

一 选择题 (共18分)

1. (本题 3分)(4211)

不确定关系式  $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$  表示在  $x$  方向上

- (A) 粒子位置不能准确确定.  
(B) 粒子动量不能准确确定.  
(C) 粒子位置和动量都不能准确确定.  
(D) 粒子位置和动量不能同时准确确定.

[       ]

2. (本题 3分)(4428)

已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在  $x = 5a/6$  处出现的概率密度为

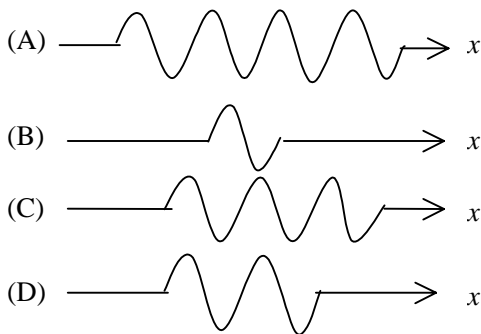
- (A)  $1/(2a)$ .                      (B)  $1/a$ .  
(C)  $1/\sqrt{2a}$ .                      (D)  $1/\sqrt{a}$ .

[       ]

3. (本题 3分)(4778)

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的精确度最高的波函数是哪个图?

[       ]



4. (本题 3分)(5234)

关于不确定关系  $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$  ( $\hbar = h/(2\pi)$ ), 有以下几种理解:

- (1) 粒子的动量不可能确定.  
(2) 粒子的坐标不可能确定.  
(3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.  
(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子, 也适用于其它粒子.

其中正确的是:

- (A) (1), (2).                      (B) (2), (4).  
(C) (3), (4).                      (D) (4), (1).

[       ]

5. (本题 3分)(5619)

波长  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$  的光沿  $x$  轴正向传播, 若光的波长的不确定量  $\Delta \lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$ , 则利用不确定关系式  $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$  可得光子的  $x$  坐标的不确定量至少为

- (A) 25 cm.                      (B) 50 cm.  
(C) 250 cm.                      (D) 500 cm.

[       ]

6. (本题 3分)(8020)

将波函数在空间各点的振幅同时增大  $D$  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  $D$  倍.                      (D) 不变.

[       ]

## 二 填空题 (共11分)

### 7. (本题 5分)(4203)

设描述微观粒子运动的波函数为  $\Psi(\vec{r}, t)$  , 则  $\Psi\Psi^*$  表示

\_\_\_\_\_;

$\Psi(\vec{r}, t)$  须满足的条件是\_\_\_\_\_; 其归一化条

件是\_\_\_\_\_.

### 8. (本题 3分)(4632)

如果电子被限制在边界  $x$  与  $x + \Delta x$  之间,  $\Delta x = 0.5 \text{ \AA}$ , 则电子动量  $x$  分量的不

确定量近似地为\_\_\_\_\_  $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ . (不确定关系式  $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$ , 普朗克  
常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

### 9. (本题 3分)(5372)

在电子单缝衍射实验中, 若缝宽为  $a = 0.1 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), 电子束垂直

射在单缝面上, 则衍射的电子横向动量的最小不确定量  $\Delta p_y =$ \_\_\_\_\_  $\text{N} \cdot \text{s}$ .

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

## 三 计算题 (共25分)

### 10. (本题 5分)(4430)

已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x / a) \quad (0 \leq x \leq a)$$

求发现粒子的概率为最大的位置.

### 11. (本题 5分)(4435)

同时测量能量为  $1 \text{ keV}$  作一维运动的电子的位置与动量时, 若位置的不确定  
值在  $0.1 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ) 内, 则动量的不确定值的百分比  $\Delta p / p$  至少为何值?

(电子质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

### 12. (本题 5分)(4442)

光子的波长为  $\lambda = 3000 \text{ \AA}$ , 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.

### 13. (本题 5分)(4526)

粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x / a) \quad (0 < x < a)$$

若粒子处于  $n=1$  的状态, 它在  $0 - a/4$  区间内的概率是多少?

[提示:  $\int \sin^2 x \, dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$ ]

### 14. (本题 5分)(4779)

一维运动的粒子, 设其动量的不确定量等于它的动量, 试求此粒子的位置不  
确定量与它的德布罗意波长的关系. (不确定关系式  $\Delta p_x \Delta x \geq h$ ).

#### 四 回答问题 (共10分)

##### 15. (本题 5分)(4780)

用经典力学的物理量(例如坐标、动量等)描述微观粒子的运动时,存在什么问题?原因何在?

##### 16. (本题 5分)(4781)

粒子(a)、(b)的波函数分别如图所示,若用位置和动量描述它们的运动状态,两者中哪一粒子位置的不确定量较大?哪一粒子的动量的不确定量较大?为什么?

