

# 量子物理

## 第一节 黑体辐射 普朗克能量子假设

### 1、选择题

(1) 黑体的温度升高一倍, 它的辐射出射度(总发射本领)增大 [A]

- (A) 15 倍. (B) 7 倍.  
(C) 3 倍. (D) 1 倍.

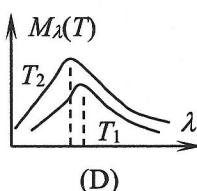
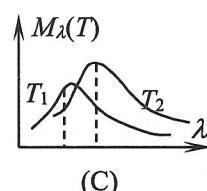
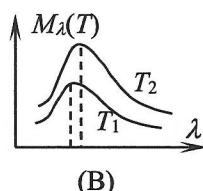
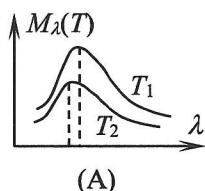
(2) 所谓“黑体”是指这样的一种物体, 即: [D]

- (A) 不能反射任何可见光的物体.  
(B) 不能反射任何电磁辐射的物体.  
(C) 颜色是纯黑的物体.  
(D) 能够全部吸收外来的任何电磁辐射的物体.

(3) 在加热黑体过程中, 其最大单色辐出度对应的波长由  $0.8\mu\text{m}$  变到  $0.4\mu\text{m}$ , 则其辐射出射度增大为原来的 [C]

- (A) 2 倍. (B) 4 倍.  
(C) 16 倍. (D) 8 倍.

(4) 在下面四个图中, 哪一个图能定性地正确反映黑体单色辐出度  $M_\lambda(T)$  随  $\lambda$  和  $T$  的变化关系, (已知  $T_2 > T_1$ ) [D]



- (5) 普朗克量子假说是为解释 [B]  
(A) 光电效应实验规律而提出来的.  
(B) 黑体辐射的实验规律而提出来的.  
(C) 原子光谱的规律性而提出来的.  
(D) X 射线散射的实验规律而提出来的.

### 2、填空题

(1) 在能量观点上, 普朗克的能量量子假设与经典理论有着本质区别, 在经典的热力学理论和电磁学理论中, 能量是 连续的; 按照普朗克的能量量子假说, 能量是 分立的.

(2) 对黑体加热后, 测得总的辐出度(即单位面积辐射功率)增大为原来的 16 倍, 则黑体的温度为原来 2 倍, 它的最大单色辐出度所对应的波长为原来的  $\frac{1}{2}$  倍.

(3) 测量星球表面温度的方法之一, 是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长  $\lambda_m$ . 现测得太阳的  $\lambda_{m1} = 0.55\mu\text{m}$ , 北极星的  $\lambda_{m2} = 0.35\mu\text{m}$ , 则太阳表面温度  $T_1$  与北极星表面温度  $T_2$  之比  $T_1 : T_2 = \underline{7:11}$ .

(4) 一个 100W 的白炽灯泡的灯丝表面积为  $S = 5.3 \times 10^{-5}\text{m}^2$ . 若将点燃的灯丝看作是黑体, 可估算出它的工作温度为 2402 K.

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$$

$$M(T) = \frac{100}{S} = \frac{100}{5.3 \times 10^{-5}} = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{M(T)}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{100}{5.3 \times 10^{-5} \times 5.67 \times 10^{-8}}} \text{ K}$$

$$= 2401.79 \text{ K}$$

## 第二节 光电效应

### 1、选择题

(1)、用频率为  $\nu_1$  的单色光照射某一种金属时, 测得光电子的最大动能为  $E_{k1}$ ; 用频率为  $\nu_2$  的单色光照射另一种金属时, 测得光电子的最大动能为  $E_{k2}$ . 如果  $E_{k1} > E_{k2}$ , 那么 [D]

- (A)  $\nu_1$  一定大于  $\nu_2$ . (B)  $\nu_1$  一定小于  $\nu_2$ .  
(C)  $\nu_1$  一定等于  $\nu_2$ . (D)  $\nu_1$  可能大于也可能小于  $\nu_2$ .

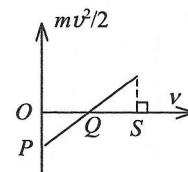
(2)、关于光电效应有下列说法: [D]

- ①任何波长的可见光照射到任何金属表面都能产生光电效应;  
②若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则该金属分别受到不同频率的光照射时, 释出的光电子的最大初动能也不同;  
③若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则该金属分别受到不同频率、强度相等的光照射时, 单位时间释出的光电子数一定相等;  
④若入射光的频率均大于一给定金属的红限, 则当入射光频率不变而强度增大一倍时, 该金属的饱和光电流也增大一倍. 其中正确的是

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

(3)、光电效应中发射的光电子最大初动能随入射光频率  $\nu$  的变化关系如图所示. 由图中的 [C] 可以直接求出普朗克常量.

