

中山大学

二〇一〇年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 907

科目名称: 原子物理

考试时间: 1 月 10 日 下 午

考生须知

全部答案一律写在答题纸上,
答在试题纸上的不得分! 请用蓝、
黑色墨水笔或圆珠笔作答。答题要
写清题号, 不必抄题。

第一部分: 问答填空题 (共 75 分) 请把答案写在答题纸上, 标明题号。

第1题 选择填空: 镜像核、同质异能素、同位素、同中子素、同量异位素、同中异位素 (每空 5 分共 25 分) (每空 5 分共 25 分)

- A. 质子数相同, 中子数不同的核素是_____。
- B. 中子数相同, 质子数不同的核素是_____。
- C. 原子核质量数相同, 电荷数不同的核素是_____。
- D. 质子数和中子数互换的一对原子核是_____。
- E. 质量数相同、电荷数相同的激发态核素是_____。

第2题 (每问 5 分共 15 分)

- A. 什么是原子核的结合能?
- B. 什么是比结合能?
- C. 如果两个重核具有相同的质量, 但是其中一个比另一个具有更大的结合能, 哪一个重核更不稳定?

第3题 (每问 3 分共 9 分)

简述什么是放射性核素的半衰期, 平均寿命和放射性活度。

第4题 填空 (每空 2 分共 10 分)

____衰变是两体衰变, 因此其能谱是____的, 全能峰很突出, 理论上是线谱。____衰变是多体衰变, 衰变过程中同时放出的中微子带走了部分能量, 因此其能谱是____的, 其____值对应于中微子带走能量为零。

第5题 (每回答一个机制 2 分共 6 分)

γ 射线与物质相互作用的三种主要机制 (效应) 是什么?

第6题 (10 分)

请简单描述 X 射线管的工作原理和 X 射线谱的组成。

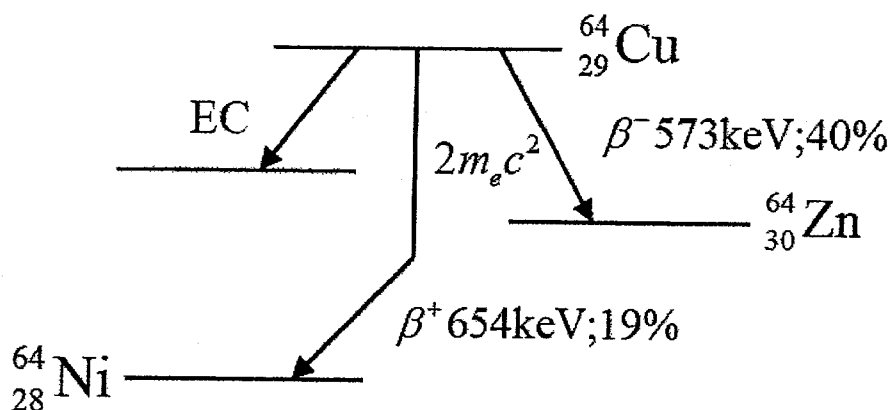
第二部分：计算分析题 (共 75 分)

第 1 题 (每项 3 分共 9 分)

计算下列各核的半径： ${}^4_2\text{He}$, ${}^{107}_{47}\text{Ag}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$ ，设 $r_0 = 1.45 \text{ fm}$ 。

第 2 题 (每问 10 分共 30 分)

${}^{64}\text{Cu}$ 的衰变纲图如下图所示：



已知 ${}^{64}\text{Cu}$ 的半衰期为 12.7 小时， $1\text{u} = 9.31494013 \text{ MeV}c^{-2}$ ，阿伏加德罗常量为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- (1) 试求 ${}^{64}\text{Cu}$ 和 ${}^{64}\text{Zn}$ 的原子质量差；
- (2) 求 K 俘获过程中放出中微子 ν_e 的能量(忽略电子在原子中的结合能)；
- (3) 求 1 mg 的 ${}^{64}\text{Cu}$ 所放出的 β^+ 的强度。

第 3 题 (每问 4 分共 16 分)

已知 γ 跃迁的原子核初态自旋宇称为 I_i, π_i ，末态为 I_f, π_f 。

- (1) 试根据角动量守恒给出 γ 带走的角动量 L 的可能取值范围；
- (2) 试根据宇称守恒给出 γ 带走的宇称由什么决定；
- (3) 请写出 γ 辐射的电多极辐射与磁多极辐射的定义；
- (4) 对于下列 γ 跃迁，已知跃迁类型和始态的能级特征，试求末态的能级特征
 (i) $1^+ \xrightarrow{E1} ;$ (ii) $2^- \xrightarrow{M2+E3} ;$ (iii) $4^+ \xrightarrow{E2} ;$ (iv) $1^+ \xrightarrow{M1+E2} ;$ (v) $0^+ \xrightarrow{M3} \rightarrow$

第 4 题 分析题 (20 分)

在保持 X 射线管的电压不变的情况下，将银靶换为铜靶，所产生的 X 射线的截止波长和 K_α 线的波长将各有何变化？