

四川大学

2003 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: 445#

适用专业: 粒子物理与原子核物理

(试题共 2 页)

(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上不给分)

一、 简要回答下列问题 (每小题 6 分, 共 60 分)

1. 常见的放射性种类有哪些? 并比较它们的电离能力和穿透能力。
2. 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。
3. 产生核反应共振的条件是什么? 写出 B—W 公式。
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. 在核反应中什么叫能量双值? 哪种条件下存在能量双值?
7. 写出原子核的所有幻数。
8. 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?
9. 解释衰变常数和半衰期的物理意义, 写出它们之间的关系。
10. 写出中子波长与其动能的关系。热中子 (0.025eV) 的波长是多少?

6

二、描述 γ 射线与物质的相互作用。如果用 NaI(Tl) 探测器测量 ^{60}Co 的 γ 射线能谱, 请画出可能得到的能谱示意图, 并标明各种可能出现的特征峰。

(15 分)

三、快中子照射铝靶时, 能发生 $^{27}\text{Al}(n,p)^{27}\text{Mg}$ 反应, ^{27}Mg 又通过 β 衰变至 ^{27}Al , 半衰期为 9.46 分钟。已知铝靶面积为 10cm^2 , 厚度为 1cm , 中子束垂直靶面, 经通量为 $10^7\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的快中子长期照射后, 冷却 20.4 分钟, 还有 $1.13 \times 10^{-2} \mu\text{Ci}$ 放射性。试求此反应的反应截面。(已知铝的密度为 2.7g/cm^3) (20 分)

四、实验测得天然放射性核素 ^{212}Po 有 4 种能量的 α 粒子, 动能分别为: 8.785, 9.499, 10.432, 10.550 MeV, 是从 ^{212}Po 不同激发态到 ^{208}Pb 基态的衰变。试求 ^{212}Po 激发态的能量。(15 分)

五、试求碳—氮循环中释放出的总能量: (15 分)

- 1) $^{12}\text{C} + p \rightarrow ^{13}\text{N} + \gamma$
- 2) $^{13}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{C} + e^+ + \nu$
- 3) $^{13}\text{C} + p \rightarrow ^{14}\text{N} + \gamma$
- 4) $^{14}\text{N} + p \rightarrow ^{15}\text{O} + \gamma$
- 5) $^{15}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N} + e^+ + \nu$
- 6) $^{15}\text{N} + p \rightarrow ^{12}\text{C} + ^4\text{He} + \gamma$

已知: $m_p = 1.007276\text{ u}$, $m_\alpha = 4.001506\text{ u}$, $m_e = 0.000548\text{ u}$ 。

六、已知 $^{152\text{m}}\text{Eu}$ 可以俘获一个 K 层电子衰变成 $^{152}\text{Sm}^*$, 并产生能量为 890 KeV 的中微子 ν 。处于激发态的 $^{152}\text{Sm}^*$ 将发射能量为 961 KeV 的 γ 射线。试问: 能否用 $^{152\text{m}}\text{Eu}$ 作为源, Sm_2O_3 作为吸收材料实现 γ 射线的共振吸收, 请详细说明理由。(25 分)