

大学物理大作业

14. 量子物理

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____



高等教育出版社

大学物理大作业

14. 量子物理

江南大学图书馆



91306887

一、填空题

- 1900年,物理学家_____提出能量量子化假设,并发现了自然界一个重要常量 h ,称为_____,其量值为 $h=_____$ 。
- 根据爱因斯坦的光子理论,每个光子(其频率为 ν ,波长为 $\lambda=c/\nu$)的能量 $E=_____$,动量 $P=_____$,质量 $m=_____$ 。
- 在康普顿效应中,波长的偏移 $\Delta\lambda$ 仅与_____有关,而与_____无关。
- 电子经电场加速,加速电势差为150V(不考虑相对论效应),其德布罗意波长为 $\lambda=_____$ 。
- 海森堡不确定关系的数学表达式为_____。今有一电子的位置处于 $x-x+\Delta x$ 之间,若其位置不确定量为 $\Delta x=5\times 10^{-11}\text{m}$,则其速度不确定量 Δv_x 的数量级为_____ (SI)
- 波函数的统计意义是:_____。
- 从定态薛定谔方程出发解一维无限深方势阱问题得出的结论,可从两方面和经典理论进行比较:
从能量方面看_____;
从概率密度方面看_____。
- 激光具有_____等主要特性。激光器发光时,_____辐射处于主导地位。
- 粒子数反转是指_____,实现这种粒子数反转需要的条件是:(1)_____;
(2)_____。
- 原子内电子的量子态由 n, l, m_l 及 m_s 四个量子数表征。当 n, l, m_l 一定时,不同的量子态数目为_____;
当 n, l 一定时,不同的量子态数目为_____;

当 n 一定时, 不同的量子态数目为_____。

11. 物质波的概念是 1924 年由物理学家_____提出的。动量为 P 的粒子, 其物质波波长为 $\lambda =$ _____。最早证实实物粒子具有波动性的实验是_____ ; 该实验是由_____和_____共同完成的。

12. 欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 486.13nm 的谱线, 则最少应给基态氢原子提供_____ eV 的能量, (里德堡恒量 $R = 1.096776 \times 10^7 \text{m}^{-1}$)。

二、选择题

1. 在激光器中, 光学谐振腔的作用是:

- A. 可提高激光束的方向性, 而不能提高激光束的单色性;
- B. 可提高激光束的单色性, 而不能提高激光束的方向性;
- C. 可同时提高激光束的方向性和单色性;
- D. 既不能提高激光束的方向性, 也不能提高其单色性。 ()

2. 直接证实了电子自旋存在的最早实验之一是:

- A. 康普顿实验;
- B. 卢瑟福实验;
- C. 戴维逊—革末实验;
- D. 斯特恩—盖拉赫实验。 ()

3. 下列材料的功函数 (即逸出功) 为:

- A. 铍— 3.9eV ; B. 钡— 5.0eV ;
- C. 铯— 1.9eV ; D. 钨— 4.5eV 。

若要制造能在可见光 (频率范围为 $3.9 \times 10^{14} \sim 7.5 \times 10^{14} \text{Hz}$) 下工作的光电管, 应选择上述材料中的哪一种? ()

4. 高速运动的电子, 其德布罗意波长 λ 与速度 v 有如下的关系, 其中正确的是:

- A. $\lambda \propto v$; B. $\lambda \propto \frac{1}{v}$;
 - C. $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$ D. $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$
- ()

5. 不确定关系式 $\Delta P_x \Delta x \geq h$, 表示沿 X 轴方向上:

- A. 粒子位置不能确定;
- B. 粒子动量不能确定;
- C. 粒子位置和动量都不能确定;
- D. 粒子位置和动量都能确定;
- E. 粒子位置和动量不能同时确定。 ()

6. 光电效应和康普顿效应都包含电子与光子的相互作用, 仅就光子和电子相互作用而言, 下列说法正确的是:

- A. 两种效应都属于光子和电子的弹性碰撞过程；
- B. 光电效应是由于金属电子吸收光子而形成光电子，康普顿效应是由于光子和自由电子弹性碰撞而形成散射光子和反冲电子；
- C. 两种效应都遵从动量守恒和能量守恒定律；
- D. 康普顿效应同时遵从动量守恒和能量守恒定律，而光电效应只遵从能量守恒定律。

