

南京航空航天大学

2014 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 876

满分: 150 分

科目名称: 核辐射物理学

注意: 认真阅读答题纸上的注意事项; 所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、简要回答下列问题 (每小题 5 分, 共 50 分)

- 1、1 克镭的放射性活度多大? 每秒钟的衰变数多少?
- 2、 ^{19}O 和 ^{14}O 均不稳定, 会进行 β 衰变。你认为它们会进行 β^- 衰变还是 β^+ 衰变? 为什么?
- 3、中子衍射与 X 射线衍射相比有何优缺点?
- 4、写出无限大介质中中子增殖系数的四因子公式, 并说明各因子的含义。
- 5、什么是托卡马克装置?
- 6、壳模型提出的主要实验依据是什么? 壳模型的主要假定是什么?
- 7、 β 衰变有哪几种形式? 试写出衰变过程的表达式。
- 8、在核反应过程中有哪些守恒定律必须遵守? 简要叙述他们的重要性和应用。
- 9、什么是核反应截面? 它的物理意义是什么?
- 10、简要叙述核反应的三阶段图像及三种主要的核反应机制。

二、按选择定则对下列跃迁分类:

- 1、 $^3\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + \beta^- + \bar{\nu}_e$
- 2、 $^{34}_{17}\text{Cl} \rightarrow ^{34}_{16}\text{S} + \beta^+ + \nu_e$

(注: $^{34}_{17}\text{Cl}$ 基态自旋宇称为 0^+) (本题 20 分)

三、用入射中子通量 $\Phi = 10^7 / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 引起 $^{27}\text{Al}(n, p)^{27}\text{Mg}$ 核反应, 生成 ^{27}Mg 具有 β 放射性, 半衰期 $t_{1/2} = 10.2$ 分。核反应所用靶厚 1cm, 靶面积 $2 \times 5 \text{cm}^2$, 经长期照射 (即照射时间远大于 $5t_{1/2}$), 在停止照射后搁置 20.4 分测得放射性活度为 1.13×10^{-2} 微居里, 求核反应截面。(已知 ^{27}Al 密度 $\rho = 2.7 \text{g/cm}^3$) (本题 20 分)

四、按照壳模型理论，质子和中子分别构成各自的壳层结构。已知质子的壳层结构能级为：

$$1s_{1/2} 1p_{3/2} 1p_{1/2} 1d_{5/2} 2s_{1/2} 1d_{3/2} 1f_{7/2} 2p_{3/2} 1f_{5/2} 2p_{1/2} 1g_{9/2} 1g_{7/2} 2d_{5/2} 1h_{11/2} 2d_{3/2} 3s_{1/2}$$

中子的壳层结构为：

$$1s_{1/2} 1p_{3/2} 1p_{1/2} 1d_{5/2} 2s_{1/2} 1d_{3/2} 1f_{7/2} 2p_{3/2} 1f_{5/2} 2p_{1/2} 1g_{9/2} 2d_{5/2} 1g_{7/2} 3s_{1/2} 2d_{3/2} 1h_{11/2}$$

根据中子和质子的能级结构，试确定下列核素的自旋和宇称值：

$${}_{26}^{56}\text{Fe}, {}_{30}^{68}\text{Zn}, {}_{13}^{27}\text{Al}, {}_{30}^{67}\text{Zn}, {}_7^{14}\text{N}, {}_{57}^{138}\text{La} \quad (\text{注：第 81 个中子应考虑对关联效应}) \quad (\text{本题 20 分})$$

五、给出复合核模型的基本思想，并由此解释共振现象；计算反应 $p+{}^7\text{Li} \rightarrow {}^8\text{Be}^* \rightarrow \dots$ 中，当 $E_p = 0.44\text{MeV}$ 时出现共振，求复合核 ${}^8\text{Be}^*$ 的激发能级的能量。

$$(\text{注：} \Delta(1,1) = 7.289, \Delta(3,7) = 14.908, \Delta(4,8) = 4.942\text{MeV}) \quad (\text{本题 20 分})$$

六、试确定中子与 α 粒子作为最后一个核子或子核在 ${}^{22}\text{Ne}$ 核中的结合能。

$$(\text{注：} \Delta(10,21) = -5.732, \Delta(10,22) = -8.024, \Delta(0,1) = 8.0714\text{MeV}$$

$$\Delta(8,18) = -0.782, \Delta(2,4) = 2.425\text{MeV}) \quad (\text{本题 20 分})$$