

# 电子科技大学

## 2015 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

### 考试科目： 852 近代物理基础

注：所有答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。

#### 一. 选择题（10 小题，每题 3 分，共 30 分）

1. 一维无限深方势阱中的粒子，其能级与量子数  $n$  的关系是（ ）。  
(A) 正比于  $n$   
(B) 正比于  $n^2$   
(C) 正比于  $n^3$   
(D) 正比于  $1/n^2$
2. 粒子自旋的本质是（ ）。  
(A) 内秉自由度  
(B) 绕自身对称轴的高速旋转  
(C) 反映出粒子性  
(D) 具有能量的特点
3. 一把直尺相对于  $\Sigma$  系静止，直尺与  $x$  轴交角为  $\theta$ ，今有一观察者以速度  $v$  沿  $x$  轴运动，他看到直尺与  $x$  轴交角为（ ）。  
(A)  $\theta$   
(B)  $\text{tg}^{-1}[(1-v^2/c^2)^{-1/2} \text{tg}\theta]$   
(C)  $2\theta$   
(D)  $\text{tg}^{-1}[(1-v^2/c^2)^{1/2} \text{tg}\theta]$
4. 在伽利略变换下（ ）。  
(A) 牛顿定律是协变的，麦克斯韦方程不是协变的。  
(B) 牛顿定律不是协变的，麦克斯韦方程是协变的。  
(C) 牛顿定律和麦克斯韦方程都不是协变的。  
(D) 牛顿定律和麦克斯韦方程都是协变的。
5. 关于光子描述正确的说法是（ ）。  
(A) 静止质量为零，运动时质量也为零。  
(B) 静止质量不为零，运动质量为零。  
(C) 静止质量和运动质量均不为零。  
(D) 静止质量为零，以光速运动的质量不为零。
6. 氢原子(库仑引力势场中的电子)的径向波函数具有（ ）的形式。

- (A) 合流超几何函数
- (B) 球贝塞尔函数
- (C) 连带勒让德函数
- (D) 厄密函数

7. 下面哪种说法是不正确的? ( )

- (A) 一切粒子都具有波粒二象性
- (B) 微观粒子的波动性是大量粒子相互作用表现出的集体效应
- (C) 宏观物体的波动性极不明显
- (D) 微观粒子的状态可用波函数描述

8. 均匀无穷长直圆柱形螺线管每单位长度线圈匝数为 $n$ , 电流强度为 $I$ , 则管内和管外磁感应强度 $B$ 分别为 ( )

- (A)  $n \mu_0 I$  和 0
- (B)  $n \mu_0 I$  和  $n \mu_0 I/2$
- (C)  $2 n \mu_0 I$  和  $n \mu_0 I$
- (D)  $n \mu_0 I/2$  和 0

9. 在绝缘介质与导体的分界面上, 在静电情况下, 导体外的电场线 ( ) 于导体表面; 在恒定电流的情况下, 导体内电场线总是 ( ) 于导体表面。

- (A) 垂直; 垂直
- (B) 平行; 垂直
- (C) 平行; 平行
- (D) 垂直; 平行

10. 两个质量和电荷都相同的粒子相向而行发生碰撞, 其电偶极辐射场与磁偶极辐射场的关系为 ( )

- (A) 电偶极辐射场等于磁偶极辐射场且不为零
- (B) 电偶极辐射场和磁偶极辐射场均为零
- (C) 电偶极辐射场大于磁偶极辐射场
- (D) 电偶极辐射场小于磁偶极辐射场

## 二. 填空题 (10 个空, 每空 3 分, 共 30 分)

1. 有一点电荷  $Q$  位于两个互相垂直的接地导体平面所围成的直角空间内, 它到两个平面的距离分别为  $a$  和  $b$ , 若用电像法处理, 则总的像电荷数目为\_\_\_\_\_个, 空间任意一点的电势可表示为\_\_\_\_\_。
2. 已知某粒子衰变成质量为  $m_1$  和  $m_2$ , 动量为  $p_1$  和  $p_2$  (两者方向之间的夹角为  $\theta$ ) 的两个粒子, 则该粒子原来的质量  $m$  为\_\_\_\_\_, 动量  $p$  为\_\_\_\_\_。
3. 半径为  $R$  的电介质球的极化强度  $P = Kr / r^2$  (其中  $K$  为常量), 介电常数为  $\epsilon$ , 介质球内束缚电荷体密度为\_\_\_\_\_, 束缚电荷面密度为\_\_\_\_\_, 自由电荷体密度为\_\_\_\_\_。

- 4、与经典力学不同，微观体系的两个力学量同时测量时一般都具有不确定度，满足不确定关系，通常可表示为\_\_\_\_\_。
- 5、厄密算符是量子力学中的重要概念，其本征值和平均值为\_\_\_\_\_，属于不同本征值的本征函数\_\_\_\_\_。

**三. 简答题(3 小题, 每小题 10 分, 共 30 分)**

1. 试写出介质中麦克斯韦方程组的微分形式，求解上述方程组通常还需要哪些反映介质电磁性质的关系式？
2. 玻尔原子论提出的基本假说有哪些？
3. 量子行为可用什么基本物理常数描述，其数量级为多大，宏观情况下为什么观察不到量子行为？

**四. 计算题(4 小题, 每小题 15 分, 共 60 分)**

1. 设质量和电荷均匀分布的小球，总质量为 $M_0$ ，半径为 $R$ ，总电量为 $Q$ 。小球以角速度 $\omega$ 绕自身一直径转动，试求其磁矩和自转角动量。
2. 在参照系 $\Sigma$ 中，两个物体均以速度 $u$ 沿 $x$ 轴运动，在 $\Sigma$ 系看来，它们一直保持距离 $l$ 不变。今有一观察者以速度 $v$ 沿 $x$ 轴运动，求他所看到这两个物体之间的距离 $l'$ 。
3. 设体系所处状态可表为球谐函数  $Y_{lm}$  的线性组合，即  $Y = C_1 Y_{11} + C_2 Y_{20}$ ，其中  $C_1$  和  $C_2$  为常数，且满足归一化条件  $|C_1|^2 + |C_2|^2 = 1$ 。试求：

- 1) 角动量  $z$  分量  $l_z$  的可能值和平均值；
- 2) 角动量平方  $l^2$  的可能值和平均值。
4. 设在  $\mathbf{H}_0$  表象中，考虑微扰后体系哈密顿量可表示为下列矩阵形式

$$H = \begin{pmatrix} \hat{e} E_1^0 + a & b & c \\ \hat{e} b^* & E_2^0 + a & 0 \\ \hat{e} c^* & 0 & E_3^0 \end{pmatrix} \begin{matrix} \hat{u} \\ \hat{u} \\ \hat{u} \end{matrix}, \text{ 试求}$$

- 1) 若用非简并微扰方法处理，试写出零级和微扰哈密顿量；
- 2) 计算各能级的一级和二级能量修正；
- 3) 说明非简并微扰方法的适用条件。