广西科技大学 2025 年硕士研究生招生考试

818 量子力学

广西科技大学 2025 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。

试题（共 150 分）

1. 波粒二象性是指（　）。

A. 粒子具有波的特性　　B. 波和粒子是同一现象

C. 微观粒子同时表现出波动性和粒子性　　D. 粒子和波可以互相转换

2. 下列哪组公式被称为德布罗意关系（　）。

A. $E=hk,\ p=h\nu$　　B. $E=hk,\ p=h\omega$

C. $E=h\nu,\ p=hk$　　D. $E=h\omega,\ p=hk$

3. 波函数的归一化条件是指（　）。

A. 波函数模平方的积分等于 0　　B. 波函数模平方的积分等于无穷大

C. 波函数模平方的积分等于 1　　D. 波函数的模平方等于 0

4. 设波函数为 $\psi(x)=Ae^{-\lambda x^2}$，其中 λ 为非零常数，A 为归一化系数。粒子出现在 $x=0$ 附近的概率密度为（　）。

A. A　　B. A^2e^{λ}

C. $A^2e^{-\lambda}$　　D. A^2

5. 设厄米算符的两个不同本征值对应的本征波函数为 ϕ_1 和 ϕ_2，则它们满足的关系是（　）。

A. $\int_V \phi_1^*\phi_1\,\mathrm{d}V=0$　　B. $\int_V \phi_2^*\phi_2\,\mathrm{d}V=0$

C. $\int_V \phi_1^*\phi_2\,\mathrm{d}V=0$　　D. $\int_V \phi_1^*\phi_2\,\mathrm{d}V=1$

6. 位置算符 $\hat{y}$ 和动量算符 $\hat{p}_y$ 的对易关系为（　）。

A. $[\hat{y},\hat{p}_y]=0$　　B. $[\hat{y},\hat{p}_y]=i\hbar$

C. $[\hat{y},\hat{p}_y]=-i\hbar$　　D. $[\hat{y},\hat{p}_y]=1$

7. 幺正变换的两个重要性质是（　）。

A. 改变算符的本征值，不改变矩阵的迹　　B. 改变算符的本征值，改变矩阵的迹

C. 不改变算符的本征值，不改变矩阵的迹　　D. 不改变算符的本征值，改变矩阵的迹

8. 关于力学量算符的正确表述是（　）。

A. 所有力学量算符都是厄米算符　　B. 力学量算符一定是对易的

C. 力学量算符的本征态是唯一的　　D. 算符不受量子态的影响

9. 在微扰理论中，零级能量是指（　）。

A. 未受扰动时系统的能量　　B. 扰动项的能量修正

C. 系统受到扰动后的总能量　　D. 系统的一级修正能量

10. 在变分法中，体系的基态能量 E_0 与能量的期望值 $\bar{H}$ 之间的关系是（　）。

A. $E_0 \geq 2\bar{H}$　　B. $E_0 = 2\bar{H}$

C. $E_0 \leq \bar{H}$　　D. $E_0 = \bar{H}$

11. 电子的自旋角动量在空间任意方向投影的可能取值是（　）。

A. $\pm\hbar/4$　　B. $\pm\hbar/2$

C. $\pm\hbar$　　D. 0

12. 电子自旋角动量平方算符 $\hat{S}^2$ 的本征值是（　）。

A. $\hbar^2/4$　　B. $\hbar^2/2$

C. $3\hbar^2/4$　　D. $\hbar^2$

13. 逸出功为 $2.5\ \mathrm{eV}$ 的金属。（1）求其截止频率；（2）当入射光的频率为 $8\times10^{14}\ \mathrm{Hz}$ 时，求电子的最大初动能。已知 $h = 6.63\times10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$，$1\ \mathrm{eV} = 1.6\times10^{-19}\ \mathrm{J}$。

14. 一维自由粒子的波函数为 $\psi(x) = Ae^{ikx}$，其中 A 为归一化因子，k 为波数，且波函数满足周期性条件 $\psi(x+L) = \psi(x)$。（1）求归一化因子 A；（2）求该粒子的动量期望值 $\langle p\rangle$。已知 $\hat{p} = -i\hbar\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}$。

15. 单粒子在一维势场中运动，势能分布为

$$U(x)=\begin{cases}\infty, & x<0,\\ 0, & 0\le x\le a,\\ \infty, & x>a.\end{cases}$$

求该体系中单粒子的能量。

16. 在一维无限深方势阱中运动的粒子，势阱宽度为 a，粒子的状态由波函数 $\psi(x)=Ax^2(a-x)$（$0<x<a$）描述，A 为归一化因子。求能量的期望值。已知阱内 $\hat{H}=-\dfrac{\hbar^2}{2m}\dfrac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}x^2}$，阱外波函数为零。

17. $\hat{\sigma}_x,\hat{\sigma}_y,\hat{\sigma}_z$ 为泡利矩阵，计算 $\hat{\sigma}_x\hat{\sigma}_y\hat{\sigma}_z$。

18. 设在 $\hat{L}^2$ 和 $\hat{L}_z$ 的共同表象中，算符 $\hat{L}_x$ 的矩阵为

$$\hat{L}_x = \frac{\hbar\sqrt{2}}{2}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

求该算符的本征值和归一化的本征函数。