

# 中山大学本科生期末考试

## 考试科目：《原子物理》（A 卷）

学年学期：2019 学年第 2 学期

姓 名：\_\_\_\_\_

学 院/系：物理学院

学 号：\_\_\_\_\_

考试方式：开卷

年级专业：18 级物理专业

考试时长：120 分钟

班 别：A, B 班

任课老师：王猛，严忠波

**警示**

《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

-----以下为试题区域，共四道大题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答-----

注意：回答需包括重要物理分析过程和结论。

### 一. (40 分) 根据问题做简要回答

- (1) 请写出德布罗意关系式和爱因斯坦质能方程；(5 分)
- (2) 弗兰克—赫兹实验中用电子束与汞蒸气碰撞，可以通过加速电压调节电子速度，测量通过反向电压到达阳极电流值的变化。简述实验结果和物理原理；(5 分)
- (3) 给出一组可以完全确定原子中电子所处状态的最少量子数，并分别说明其名称或物理意义；(5 分)
- (4) 什么效应导致碱金属双线？在钠和钾两种碱金属中，此种效应在谁中更显著；(3+2 分)
- (5) 势阱中的粒子能否处于绝对静止的状态？给出理由；(5 分)
- (6) 在弱磁场下观察到正常塞曼效应的条件是什么？(5 分)
- (7) 98 号元素  $^{249}\text{Cf}$  的原子质量为 249.0749u，96 号元素  $^{245}\text{Cm}$  的原子质量为 245.0655u，判断  $^{249}\text{Cf}$  能否自发发生  $\alpha$  衰变( $^4\text{He}$  的原子质量为 4.0026u)，给出判断的理由；(5 分)
- (8) 写出中子的  $\beta^-$  衰变方程。(5 分)

### 二. (20 分) Na 原子为第 11 号元素，若钠原子被电离成类氢离子(即其中 10 个电子被电离掉)，问：

- (1) 对此类氢离子，若最后一个电子从 K 轨道电离，需要吸收的光子的波长上限为多少？(6 分)
- (2) 对此类氢离子，其莱曼系的最长波长为多大；(6 分)
- (3) 若此类氢离子的电子处于 3s 的激发态上，其往低能态跃迁可产生多少条谱线。画出可能的跃迁过程(注意：需考虑无外场情况下的可能能级劈裂效应)。(8 分)

### 三. (20 分) 第 21 号元素钪的电子组态为 $3d4s^2$ ，问：

- (1) 写出可能形成的原子态；(4 分)

(2) 计算(1)中非基态原子态的  $g$  因子；(4 分)

(3) 施加 1T 的外磁场，非基态原子态的能级将会劈裂成几条？计算相邻能级的间距。(6 分)

(4) 只考虑最外层电子的变化，钪的电子组态能否通过光子的吸收和放出从  $3d4s^2$  激发到  $3d^24s$ ？若不可以，给出理由；若可以，画出一种可能的激发过程(此处忽略能级劈裂)。(6 分)

四. (20 分) 一束 21 号元素钪的  $K_\alpha$  射线照射到某晶体上，在与入射束偏离  $60^\circ$  的方向上观测到一级衍射极大，问：

(1) 对应的晶面的间距为多大；(6 分)

(2) 若用此 X 射线轰击静止的电子，电子能获得的最大反冲速度为多大；(6 分)

(3) 若要用某种元素的  $K_\alpha$  射线产生正负电子对，原子序数至少需要为多大？满足要求的元素是否存在于目前的元素周期表？(已知目前元素周期表中最高原子序数为 118)。(8 分)

-----  
附录：试卷中可能用到的一些数据

$$hc=1240 \text{ eV nm}, \mu_B=0.5788 \times 10^{-4} \text{ eV} \cdot \text{T}^{-1}, m_e c^2=0.511 \text{ MeV}.$$