

《大学物理 AII》作业 No.8 量子力学基础

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

*****本章教学要求*****

- 1、掌握物质波公式、理解实物粒子的波粒二象性特征。
- 2、理解概率波及波函数概念。
- 3、理解不确定关系，会用它进行估算；理解量子力学中的互补原理。
- 4、会用波函数的标准条件和归一化条件求解一维定态薛定谔方程。
- 5、理解薛定谔方程在一维无限深势阱、一维势垒中的应用结果、理解量子隧穿效应。

注：涉及不确定关系定量计算时，不确定关系公式中的普朗克常数统一用 h 进行。

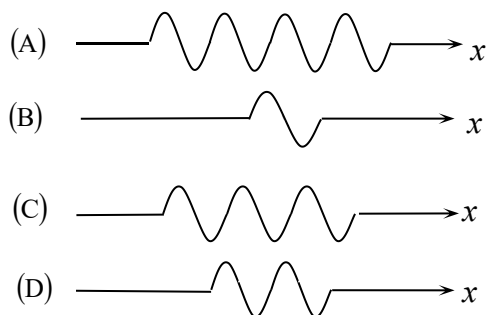
一、选择题：

- 1、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
- 2、静止质量不为零的微观粒子作**高速**运动，这时粒子物质波的波长 λ 与速度 v 有如下关系： []
(A) $\lambda \propto v$ (B) $\lambda \propto \frac{1}{v}$ (C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$ (D) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$
- 3、若 α 粒子在磁感应强度大小为 B 的均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动，则粒子的德布罗意波长是 []
(A) $\frac{h}{eRB}$ (B) $\frac{h}{2eRB}$ (C) $\frac{1}{2eRB}$ (D) $\frac{1}{eRBh}$
- 4、关于不确定性关系 有以下几种理解，正确的是 []
(A) 微观粒子的动量不可能确定； (B) 微观粒子的坐标不可能确定
(C) 微观粒子的动量和坐标不可能同时确定
(D) 不确定关系仅适用于电子和光子等微观粒子，不适用于其他宏观粒子
- 5、将波函数在空间各点的振幅同时变为原来的 D 倍，则粒子在空间的分布概率将 []
(A) 增大 D^2 倍 (B) 增大 $2D$ 倍 (C) 增大 $1/D$ 倍 (D) 不变
- 6、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cos \frac{3\pi x}{2a} \quad (-a \leq x \leq a), \text{ 那么粒子在 } x = \frac{2}{3}a \text{ 处出现的概率密度为}$$

[] (A) $\frac{1}{2a}$ (B) $\frac{1}{a}$ (C) $\frac{1}{\sqrt{2a}}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{a}}$

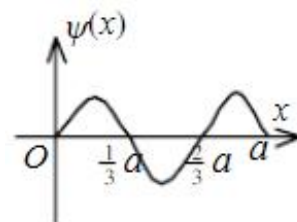
- 7、设粒子运动的波函数图线分别如图(A)、(B)、(C)、(D)所示，那么其中确定粒子动量精确度最低的波函数是哪个图？



[]

二、填空题：

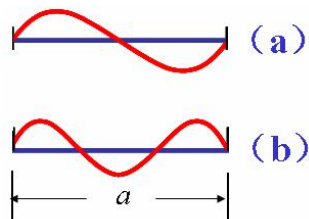
- 1、法国科学家德布罗意在爱因斯坦光子理论的启发下提出，具有一定能量 E 和动量 P 的实物粒子也具波动性，这种波称为_____波；其联系的波长 λ 和频率 ν 与粒子能量 E 和动量 P 的关系为_____、_____。德布罗意的假设，最先由_____实验得到了证实。因此实物粒子与光子一样，都具有_____的特征。
- 2、玻恩提出一种对物质波物理意义的解释，他认为物质波是一种_____，物质波的强度能够用来描述_____。
- 3、按照玻恩解释，波函数的强度 $|\psi^2|$ ，代表粒子_____。由于粒子在整个空间必定出现，因此 $|\psi^2|$ 对整个空间的积分 $\int |\psi^2| dV = 1$ ，这称为波函数的_____条件。此外波函数还应满足_____、_____和_____的标准条件，只有满足以上条件的波函数才是有物理意义的波函数。
- 4、一维无限深势阱中，粒子的能量是_____，粒子在势阱中不同位置出现的概率_____。（填相等或不相等）
- 5、低速运动的质子 P 和 α 粒子，若它们的德布罗意波长相同，则它们的动能之比 $E_p : E_\alpha =$ _____。
- 6、光子的波长 $\lambda = 4000 \text{ \AA}$ ，如果确定此波长的精确度 $\Delta\lambda / \lambda = 10^{-6}$ ，试求此光子位置的不确定量_____。
- 7、微观粒子的下述性质可由哪个不确定关系式子给出？
 - 1) 微观粒子永远不可能静止_____。
 - 2) 原子光谱存在自然宽度_____。



8、粒子在一维无限深方势阱中运动。图示为粒子处于某一能态上的波函数 $\psi(x)$ 的曲线，则粒子出现概率最大的位置为_____、_____、_____。

9、量子力学中的隧道效应是指_____。
这种效应是微观粒子_____的表现。

10、在宽为 a 的一维无限深势阱中运动的粒子，它的一个定态波函数如图(a)所示，对应的总能量为 4eV ，若它处于另一个波函数如图(b)的态上，它的总能量是_____ eV ；粒子的零点能是_____ eV 。



三、计算题：

1、一个质子放在一维无限深势阱中，阱宽 $L = 10^{-14} \text{ m}$ ，质子质量为 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。

(1) 质子的基态能量为多少？

(2) 由 $n = 2$ 跃迁到 $n = 1$ 态时，质子放出多大能量的光子？

2、若在一维无限深势阱中运动的粒子的量子数为 n ，试求：

(1) 距势阱的左壁 $1/4$ 宽度内发现粒子的概率是多少？

(2) $n=3$ 时何处发现粒子的概率最大？

3、设一粒子沿 x 方向运动，其波函数为 $\psi(x) = \frac{A}{1+ix}$ 。

- (1) 将此波函数归一化；
- (2) 在何处找到粒子的概率最大？

四、简答题

1、实物粒子的德布罗意波与经典波函数的本质区别是什么？

2、不确定关系对宏观物体是否适用？为什么经典力学在考虑粒子运动规律时都不考虑其波动性？