

昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码：844

考试科目名称：量子力学

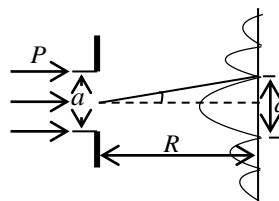
考生答题须知

1. 所有题目（包括填空、选择、图表等类型题目）答题答案必须做在考点发给的答题纸上，做在本试题册上无效。请考生务必在答题纸上写清题号。
2. 评卷时不评阅本试题册，答题如有做在本试题册上而影响成绩的，后果由考生自己负责。
3. 答题时一律使用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答（画图可用铅笔），用其它笔答题不给分。
4. 答题时不准使用涂改液等具有明显标记的涂改用品。

一 选择题（27 分，每题 3 分，共 9 题。每个题有 A、B、C 和 D 四个选项，其中只有一个符合题意，请将正确的选项写在答题纸上）。

1. 光电效应中光电子的最大初动能与入射光的关系是： []
(A) 与入射光的频率成正比 (B) 与入射光的强度成正比
(C) 与入射光的频率成线性关系 (D) 与入射光的强度成线性关系
2. 康普顿效应的主要特点是： []
(A) 散射光的波长均比入射光的波长短，且随散射角增大而减小，但与散射体的性质无关
(B) 散射光的波长均与入射光波长相同的，与散射角、散射体性质无关
(C) 散射光中包含与入射光波长相比波长相同、波长长和波长短的，这与散射体的性质无关
(D) 散射光中有些波长比入射光的波长长，且随散射角增大而增大，有些散射光波长与入射光波长相同，这都与散射体的性质无关
3. 如果两种不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的： []
(A) 动量相同 (B) 能量相同 (C) 速度相同 (D) 动能相同
4. 如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间， Δx 为 0.5nm 。则电子动量 x 分量的不确定度数量级为（以 $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}$ 为单位， $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ）： []
(A) 10^{-10} (B) 10^{-14} (C) 10^{-19} (D) 10^{-24}
5. 要使处于基态的氢原子受激后可辐射出可见光谱线，最少应供给氢原子的能量为 []
(A) 12.09 eV . (B) 10.20 eV . (C) 1.89 eV . (D) 1.51 eV .
6. 如图所示，一束动量为 P 的电子，通过缝宽为 a 的狭缝，在距离狭缝为 R 处放置一荧光屏，屏上衍射图样中央最大的宽度 d 等于： []

- (A) $\frac{2a^2}{R}$ (B) $\frac{2ha}{P}$
(C) $\frac{2ha}{RP}$ (D) $\frac{2Rh}{aP}$



昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

7. \hat{L} 为角动量算符, $\hat{L}_{\pm} = \hat{L}_x \pm i\hat{L}_y$, 则 $[\hat{L}^2, \hat{L}_{\pm}] = [\quad]$

- (A) 0 (B) \hbar (C) $\frac{\hbar^2}{4}$ (D) $i\hbar L_z$

8. 关于算符, 下列说法正确的是: []

- (A) 厄米算符在任何状态下的平均值必为实数
(B) 任意力学量算符总有相对应的经典力学量
(C) 两个不对易的力学量算符一定没有共同本征态
(D) 若 $[\hat{P}, \hat{G}] = 0$, $[\hat{P}, \hat{Q}] = 0$, 则 $[\hat{G}, \hat{Q}] = 0$

9. 关于力学量量子化下列说法正确的是: []

- (A) 只有能量是量子化的, 其他力学量都不是量子化的
(B) 能量可以不是量子化的
(C) 只有角动量是量子化的, 其他力学量都不是量子化的
(D) 动量一定不是量子化的

二、填空题 (共 30 分)。

10 (6 分). 频率为 100MHz 的一个光子的能量是_____, 动量的大小是_____。

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)。

11 (6 分). 在位置表象中一维谐振子动量算符可以表示为_____, 哈密顿量可以表示为_____。

12 (6 分). 对于全同粒子体系, 由于任意交换两个粒子, 体系的状态_____, 所以体系的状态只能用_____或_____的波函数来表示。

13 (6 分). 设 $\psi_{nlm}(r, \theta, \varphi)$ 是描述氢原子中电子运动的波函数, 则在忽略自旋量子数的基础上, 对于 $n=3$ 的能级, 其能级简并度为_____。

14 (6 分). 泡利矩阵的反对易关系为 $\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y + \hat{\sigma}_y \hat{\sigma}_x =$ _____。

三、简答题 (共 18 分)

15 (6 分). 简述电子双缝实验中电子是怎样穿过双缝的。

16 (6 分). 简述量子力学测量假设并论述与薛定谔方程之间的关系。

17 (6 分). 试论述何为力学量完全集。

四、证明题 (共 30 分)

昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

18 (15 分) 设有矩阵 A 和 B, 证明 $\text{Tr}AB=\text{Tr}BA$, 其中 $\text{Tr}A$ 表示矩阵 A 的对角矩阵元之和。

19 (15 分) 设力学量 A 不显含时, 证明在束缚定态下力学量 A 的平均值不随时间改变。

五、计算题 (共 45 分)

20 (15 分) 设波函数为 $\psi(x) = Ae^{-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2}$ (α 为常数), 求 $A = ?$ (提示: $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy = \sqrt{\pi}$)

21 (15 分) 一刚性转子转动惯量为 I, 它的能量的经典表示式是 $H = \frac{L^2}{2I}$, L 为角动量, 求与此

对应的量子体系在绕一固定轴转动的定态能量及波函数:

22 (15 分) 求在自旋态 $\chi_{\frac{1}{2}}(S_z) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ 中, \hat{S}_x 和 \hat{S}_y 的测不准关系: $\overline{(\Delta S_x)^2} \overline{(\Delta S_y)^2} = ?$