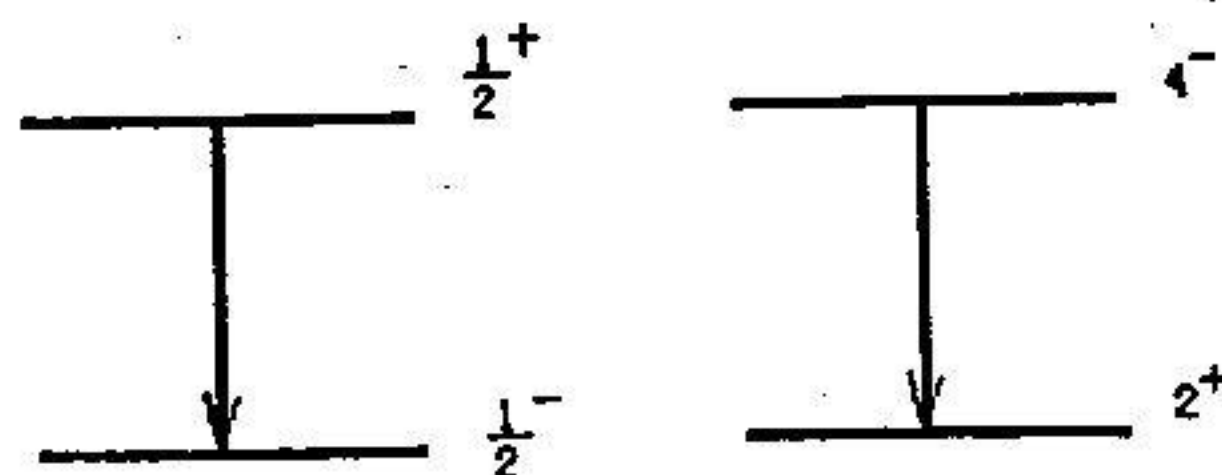


招生专业：粒子物理与原子核物理、原子分子物理、核技术及应用 考试科目：原子核物理（含实验方法）

一、回答下列问题：（每题 5 分）

- ①某原子核的自旋量子数 $I = \frac{3}{2}$ ，它的自旋角动量 P 的大小是多少？它的磁量子数 m 的取值有哪些？
- ②扁椭球形原子核的电四极矩是正值还是负值？
- ③某体系状态的波函数为 $\psi(x)$ ，若 $\psi(x) = \psi(-x)$ ，该体系的宇称是正还是负？
- ④已知 $^{193}_{80}\text{Hg}$ 为 β 衰变核，其半衰期为 $T_{1/2} = 3.5$ 小时，它的衰变常数与平均寿命各为多少？
- ⑤地壳中存在的主要天然放射系是哪几个？
- ⑥判断下列核中那些互为镜像核： $^{12}_6\text{C}$ ， $^{13}_7\text{N}$ ， $^{13}_6\text{C}$ ， $^{23}_{13}\text{Al}$ ， $^{23}_{11}\text{Na}$ ， $^{23}_{10}\text{Ne}$ ， $^{23}_{12}\text{Mg}$ ， $^{27}_{13}\text{Al}$ ， $^{28}_{14}\text{Si}$ ， $^{28}_{14}\text{Si}$ ， $^{160}_{78}\text{Pt}$ ， $^{160}_{79}\text{Au}$ ， $^{160}_{82}\text{Pb}$ ， $^{160}_{77}\text{Ir}$ 。
- ⑦写出 β 衰变容许跃迁的选择定则。
- ⑧ β 衰变有哪几种方式？写出对应的衰变式。
- ⑨某 γ 放射源每秒钟发出 2.6×10^4 个 γ 光子，若内转换系数为 0.07，该源每秒钟发出的内转换电子数是多少？若发出 γ 光子能量为 0.463 MeV，源物质原子的 K 壳层的电离能为 12.60 keV，K 壳层内转换电子的能量是多少？
- ⑩利用 γ 跃迁的选择定则判断下列两个跃迁的类型：



- 二、 $^{24}_{11}\text{Na}$ 发生 β^- 衰变，该衰变过程释放的总能量是多少？从衰变前的 $^{24}_{11}\text{Na}$ 核中取走一个中子，最少应提供多少能量？已知 $^{24}_{11}\text{Na}$ 原子量为：23.9909644 amu；

兰州大学 2003 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：粒子物理与原子核物理、原子分子物理、核技术及应用 考试科目：原子核物理（含实验方法）

$^{24}_{12}\text{Mg}$ 的原子量为：23.9850413amu； $^{23}_{11}\text{Na}$ 的原子量为：22.9897703amu；中子质量为：1.00866522amu。（20 分）

三、已知 $^{212}_{83}\text{Bi}$ 是 α 衰变核，发出的 α 有一组能量为 6.623MeV，相当于衰变到子核基态，求衰变能及子核的反冲能各为多少？（20 分）

四、一金属铀靶完全被平行热中子束辐照，其中 ^{235}U 含量为 0.714%，其余为 ^{238}U （重量百分比）。靶面积为 1cm^2 ，靶厚 0.5cm，中子通量为 10^{12} 中子/秒·厘米²， ^{235}U 在热中子轰击下裂变，裂变碎片中有 ^{135}I ，生成微观截面为 $\sigma_{\text{m},\text{I}}=32.5\text{b}$ ； ^{135}I 是放射核，衰变半衰期为 6.7 小时，问靶被照射 6.7 小时时，靶内 ^{135}I 的原子浓度是多少？U 靶的密度为：19 克/厘米³。（10 分）

