

## 兰州大学 2004 年招收攻读硕士学位研究生考试试题

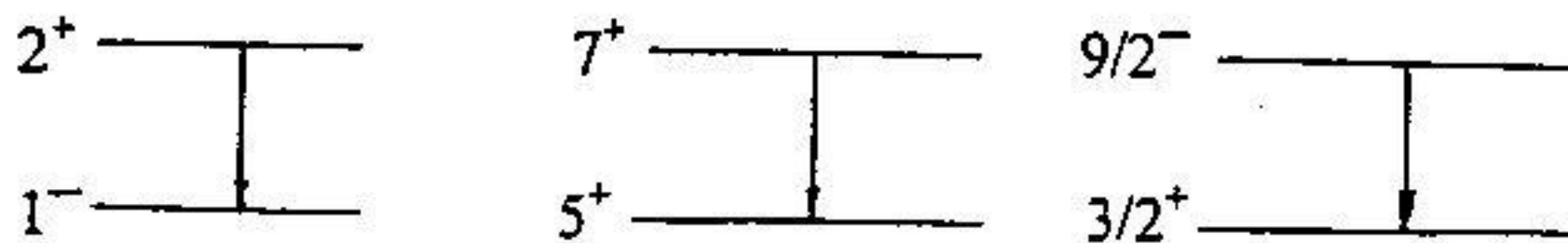
注意：答案请一律写在答题纸上，写在试题上无效。

招生专业：核技术应用 考试科目：原子核物理(含方法)  
粒子物理与原子核物理；原子-分子物理

试卷满分为 150 分

(一) 回答下列问题：(每小题 8 分)

- (1) 举例说明何为“同中子素”？何为“同量异位素”？
- (2) 已知下列各核的基态自旋值，判断在统计物理中哪些是费米子，哪些是玻色子？ $^1\text{H}$ :  $1/2$ ;  $^4\text{He}$ :  $0$ ;  $^{10}\text{B}$ :  $3$ ;  $^{25}\text{Mg}$ :  $5/2$ ;  $^{176}\text{Eu}$ :  $7$ ;  $^{209}\text{Bi}$ :  $9/2$ 。
- (3) 已知某放射性核素半衰期  $T_{1/2}=693$  分。它的衰变常数  $\lambda$  是多大？经过 2 个半衰期后，该核素的放射源其活度是原初的几分之几？
- (4) 已知 A、B、C 三个核素组成级联衰变，即  $A \rightarrow B \rightarrow C$ 。若 A 的半衰期  $T_1$  长于 B 的半衰期  $T_2$ ，C 为稳定核。在时间  $t=0$  时只有 A。问过较长时间后，这一衰变过程能否达到平衡？说明理由。
- (5) 计算  $^{27}\text{Al}$  的核子的总结合能。已知： $^{27}\text{Al}$  的原子量为 26.981542；中子质量 1.008665；氢原子质量 1.007825 (单位均为 amu)。
- (6) 何为“镜像核”？举出一个镜像核的例子。
- (7) 说明中微子和反中微子的区别？
- (8) 写出  $\beta$  衰变容许跃迁的选择定则。
- (9) 判断下列  $\gamma$  跃迁的类型。



- (10)  $^{64}\text{Cu}$  ( $Z=29$ ) 以轨道电子俘获方式衰变的占 0.6%，衰变到  $^{64}\text{Ni}$  的能级为 1.348MeV 的第一激发态；以  $\beta^+$  方式衰变的占 19%，衰变到  $^{64}\text{Ni}$  的基态。 $\beta^+$  最大能量 0.654MeV。其余为其它衰变方式。仅就给出的两种衰变方式画出  $^{64}\text{Cu}$  的部分衰变纲图。

(二)  $^{235}\text{U}$  的半衰期为  $7.0 \times 10^8$  年， $^{238}\text{U}$  的半衰期为  $3.5 \times 10^9$  年。现在  $^{235}\text{U}$  与  $^{238}\text{U}$  在地球上的丰度比为 1:139。问在多少年前地球上两者的丰度比为 1:69.5？(本题 15 分)

(三)  $^{86}\text{Rb}$  由自旋与宇称为  $2^-$  的基态经  $\beta^-$  衰变至  $^{86}\text{Sr}$  的第一激发态。该激发态能级为 1.078MeV。由此激发态再经  $\gamma$  衰变至  $0^+$  的基态。此  $\gamma$  为 E2 跃迁。

- (1) 问  $^{86}\text{Sb}$  第一激发态的自旋和宇称为何？ $^{86}\text{Rb}$  的  $\beta$  衰变是容许跃迁还是禁戒跃迁？若是禁戒，是几级禁戒跃迁？
- (2)  $^{86}\text{Rb}$  的原子量为 85.9111777amu； $^{86}\text{Sr}$  的原子量为 85.9092763amu。求衰变发出的  $\beta^-$  粒子的最大能量。(本题 15 分)

- (四) 计算  $0.5 \mu\text{g}$  重的  $^{137}\text{Cs}$  每秒钟发出多少个  $\gamma$  光子。已知  $^{137}\text{Cs}$  的半衰期为 30.17 年,  $\beta$  衰变至子核第一激发态的分支比为 93%, 子核  $\gamma$  跃迁的内转换系数分别为  $\alpha_K=0.0976$ ,  $K/L=5.66$ ,  $M/L=0.260$ 。(本题 15 分)
- (五) 用  $2.5\text{MeV}$  的质子束轰击金属  $^9\text{Be}$  的薄靶发生  $(p, d)$  反应。已知靶厚为 200 纳米,  $^9\text{Be}$  的密度为  $1.85\text{g/cm}^3$ 。实验中射入靶的质子电荷总量为  $1.6 \times 10^7$  库仑。在与束流方向  $30^\circ$  处放一 Au-Si 面垒探测器测反应产物  $d$ , 探测器表面设一光栏, 光栏孔直径 2mm, 孔距靶的轰击点 15cm, 若测得  $d$  的计数为 2700 个, 求该反应在  $30^\circ$  角处的微分截面。已知一个电子电荷为  $1.6 \times 10^{-19}$  库仑。(本题 15 分)
- (六) 小立体角法测量  $\alpha$  点状放射源活度, 源很薄,  $\alpha$  粒子射出时几乎无可观测的能损, 若用能量为  $5.30\text{MeV}$  和  $3.00\text{MeV}$  的  $\alpha$  标准源对谱仪进行能量刻度, 测得两个峰对应的道数为 1020 道与 610 道。测得该未知源发出  $\alpha$  粒子的峰位在 640 道。已知探测器灵敏区直径 2cm, 其中心距源为 15cm, 在 6 分钟内测得计数为 720 个。判断该源的核素及活度。经查该源可能为下列核素中的一个:  $^{186}\text{Os}$ :  $\alpha$  能量为  $2.800\text{MeV}$ , 分支比为 100%;  $^{206}\text{Po}$ :  $\alpha$  能量为  $5.223\text{MeV}$ , 分支比为 5.45%;  $^{190}\text{Pt}$ :  $\alpha$  能量为  $3.17\text{MeV}$ , 分支比为 100%;  $^{248}\text{Cf}$ :  $\alpha$  能量为  $6.25\text{MeV}$ , 分支比为 100%。(本题 10 分)