扬州大学 2019 年硕士研究生招生考试

628 量子力学

扬州大学 2019 年硕士研究生招生考试 · 满分 150 分 · 考试时间 180 分钟

考生须知

1. 本卷按招生单位公布的官方原卷逐题重排，题干、选项与图示据原卷整理。
2. 答案与解析由本站重新编撰，仅供教学研究；原卷文字与命题版权归命题单位。
3. 请在答题纸上作答，题号与原卷保持一致；作图题须写出必要的文字说明与公式。

一、计算题（共 25 分）

1. 一质量为 m，动能为 E_k 且满足公式 $E_k=\dfrac{p^2}{2m}$（p 为动量）的波粒二象性微观粒子。（1）求该粒子的德布罗意波长和频率。（2）设动能不变的情况下，如果质量放大为原来的 10000 倍，则波长和频率变成原来的多少倍？（3）在（2）的变化中，粒子的波动性和粒子性分别是变大了还是变小了？

二、计算题（共 25 分）

2. 已知氢原子处于状态 $\psi(r,\theta,\varphi)=\frac{1}{2}R_{10}(r)Y_{00}(\theta,\varphi)-\frac{\sqrt{3}}{2}R_{21}(r)Y_{11}(\theta,\varphi)$。（1）求氢原子能量、角动量平方及角动量 z 分量的可能值，以及这些可能值出现的概率。（2）求能量、角动量平方及角动量 z 分量的平均值。

三、计算题（共 25 分）

3. 已知算符 $\hat{F}$ 和算符 $\hat{G}$ 是两个厄米算符，$(\hat{F}\hat{G})^{\dagger}=\hat{G}^{\dagger}\hat{F}^{\dagger}$。（1）如果 $\hat{F}\phi=\lambda\phi$，试证明：λ 为实数。（2）若 $\hat{Q}=\hat{F}\hat{G}$，则 $\hat{Q}$ 是或不是厄米算符的条件分别是什么?

四、计算题（共 25 分）

4. 已知 $\hat{F}$ 是一力学量算符，ϕ_n 和 F_n 分别是 $\hat{F}$ 的本征函数和相应的本征值，有一归一化的波函数 ψ，展开为 $\psi=\sum_n c_n\phi_n$。（1）作为力学量算符的本征函数，ϕ_n 具有哪些特性？（2）证明：$\sum_n |c_n|^2=\int \psi^*\psi\, d\tau=1$。（3）试说说 $|c_n|^2$ 的物理含义。

五、计算题（共 25 分）

5. 已知算符对易关系 $[\hat{Q},\hat{P}]=i$，且 $\hat{a}=\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{Q}+i\hat{P})$，$\hat{a}^\dagger=\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{Q}-i\hat{P})$。（1）求对易关系 $[\hat{a},\hat{a}^\dagger]=?$；（2）求对易关系 $[\hat{a},\hat{a}^\dagger\hat{a}]=?$，$[\hat{a}^\dagger,\hat{a}^\dagger\hat{a}]=?$；（3）试根据不确定关系，陈述两个力学量什么时候可能同时具有确定值，什么时候不可能同时具有确定值？

六、计算题（共 25 分）

6. 已知力学量算符 $\hat{F}$ 的矩阵表达式为 $\hat{F}=\begin{pmatrix}1&0&0\\0&0&0\\0&0&-1\end{pmatrix}$。（1）求 $\hat{F}$ 的本征值和归一化的本征函数。（2）根据题中 $\hat{F}$ 的矩阵表达式说明它有哪些特点？该矩阵表达式属于什么表象？

逐光知理 · 考研真题重排版