五、 $^{114}_{49}\text{In}^m$ 具有半衰期 49 天的同质异能跃迁衰变，跃迁能量为 0.192MeV，分支比为 96.5%，由此异能态直接经轨道电子俘获衰变至子核 ^{114}Cd 的激发态，该态能级为 1.278MeV，该分支占 3.5%； ^{114}Cd 的该激发态经二次级联 γ 衰变至基态， γ 能量先后为 0.722 与 0.556MeV； $^{114}_{49}\text{In}^m$ 的同质异能跃迁的分支衰变至 $^{114}_{49}\text{In}$ 基态后可通过四个分支衰变，其平均半衰期为 72 秒。一支为 β^- 衰变，衰变至 ^{114}Cd 的基态，分支比为 0.004%， β^- 粒子最大能量为 0.400MeV；另一支衰变至 ^{114}Cd 的基态，方式为轨道电子俘获，分支比为 1.9%；第三个分支为 β^- 衰变，衰变至子核 ^{114}Sn 的第一激发态，分支比为 0.09%， β^- 粒子最大能量为 0.675MeV； ^{114}Sn 的第一激发态能级为 1.300MeV；第四支为 β^- 衰变：跃迁至 ^{114}Sn 的基态，分支比 98.0%， β^- 粒子最大能量为 1.980MeV。画出 $^{114}_{49}\text{In}^m$ 的衰变纲图。（20 分）

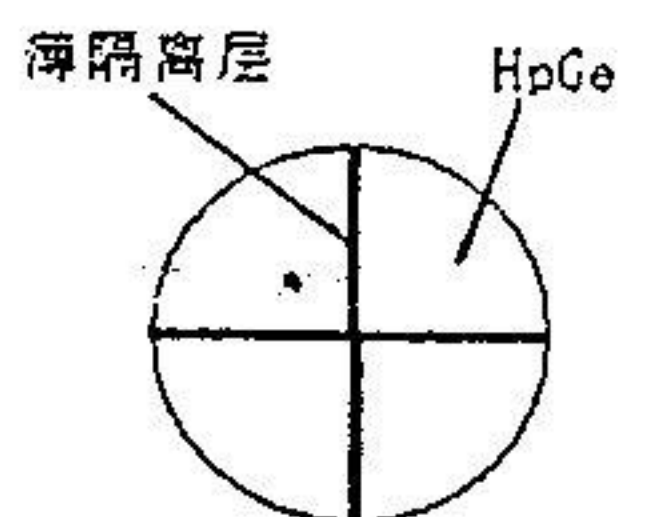
六、通过 $^{74}\text{Se}(n, p)^{74}\text{As}$ 反应产生 ^{74}As 的基态核，求该反应的反应能及产生该反应的反应阈能。已知： $m_n=1.00866522\text{amu}$ ； $m_H=1.00782552\text{amu}$ ； $m_{^{74}\text{Se}}=73.922477\text{amu}$ ； $m_{^{74}\text{As}}=73.9239308\text{amu}$ 。（20 分）

兰州大学 2003 年招收攻读硕士学位研究生考试试题

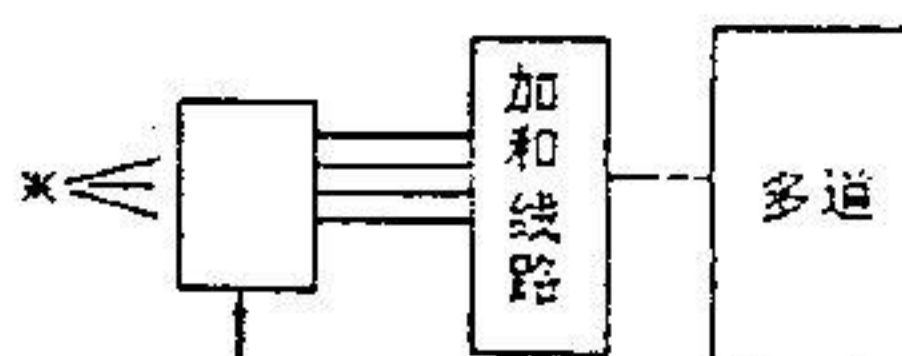
注意：答案请一律写在答题纸上，写在试题上无效。

招生专业：粒子物理与原子核物理，原子分子物理，核技术及应用 考试科目：原子核物理（含实验方法）

- 七、一种新型 γ 探测器称为 Clover 探测器，它实际上由四个高纯锗探测器集合构成。其四个高纯锗晶体尺寸一样，紧贴在一起，中间有薄的隔离层，每个探测器各独立有放大器及信号输出，若在该装置的中心轴线的外延线上放一单能 γ 弱源，四个探测器的输出信号放大成形输入加和线路后，再接至多道脉冲幅度分析器上。问 1. 测得 γ 全能谱的峰源效率与仅用其中一个高纯锗探测器的峰源效率相比是等于 4 倍，大于 4 倍还是小于 4 倍？说明理由。2. 测得 γ 能谱的本征效率与其中一个高纯锗探测器测得 γ 谱本征效率相比是等于 4 倍、大于 4 倍还是小于 4 倍？说明理由。（10 分）（不说明理由不给分）



Clover 探测器示意图



Clover 探测器