**2020年硕士研究生入学考试专业课试题**

**科目：原子核物理学**  **时间：180分钟 满分：150分**

**注意：答案写在答题纸上，答在试卷上无效！答题时不用抄题，只需写清题号。**

**（本套试卷共3页）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、填空题（每空1分，共20分）  1、三个天然的放射系钍系、铀系和锕系，它们的成员大多具有 放射性，少数具有 放射性，一般都伴随有γ辐射。每个放射系从母体开始，都经过至少是十次连续衰变，最后达到稳定的 同位素。  2、核内的质子与质子之间主要存在着的作用力有 和 ；而中子与其它核子之间主要存在着的作用力只有 。  3、16O的统计性是 ，17O的统计性是 。  4、223Ra衰变放出的14C粒子的动能为29.839MeV，其衰变能为 。  5、我国物理学家王淦昌提出的 方法间接证明了中微子的存在，在实验中选择 （填“轻核”或“重核”）好。  6、（0+→1+）的跃迁类型是 。  7、氚的半衰期为12.33年，1毫升氚气的活度为 。（ln2=0.693）  8、原子核由激发态跃迁到基态，有时要连续地通过几次γ跃迁，这时放出的辐射称为 ；若接连放出的两个γ光子的几率与这两个γ光子发射方向的夹角有关，这种现象称为 。  9、若原子核初态的能级特性为1+，通过M1+E2跃迁至末态，则末态的能级特性为 。  10、在离子束分析中，背散射法（卢瑟福散射法）分析  比较合适，弹性反冲法分析 比较合适。  11、石墨（12C）最低激发态的激发能为4.44MeV,当中子的能量低于 MeV时，在石墨上只发生弹性散射。  12、有能量放出只是原子核自发裂变的必要条件， 才能在实验上观测到裂变事件。  二、选择题（每题2分，共20分）  1、核的电四极矩有（ ）。  A 面积量纲 B 磁偶极矩量纲  C 电量量纲 D 电偶极矩量纲  2、下面说法正确的是（ ）。  A 235U核与231Th核质量之差等于4He核的质量  B 氚核的质量比3He核的质量大  C 14C核的质量比14N核的质量大  D 60mCo核的质量比60Co核的质量大  3、质量数为A的原子核发生α衰变时，放射出的αo，α1粒子的能量分别为*Ek*(αo)，*Ek*(α1)。其中αo是从母核基态跃迁到子核基态时放出的α粒子，α1是由母核基态到子核第一激发态的。则子核第一激发能级的能量为（ ）。  A  B  C  D  4、极化核60Co的β衰变实验中证明了弱相互作用中宇称不守恒，依据是（ ）。  A 60Co在极化和非极化情况下发射的β粒子强度相等  B 60Co在极化和非极化情况下发射的β粒子强度不相等  C 60Co沿着自旋方向与自旋反方向发射的β粒子强度相等  D 60Co沿着自旋方向与自旋反方向发射的β粒子强度不相等  5、原子核处于激发态时，可以通过下面哪些过程跃迁到低能态或基态（ ）。  A 发射γ光子 B 发射内转换电子  C 放出特征X射线 D 放出俄歇电子  6、56Fe核的结合能最有可能是（ ）。  A 492.3MeV B 28.3MeV C 1783.8MeV D 1801.6MeV  7、用核磁共振法研究25Mg（g因子为gI）基态（5/2+）的实验中，加上恒定磁场后能级发生了分裂。当恒定磁场为*B*0、高频磁场的频率为ν时发现了能量的共振吸收。核磁子为μ*N*，此时相邻子能级能量差为（ ）。  A *hν*  B 5*hν* C 6*hν* D gIμ*NB*0  8、用能量为1.51MeV的氘引起反应11B(*d*,α)9Be中，在出射角90。方向测得α粒子能量为6.37MeV，则反应能为（ ）。  A 8.03MeV B 4.86MeV C 10.38MeV D 0  9、在中子慢化过程中，中子损失能量的主要方式是（ ）。  A 辐射俘获 B弹性散射 C 激发 D 电离  10、目前核电站产生的能量来源于（ ）。  A 可控的链式裂变反应 B 不可控的链式裂变反应  C 可控的聚变反应 D 不可控的聚变反应  三、名词解释（每题4分，共20分）  1、有阈裂变  2、慢化本领  3、Q方程  4、宇称  5、β衰变  四、简答题（每题6分，共30分）  1、超精细结构的能级分裂比精细结构情形小很多，简述原因。  2、简述反应堆和加速器制备人工放射性核素的特点。  3、简述复合核模型的基本假设。  4、为什么探测中微子需要庞大而又高灵敏度的设备。  5、怎么样评判慢化介质的品质?  五、计算题（每题10分，共60分）  1、什么是核材料？根据以下表格中的数据判断233U、234U、236U哪些是核材料？说明原因。   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 核素 | 中子 | 233U | 234U | 235U | 236U | 237U | 238U | | 裂变势垒高度/MeV |  | 5.7 | 6.0 | 5.8 | 5.9 | 6.1 | 5.8 | | 质量过剩/MeV | 8.07 | 36.92 | 38.14 | 40.92 | 42.44 | 45.39 | 47.31 |   2、质子和中子各有一套能级，它们的能级次序由低到高的次序均为1s1/2 1p3/2 1p1/2 1d5/2 2s1/2 1d3/2 1f7/2 2p3/2 1f5/2 2p1/2 1g9/2 2d5/2 …，分析 基态到 基态的β跃迁类型。  3、核反应27Al(n，γ)28Al的反应截面为2mb，假如靶厚t=0.2mm，入射中子数为1010个/cm2﹒s，出射γ光子数为多少？（靶的密度为2.7g/cm3）  4、210Po核从基态进行衰变，伴随发射出两组α粒子：一组α粒子能量为5.30MeV，放出这组α粒子后子核处于基态；另一组α粒子能量为4.50MeV，放出这组α粒子后子核处于激发态。计算子核由激发态回到基态时放出的γ光子能量。  5、某矿石试样经分析获得摩尔比：40Ar/40K=4.13（）。假定40Ar均由40K衰变产生，利用上述数据可以估算此矿石的年龄。简述其原理，并估算此矿石的年龄。（ln5.13=1.635）  6、60mCo的能量为59 keV的激发态至基态的跃迁，实验测得此跃迁发射γ光子的几率为，60mCo的半衰期为10.5min，求内转换系数。 |