- (A)  $OQ$  (B)  $OP$   
(C)  $OP/OQ$  (D)  $QS/OS$



(4)、以下一些材料的逸出功为

[C]

铍 3.9 eV、钯 5.0 eV、铯 1.9 eV、钨 4.5 eV. 今要制造能在可见光(频率范围为  $3.9 \times 10^{14}$  Hz— $7.5 \times 10^{14}$  Hz)下工作的光电管, 在这些材料中应选

- (A) 钨. (B) 钯. (C) 铯. (D) 铍.

### 2、填空题

(1)、光子波长为  $\lambda$ , 则其能量 =  $\frac{hc}{\lambda}$ ; 动量的大小 =  $\frac{h}{\lambda c}$ ;  
质量 =  $\frac{h}{\lambda c^2}$ .

3、当波长为 300nm 的光照射在某金属表面时, 光电子的能量范围从 0 到  $4.0 \times 10^{-19}$  J. 求在作上述光电效应实验时遏止电压  $|U_0|$ ? 此金属的红限频率  $\nu_0$ ? (普朗克常量  $h=6.63 \times 10^{-34}$  J·S, 基本电荷  $e=1.60 \times 10^{-19}$  C).

解:  $\lambda = 3 \times 10^{-7}$  m.

光子能量:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-7}} \text{ J} = 6.63 \times 10^{-19} \text{ J}$$

遏止电压满足

$$eU_0 = E_{max}$$

$$U_0 = \frac{E_{max}}{e} = \frac{4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ V} = 2.5 \text{ V}$$

当光子的频率为  $\nu_0$  时

$$h\nu_0 = W.$$

由光电效应方程  $h\nu = W + E_k$  [ ]  $\nu_0 = \frac{h\nu - E_k}{h} = \frac{2.63 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} = 3.97 \times 10^{14} \text{ Hz}$

4.思考题: 有人说: “光的强度越大, 光子的能量就越大.” 你认为对吗?

### 第三节 康普顿散射

#### 1. 选择题

- (1) 在康普顿效应实验中, 要获得明显的实验现象, 所用的光源一般是 (C)
- (A) 可见光 (B) 紫外线 (C)  $\gamma$  射线 (D) 红外线.
- (2) 康普顿效应的主要特点是 (D)
- (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的波长相同, 与散射角、散射体性质无关.
- (C) 散射光中既有与入射光波长相同的, 也有比入射光波长长和比入射光波长短的. 这与散射体性质有关.
- (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) 光子能量为 0.5 MeV 的  $\gamma$  射线, 入射到某种物质上而发生康普顿散射. 若反冲电子获得的动能为 0.1 MeV, 则散射光波长的改变量  $\Delta\lambda$  与入射光波长  $\lambda_0$  之比值为 (B)
- (A) 0.20. (B) 0.25. (C) 0.30. (D) 0.35.
- (4) 在康普顿效应实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍, 则散射光光子能量  $\varepsilon$  与反冲电子动能  $E_K$  之比  $\varepsilon/E_K$  为 (D)
- (A) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5.
- (5) 在康普顿效应实验中, 根据光子理论, 单个光子与电子的相互作用是 (A)

- (A) 完全弹性碰撞. (B) 完全非弹性碰撞.
- (C) 动量不守恒. (D) 能量不守恒.
- (6) 光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用, 下面哪种说法是正确的? B
- (A) 两种效应都属于电子与光子的弹性碰撞过程.
- (B) 光电效应是由于电子吸收光子能量而产生的, 而康普顿效应则是由于光子与电子的弹性碰撞而产生的.
- (C) 不论可见光、紫外光还是  $\gamma$  射线, 与金属作用时, 都能同时观察到两种效应.
- (D) 两种效应都服从能量守恒和动量守恒定律.
- 2、填空题
- (1)、康普顿散射中, 当散射光子与入射光子方向成夹角  $\theta = \pi$  时, 散射光子的频率小得最多; 当  $\theta = 0$  时, 散射光子的频率与入射光子相同.
- (2)、在康普顿散射实验中, 散射角为  $\theta_1 = 45^\circ$  和  $\theta_2 = 60^\circ$  的散射光波长改变量之比  $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 = 2 - \sqrt{2}$ .
- 3、用波长  $\lambda_0 = 0.1 \text{ nm}$  的光子做康普顿实验.
- (1) 散射角  $\theta = 90^\circ$  的康普顿散射波长是多少?
- (2) 反冲电子获得的动能有多大?
- (普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 电子静止质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )
- 解: (1)  $\Delta\lambda = \lambda_0 (1 - \cos 90^\circ) = 2.43 \times 10^{-12} \text{ m}$
- $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 1.0243 \times 10^{-10} \text{ m}$
- (2)  $E_K = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda_0 + \Delta\lambda} = 4.72 \times 10^{-17} \text{ J} = 295 \text{ eV}$