

南京航空航天大学

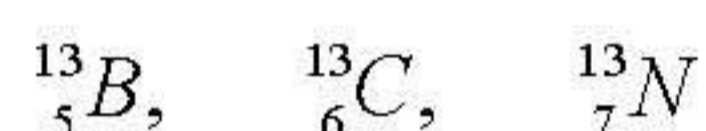
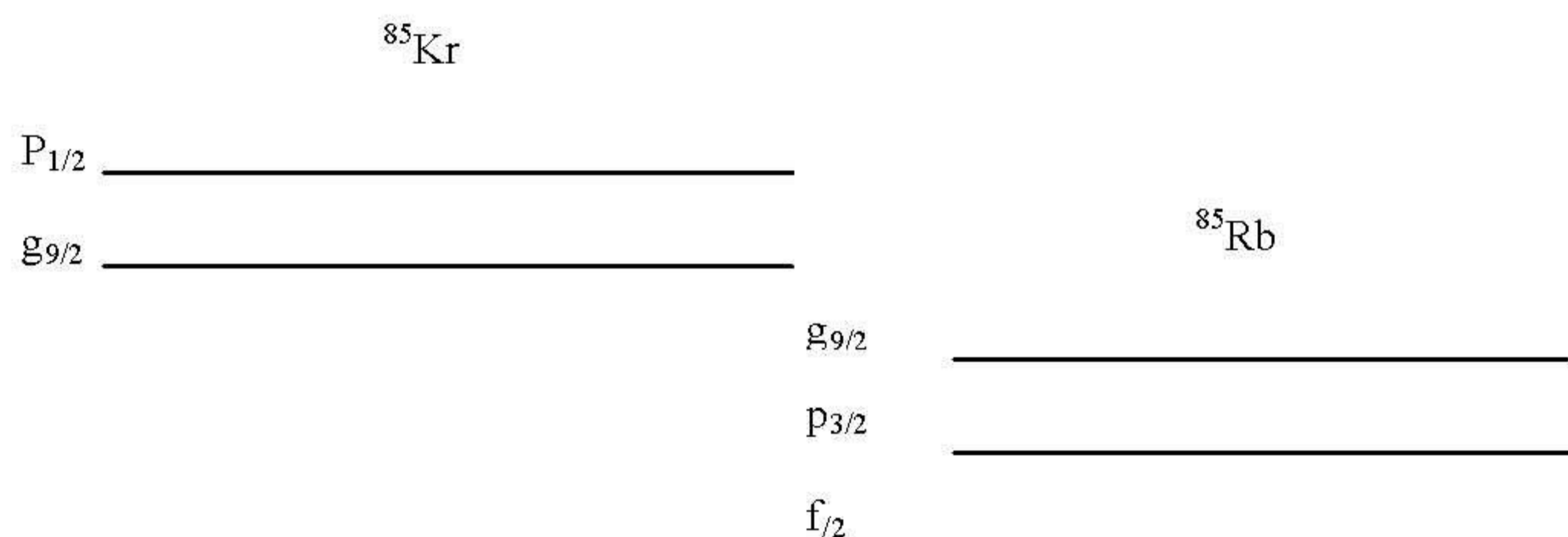
二〇一〇年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 核辐射物理学

说明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

一、简要回答或计算下列问题 (每小题 10 分, 共 50 分)

1、试求下列核素基态自旋、宇称及同位旋值, 并分析其统计性:

2、下图中哪些能级之间可以发生 β 容许跃迁或一级禁戒跃迁?

3、核反应 ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ 是用 α 粒子轰击氮原子核产生质子的著名核反应, 试分别写出各核素的自旋、宇称、同位旋、质量数、电荷数, 从核反应的守恒定律说明该核反应能够发生。

4、作为热中子反应堆常用的核燃料有哪些? 其中哪些是天然存在的? 哪些是人工制备的? 写出被认为是受控热核聚变的三个核反应方程式, 并说明哪个反应的截面最大?

5、把能量较高的中子变成能量较低的中子的过程称为中子的慢化, 选用反应堆中中子的慢化剂需要考虑哪两方面的因素? 这些材料与中子的主要作用方式是什么? 常用的中子慢化剂有哪些?

二、用天然放射系作为地质年代的测定是目前常用的方法。用铀系测定地质年代时, 只要测定当前 ${}^{206}\text{Pb}$ 的数目 $N({}^{206}\text{Pb})$ 与母核 ${}^{238}\text{U}$ 的数目 $N({}^{238}\text{U})$ 之比即可算出样品年龄, 试证明用铀系测定样品的年龄的计算公式为:

$$t = \frac{1}{\lambda_8} \ln \left[1 + \frac{N(^{206}\text{Pb})}{N(^{238}\text{U})} \right]$$

其中, λ_8 为 ^{238}U 的衰变常数。(本题 25 分)

三、根据单粒子壳模型理论, 奇 A 核的自旋、宇称、基态能量、磁矩等性质都是由最后一个核子的填充能级决定的, 对于奇 N 偶 Z 核, 中子的 $g_l=0, g_s=-3.82$, 试证明对于奇 N 偶 Z 核其基态磁矩的计算公式为:

$$\mu_I = \begin{cases} -1.91, & \text{当 } j = l + \frac{1}{2} \text{ 时} \\ 1.91 \frac{l}{l+1}, & \text{当 } j = l - \frac{1}{2} \text{ 时} \end{cases}$$

(本题 25 分)

四、用能量为 7.5MeV 的氘轰击厚靶 ^{57}Fe 生产核素 ^{57}Co 时, 估算照射每微安小时能生成多少放射性活度的 ^{57}Co ? 已知相应的激发曲线变化近似线性, 氘的能量 $E_d = 7.5\text{MeV}$ 时, $\sigma = 480\text{mb}$, 射程 $R_1 = 82\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$; $E_d = 5.0\text{MeV}$ 时, $\sigma = 330\text{mb}$, 射程 $R_2 = 42\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$; $E_d < 5.0\text{MeV}$ 时, $\sigma \sim 0\text{mb}$; ^{57}Co 的半衰期 $T_{1/2} = 270\text{d}$ 。(本题 25 分)

五、已知 ^{72}Se 的某一激发态 (0^+ , 937keV) 通过 γ 退激和发射内转换电子 (半衰期 $T = 15.8\text{ns}$) 到第一激发态 (2^+ , 862keV) 和基态 (0^+)。实验测到 γ 跃迁几率 λ_γ (75keV) 与内转换电子几率 λ_e (937keV) 之比近似为 2.70, 75keV 跃迁的内转换系数为 2.4。试求部分衰变常数 λ_γ 和 λ_e 。(本题 25 分)