**火箭军工程大学**

**2021年硕士研究生入学考试专业课试题**

**811：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4页）**

|  |
| --- |
|  |

一、填空题（每空1分，共20分）

1、自由中子是不稳定的。一个自由中子会自发地转变成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，释放出0.782 MeV的能量，这说明中子的质量比质子的质量\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2、核半径可以通过原子核与其它粒子相互作用间接测得它的大小。中子与核作用所测得的核半径是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，高能电子在原子核上散射测得的核半径是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

3、1935年魏扎克根据液滴模型给出了原子核结合能的半经验公式，其中\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_可从经典的带电液滴来理解；\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_来自量子效应。

4、放射性现象是由\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的变化引起的。

5、β衰变的本质在于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

6、由于发生α衰变的核的质量数大多在200以上，子核的反冲能约为衰变能的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

7、原子核通过发射\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_或发射\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_完成从激发态到较低的能态或基态的跃迁。

8、对于核反应a+A→b+B ，如用*B*aA表示粒子a与靶核A的结合能，反应能为*Q*，粒子b与剩余核B的结合能等于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

9、核反应产额是指\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

10、中子和物质相互作用主要靠中子和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的相互作用。

11、轻水堆用普通水即轻水作为减速剂和冷却剂，这里的减速是指\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

二、选择题（每题2分，共20分）

1、氕、氘、氚是（ ）。

A Isotope B Isotone

C Isobar D Isomer

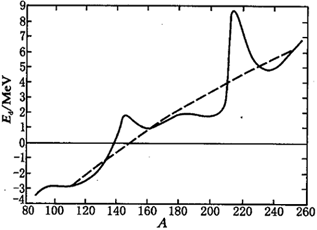
2、下面的核素中最稳定的是（ ）。

A  B  C  D 

3、*MX、MY*分别表示母核和子核对应的原子质量，*Wi*为母核核外*i*层电子在原子中的结合能，*me*为电子质量，*c*为光速。发生β+衰变必须满足的条件是（ ）。

A  B  C  D 

4、下图为处于β稳定线的原子核其*α*衰变能*Ed*随质量数A的变化关系，图中虚线为用结合能的半经验公式计算结果，根据实验测得的原子质量得到的结果如实线所示。由图可见（ ）。



A 只有A ≥ 140的原子核才有可能产生α衰变

B 只有A ≥ 145的原子核才有可能产生α衰变

C 只有A ≥ 150的原子核才有可能产生α衰变

D 只有A ≥ 213的原子核才有可能产生α衰变

5、关于β衰变，正确的是（ ）。

A β*-*粒子来自核外，β+粒子来自核内，中微子带正电，反中微子带负电

B β*-*粒子来自核外，β+粒子来自核内，中微子带负电，反中微子带正电

C β*-*粒子来自核外，β+粒子来自核内，中微子和反中微子均不带电

D β粒子是β衰变过程中产生的，中微子和反中微子均不带电

6、会伴随发射特征X射线或俄歇电子的过程是（ ）。

A 轨道电子俘获 B 内转换 C α衰变 D β*+*衰变

7、下面核反应属于核散射的是（ ）。

8、核反应，当入射粒子能量为1MeV时在60°处测到出射粒子能量有两个值，分别为5.44MeV和5.00MeV，对应的反应能分别为5.03MeV和4.55MeV。根据各粒子质量求得的反应能为5.03MeV。7Li激发态能量为（ ）。

A 5.03MeV B 4.55MeV C 0.48MeV D 0.44MeV

9、宏观截面的量纲是（ ）。

A cm2 B cm-1  C cm3 D cm

10、实现可控热核聚变最有希望的途径是（ ）。

A 磁约束 B 引力约束 C 惯性约束 D μ子催化聚变

三、名词解释（每题4分，共12分）

1、放射性核素的平均寿命

2、诱发裂变

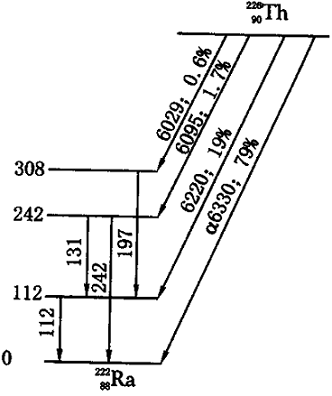
3、激发曲线

四、简答题（每题6分，共36分）

1、原子核一般不能只由质子组成。如何理解这句话，并简述其理由。

2、什么是放射性活度？其单位Bq和Ci之间的关系是怎样的？简述放射性活度的计算公式和适用条件。

3、下图为衰变成的衰变纲图，写出衰变的表示式，从衰变纲图中能得到哪些信息？



4、内转换电子的能谱与β能谱不同之处是什么？说明其原因

5、核反应截面定义式中假设粒子入射到薄靶上，此处薄靶的含义是什么？为什么假设为薄靶？

6、一块纯的天然金属铀中能否发生链式反应，为什么？

五、计算题（其中1~6题每题9分，第7题8分，共62分）

1、根据下表给出的数据，计算从13C核中取出一个中子或一个质子各需多少能量？解释两者有很大差别的原因。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 核素 | 中子 | 1H | 13C | 12C | 12B |
| 质量过剩对应的能量（MeV） | 8.071 | 7.289 | 3.125 | 0 | 13.370 |

2、在4n＋2系中，238U经一系列衰变，最后成为稳定的206Pb。238U的半衰期为*T*1。现分析某地层矿石，每单位重量中含206Pb原子数和238U原子数之比为*N*Pb/*N*U，求该地层年龄。如果测得*N*Pb : *N*U=1 : 1，根据你所知道的238U的半衰期，具体求出该地层年龄。

3、1941年我国物理学家王淦昌提出了用轨道电子俘获过程间接探测中微子的方法，并建议用7Be的K电子俘获过程去探测中微子的存在。（1）阐述这一方法的基本思想。（2）实验上应尽量采用什么样的核？为什么？（3）若 7Be和7Li的质量过剩对应的能量分别为15.770MeV和14.908MeV，写出7Be 的K电子俘获表示式，计算这一过程中7Li的反冲能量。

4、历史上首次用来观察无反冲共振吸收的是191Ir的129 keV能级，该激发态的寿命为10-10s。估算191Ir的129 keV激发态的自然线宽。考虑原子核的反冲效应，计算该激发态跃迁到基态发射的γ射线的能量和处于基态的191Ir原子核跃迁到129 keV激发态吸收的γ光子能量。分析以上的计算结果得到什么结论？（普朗克常数*h*=6.63×10-34J﹒s）

5、对于吸能反应，只有当入射粒子的动能大于一定数值时反应才能发生。在实验室坐标系中，能够引起核反应的人射粒子最低能量称为该反应的阈能。1919年卢瑟福用α粒子轰击氮-14核发现了质子，该核反应是吸能反应，其阈能为1.534MeV。写出该核反应的两种表示式，并求出反应能。

6、*λt、*分别代表中子的平均自由程与宏观截面，推导*λt、*的关系。

7、254Cf自发裂变半衰期为60.5d，每次裂变释放约225MeV能量，计算1.0μg的254Cf自发裂变的功率。（ln2=0.693，阿伏伽德罗常数6.022×1023mol-1）