()

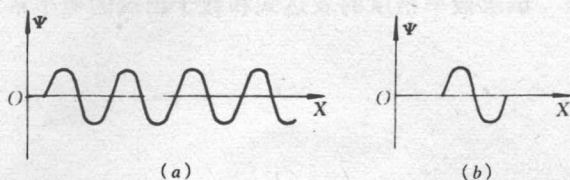
7. 微观粒子满足不确定关系是由于：

- A. 测量仪器精度不够；
- B. 粒子具有波粒二象性；
- C. 粒子线度太小；
- D. 粒子质量太小。

()

8. 两个粒子 a 和 b 的波函数如图二、8 所示，则

- A. 粒子 a 的位置较确定；
- B. 粒子 b 的位置较确定；
- C. 粒子 a 的动量较确定；
- D. 粒子 b 的动量较确定。



()

9. 氢原子基态能量为 -13.6eV ，今以

图二、8

12.1eV 的电子轰击处于基态 ($n=1$) 氢原子

使其激发，此激发态所对应的主量子数 n 为：

- A. 2；
- B. 3；
- C. 4；
- D. ∞ 。

()

10. 氢原子的可见光谱谱线的巴耳末公式为：

$$\bar{\nu} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n = 3, 4, \dots$$

式中， $\bar{\nu}$ 为谱线的波数。已知第一条可见的氢光谱线的波长为 λ_a ($n=3$)，则其极限波长 λ 为：

- A. $\frac{5}{9}\lambda_a$ ；
- B. $\frac{5}{36}\lambda_a$ ；
- C. $\frac{1}{16}\lambda_a$ ；
- D. $\frac{1}{4}\lambda_a$ 。

()

11. 对决定原子中电子状态的四个量子数，下列说法正确的是：

- A. 主量子数 n 完全决定原子中电子的能量，且 $n=1, 2, 3, \dots$ ；
- B. 副量子数 l 决定轨道角动量的大小，当 n 给定时， l 的取值范围是 $l=1, 2, \dots, n$ ；
- C. 磁量子数 m_l 决定自旋角动量在外磁场方向上的分量，当 l 给定时， $m_l=0, \pm 1, \dots, \pm l$ ；
- D. 自旋磁量子数 m_s 决定电子自旋角动量在外磁场方向上的分量， $m_s = \pm \frac{1}{2}$ 。

()

12. 从能带结构看，下列说法中正确的是：

- A. 一般来说，绝缘体的禁带比半导体宽；
- B. 对金属而言，有的满带与导带重叠，没有禁带，有的虽有禁带，但价带未被电子

填满；

C. n 型半导体中存在靠近导带的施主能级，其载流子是电子；

D. 本征半导体是电子与空穴两种载流子同时参与导电，而杂质半导体（ N 型和 P 型）只有一种载流子（电子或空穴）参与导电，所以，本征半导体导电性能比杂质半导体好。 ()

三、计算与证明题

1. 粒子在宽为 a 的一维无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a} \quad (0 < x < a)$$

试求概率密度的表达式和粒子出现的概率最大的各个位置。

2. 试证：若确定一个运动粒子的位置时，其不确定量等于该粒子的德布罗意波长，则同时确定该粒子的速度时，其不确定量就等于该粒子的速度。

3. 若光子和电子（静止质量 m_0 ）的能量都为 E ，则光子的波长 $\lambda_{\text{光}}$ 与电子的波长 $\lambda_{\text{电}}$ 之比为：

$$\frac{\lambda_{\text{光}}}{\lambda_{\text{电}}} = \sqrt{1 - \frac{m_0^2 c^4}{E^2}}$$

四、附加题

1. 类氢原子——氦 (He^+) 的基态能量为_____。
2. 试用不确定关系估算一维无限深势阱中粒子的零点能。设势阱宽度为 $2a$ 。

江南大学图书馆



91306887

1911年11月13日
武昌
武昌城內

武昌城內

武昌城內

