

南京航空航天大学

2012 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 876 科目名称: 核辐射物理学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②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; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、简要回答或计算下列问题 (每小题 10 分, 共 50 分)

1、核磁共振时原子核吸收磁场的能量引起能级间跃迁, 这种跃迁是核能级间的跃迁吗? 为什么?

2、试证明 N 和 Z 相差为 1 的两个镜像核的结合能为 $a_c A^{2/3}$, 其中 a_c 为结合能半经验公式中库仑项的常量。

3、放射源 $^{74}_{33}\text{As}$ 有: 1) 两组 β^- 电子, 其最大能量和分支比为 0.69MeV, 16% 和 1.36MeV, 16%, 后者为相应至 $^{74}_{34}\text{Se}$ 基态之衰变; 2) 两组 β^+ 电子, 其最大能量和分支比为 0.92MeV, 25% 和 1.53MeV, 2.8%, 后者为相应至 $^{74}_{32}\text{Ge}$ 基态之衰变; 3) 两组单能中微子: 1.93MeV, 38% 和 2.54MeV, 2.2%。试作出 $^{74}_{33}\text{As}$ 的衰变纲图, 并求出在该放射源所放出的 γ 射线的能量 (已知 Ge 的 K 电子结合能为 0.01MeV)。

4、什么是反应能? 什么是反应阈能? 试求 $^7\text{Li}(p,n)^7\text{Be}$ 的反应能和反应阈能, 用能量为 1.2MeV 的质子引起上述核反应, 在 $\theta=90^\circ$ 方向上测得中子能量为 4.00MeV, 试求反应能 Q 。(已知 $\Delta(^1\text{H})=7.289\text{MeV}$, $\Delta(^7\text{Li})=14.908\text{MeV}$, $\Delta(n)=8.071\text{MeV}$, $\Delta(^7\text{Be})=15.770\text{MeV}$)

5、在同位素中子源中, (α,n) 中子源和 (γ,n) 中子源的中子能谱有何不同? 试求 $^{124}\text{Sb}-^9\text{Be}$ 中子源中, 1.691MeV 的 γ 光子轰击铍靶产生的中子能量。

(已知: $\Delta(^{124}\text{Sb})=11.348\text{MeV}$, $\Delta(^9\text{Be})=4.942\text{MeV}$, $\Delta(n)=8.071\text{MeV}$)

二、试根据单粒子壳模型计算下列核素的自旋和宇称值, 并写出计算过程。

1) $^{41}_{20}\text{Ca}$ 2) $^{63}_{29}\text{Cu}$ 3) $^{14}_7\text{N}$ 4) $^{90}_{40}\text{Zr}$

已知核子填充顺序为: 1s 1p 1d 2s 1f 2p 等, 由于自旋-轨道耦合相互作用, 1d 能级与 2s 能级发生交叉, 1f 能级与 2p 能级发生交叉。

(本题 20 分)

三、试判断下列 β 衰变的跃迁级次:

母核	衰变类型	自旋和宇称	
		始态	末态
1_0n	β^-	$1/2^+$	$1/2^+$
${}^{17}_9F$	β^+	$5/2^+$	$5/2^+$
${}^{55}_{26}Fe$	EC	$3/2^-$	$5/2^-$
${}^{75}_{32}Ge$	β^-	$1/2^-$	$3/2^-$
${}^{87}_{37}Rb$	β^-	$3/2^+$	$9/2^-$
${}^{91}_{39}Y$	β^-	$1/2^-$	$5/2^+$

(本题 20 分)

四、对 D-D 反应 ${}^2H(d, p){}^3H$, 假定入射氘核的能量 $E_d = 100keV$, 截面 $\sigma_{dd} = 28mb$, 试问对逆反应 ${}^3H(p, d){}^2H$, 在满足能量匹配条件时 E_p 应多大? 相应的逆反应截面多大? (已知 $\Delta({}^1H) = 7.289MeV$, $\Delta({}^2H) = 13.136MeV$, $\Delta({}^3H) = 14.950MeV$)

(本题 20 分)

五、某放射源既能发射 α 射线又能发射 β 射线, 如总的半衰期 $T = 3h$, 且放射 β 射线的部分半衰期 $T_\beta = 12h$. 试求: 1) 发射 α 射线的部分半衰期 $T_\alpha = ?$ 2) 经过 12h 后, α 、 β 的活度各减弱为原来的几分之几?

(本题 20 分)

六、实验得知, 对于一个奇 A 核, 一般只有一个稳定核; 对于偶 A 核, 可以有一个以上的稳定核, 试用结合能半经验公式加以说明, 并画出图示。

(本题 20 分)