

## 第十八次 量子物理基础

### 一、单选题

- 下列各物体哪个是绝对黑体  
A. 不反射任何光线的物体 B. 不辐射任何光线的物体  
C. 不能反射可见光的物体 D. 不辐射可见光的物体 [ A ]
- 黑体  $A$  和  $B$  具有相同的温度  $T$ , 但  $A$  周围的温度低于  $T$ ,  $B$  周围的温度高于  $T$ , 则  $A$ 、 $B$  的辐射度  $M_A$  和  $M_B$  的关系是  
A.  $M_A > M_B$  B.  $M_A < M_B$   
C.  $M_A = M_B$  D. 不能确定 [ C ]
- 某原子的一个电子的轨道角动量的大小等于  $3.464h$ , 则电子的轨道角动量量子数为  
A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 [ C ]
- 已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应, 若此金属的逸出电势是  $U_0$  (使电子从金属逸出需作功  $eU_0$ ), 则此单色光的波长  $\lambda$  必须满足  
A.  $\lambda \leq hc/(eU_0)$  B.  $\lambda \geq hc/(eU_0)$   
C.  $\lambda \leq eU_0/(hc)$  D.  $\lambda \geq eU_0/(hc)$  [ A ]
- 下列实验现象中, 最能体现光具有粒子性的是  
A.  $\alpha$  粒子被金箔表面散射;  
B. 任意物体在任意温度下都向外辐射电磁波;  
C. 电子束被晶体表面散射后形成衍射图样;  
D. 金属表面被光照射后有电子逸出。 [ D ]
- 某物体可视为绝对黑体, 在  $\lambda_m = 600\text{nm}$  处辐射为最强, 若黑体被加热到使其  $\lambda_m = 500\text{nm}$ , 则前后两种情况的辐射总能量之比约为  
A. 1:1 B. 1:2 C. 1:4 D. 2:1 [ B ]
- 动能为  $2.0\text{MeV}$  的中子 (静止质量为  $1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ ) 的德布罗意波长最接近下列数值中的哪一个?  
A.  $1.8 \times 10^{-14}\text{m}$  B.  $1.9 \times 10^{-14}\text{m}$   
C.  $2.0 \times 10^{-14}\text{m}$  D.  $2.1 \times 10^{-14}\text{m}$  [ C ]
- 关于不确定关系式  $\Delta x \Delta p_x \geq h$  的正确叙述是, 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;



班级:

姓名:

学号:

D. 粒子位置和动量不能同时准确确定。 [ D ]

9.  $\Xi$  粒子的静止能量为 1530 MeV, 其能量的不确定度为  $\Delta E = 9 \text{ MeV}$ , 由此可知,  $\Xi$  粒子的平均寿命最接近下列数值中的哪一个?

- A.  $4 \times 10^{-21} \text{ s}$  B.  $4 \times 10^{-22} \text{ s}$   
C.  $4 \times 10^{-23} \text{ s}$  D.  $4 \times 10^{-24} \text{ s}$  [ C ]

10. 德布罗意波长为 810 nm 的电子 (静止质量为  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ) 的速率最接近下列数值中的哪一个?

- A. 900 m/s B. 990 m/s  
C. 800 m/s D. 720 m/s [ A ]

## 二、填空题

11. 从炉壁小孔用光测高温法测得辐出度为  $22.8 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$  (斯特藩-玻尔兹曼常数  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ ), 则炉内温度为 1416 K。

12. 绝对黑体的颜色取决于它所辐射的光的 波长; 绝对黑体虽然对任何入射光都不反射, 但它并不总是呈现黑色, 这是因为 辐射的是可见光

13. 虽然半导体和绝缘体都有禁带, 但禁带的宽度不同, 半导体 的禁带宽度比 绝缘体 的禁带宽度要小得多。

14. 普通光源的发光过程是 自发 辐射, 发出的光 不是 相干光, 而激光器的发光过程是 受激 辐射, 它发出的光 是 相干光。

15. 某金属产生光电效应的红限频率为  $\nu_0$ , 当用频率为  $\nu (\nu > \nu_0)$  的单色光照射该金属时, 从金属中逸出的光电子 (质量为  $m$ ) 的德布罗意波长为  $\frac{h}{2me(\nu - \nu_0)}$

16. 不考虑电子自旋的情况下, 氢原子中的电子态可由主量子数  $n$ 、角量子数  $l$  和磁量子数  $m_l$  标志, 则对应  $n=3$  的电子态数目为 9。

17. 频率为  $\nu$  的单色光的光子的静止质量 = 0, 相对论质量 =  $\frac{h\nu}{c^2}$ 。

18. 氢原子的运动速率等于它在 300 K 时的方均根速率时, 它的德布罗意波长是  $4.59 \times 10^{-9} \text{ m}$ 。质量为  $m=1 \text{ g}$ , 以速度  $v=1 \text{ cm/s}$  运动的小球的德布罗意波长是  $6.626 \times 10^{-39} \text{ m}$ 。(氢原子质量  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ )

19. 设一质量为  $m$  的粒子被限制在宽度为  $L$  的一维势阱中。一个学生经过计算发





19. 错误.  $\varphi(x)$  在边界不连续

20. 0.225

21. 太阳:  $T\lambda = b$

$$T = 5682 \text{ K}$$

$$M_B(T) = \sigma T^4 = 5.9 \times 10^7 (\text{W/m}^2)$$

北极星:  $T\lambda = b$

$$T = 8274 \text{ K}$$

$$M_B(T) = 2.66 \times 10^8 (\text{W/m}^2)$$

22. (1)  $h\nu = E_{k\max} + W$

$$E_{k\max} = 2.00 \text{ eV}$$

(2)  $E_{k\max} = U \times e$

$$U = 2 \text{ V}$$

(3)  $h\nu = W$

$$h \frac{c}{\lambda} = W$$

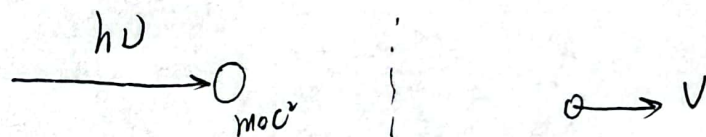
$$\Rightarrow \lambda = 295 \text{ (nm)}$$

23.  $|\phi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a}$

$$x = \frac{1}{2}a \text{ 时,}$$

$$|\phi(x)|^2 \text{ 最大}$$

$\therefore x = \frac{1}{2}a$  时, 发现粒子的概率最大。

24. 

能量守恒:  $h\nu + m_0 c^2 = E = \sqrt{E_0^2 + p^2 c^2}$

动量守恒  $p = \frac{h\nu}{c}$

$$\Rightarrow h\nu + E_0 = \sqrt{E_0^2 + h^2 \nu^2}$$

$$\Rightarrow h^2 \nu^2 + E_0^2 + 2h\nu E_0 = E_0^2 + h^2 \nu^2$$

$$\Rightarrow h\nu E_0 = 0 \Rightarrow \nu = 0$$

矛盾

$\therefore$  光子不可能将其全部能量转移电子

