

河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

824

卷别: [B]

适用专业	考试科目	考试时间
光学、原子与分子物理、等离子体物理 凝聚态物理、理论物理	量子力学	

特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

一 (25 分) 证明在定态中, 几率密度与时间无关, 并说明不同能量的定态叠加不是定态。

二 (25 分) 写出一维谐振子的基态能级和基态波函数, 并求其归一化常数。

三 (25 分) 氢原子处在基态 $\psi(r, \theta, \varphi) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$, 求: (1) r 的平均值;

(2) 势能 $-\frac{e^2}{r}$ 的平均值; (3) 最可几半径; (4) 动能的平均值。

四 (25 分) 设定点转动系统处于状态 $\psi(\theta, \varphi) = \frac{1}{2} Y_{20}(\theta, \varphi) - \frac{\sqrt{3}}{2} Y_{1-1}(\theta, \varphi)$,

求其能量、角动量平方及角动量 z 分量的可能值, 这些可能值出现的几率和这些力学量的平均值。

五 (25 分) 求 $\hat{L}_x \hat{p}_x - \hat{p}_x \hat{L}_x = ?$; $\hat{L}_y \hat{p}_x - \hat{p}_x \hat{L}_y = ?$; $\hat{L}_z \hat{p}_x - \hat{p}_x \hat{L}_z = ?$

其中 \hat{L} , \hat{p} 分别为角动量和动量算符。

六 (25 分) 证明: 角动量大小 $L = \sqrt{6}\hbar$, 角动量 z 分量 $L_z = \pm\hbar$ 的氢原子中的电子, 在 $\theta = 45^\circ$ 和 135° 的方向上被发现的几率最大。【注:

$$Y_{21}(\theta, \varphi) = -\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin\theta \cos\theta e^{i\varphi}, \quad Y_{2-1}(\theta, \varphi) = -\sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin\theta \cos\theta e^{-i\varphi}】$$

825

河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [A]

适用专业	考试科目	考试时间
理论物理、原子与分子物理、等离子体物理、凝聚态物理、光学	电动力学	

特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。

- (20 分) (1) 论述电磁场场强的法向分量以及切向分量在两种介质分界面处的边界条件, 说明各符号所代表的物理量的含义; (2) 导出均匀线性各向同性的磁介质内部磁化电流密度 \vec{J}_m 与自由电流密度 \vec{J}_f 的关系式, 介质的磁导率为 μ , 介质处于稳恒场中。
- (15 分) 讨论在所有物理量都稳恒的情况下电流密度 \vec{J} 在两种导电介质分界面处的边界条件. 稳恒电流密度 \vec{J} 在导电介质内部满足什么关系? 写出电荷守恒定律的数学表达式并作简要讨论。
- (20 分) 设有半径为 R 均匀带电球面, 球面带有总电量 q . (1) 利用高斯定理证明带电球面产生的半径 r 处的静电场电场强度为
$$\vec{E} = \frac{q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3} (r > R), \vec{E} = 0 (r < R);$$
 (2) 证明球面外部的静电势分布如同球面总电量集中在球心时一样; 球面内部的静电势是一个常数, 试由“电势本身在边界面连续”的条件求出这个常数。
- (15 分) 有一点电荷 Q 位于两个互相垂直的接地导体平面的直角空间内, 它到两个平面的距离均为 a . 求: (1) 点源电荷 Q 的所有象电荷的大小和位置; (2) 点源电荷 Q 所受到的像电荷的作用力。

(转下页)

河北大学 2009 年硕士研究生入学考试试卷

卷别: [A]

适用专业	考试科目	考试时间
理论物理、原子与分子物理、等离子体物理、凝聚态物理、光学	电动力学	
<p>特别声明: 答案一律答在答题纸上, 答在本试卷纸上无效。</p> <p>(接上页)</p> <p>5. (20 分) 半径为 R_0 均匀介质球的中心置一点电荷 Q, 球的电容率为 ϵ, 球外为真空, 试用高斯电通量定理求出介质球内外的电位移强度, 进而用场强积分法求出介质球内外的静电势。</p> <p>6. (20 分) (1) 一列平面电磁波从真空入射到导电介质内部, 试证导电介质内部平面电磁波的衰减常数矢量 (即复数波矢量的虚部) 总是垂直于导体表面; (2) 简答定频电磁波在谐振腔内是行波还是驻波, 在波导管内沿着管长方向和垂直于管长方向又如何? (谐振腔与波导管由可视为理想导体的金属做成)。</p> <p>7. (20 分) (1) 简要表达金属矩形波导管内电磁波场的 <u>磁场强度矢量的分量</u> 及其对空间坐标的导数在管壁处的边界条件, 把金属当成理想导体, 波导管内的绝缘介质不带自由电荷; (2) 讨论或论证在无界空间中平面电磁波的电场能量密度与磁场能量密度的瞬时值相等。</p> <p>8. (20 分) (1) 导出在罗伦兹规范下, 电磁场的标量势 ϕ 和矢量势 \vec{A} 所满足的微分方程; (2) 论述罗伦兹规范条件下标量势 ϕ 和矢量势 \vec{A} 的推迟表达式的含义。</p>		

本试题共 2 页, 此页是第 2 页。