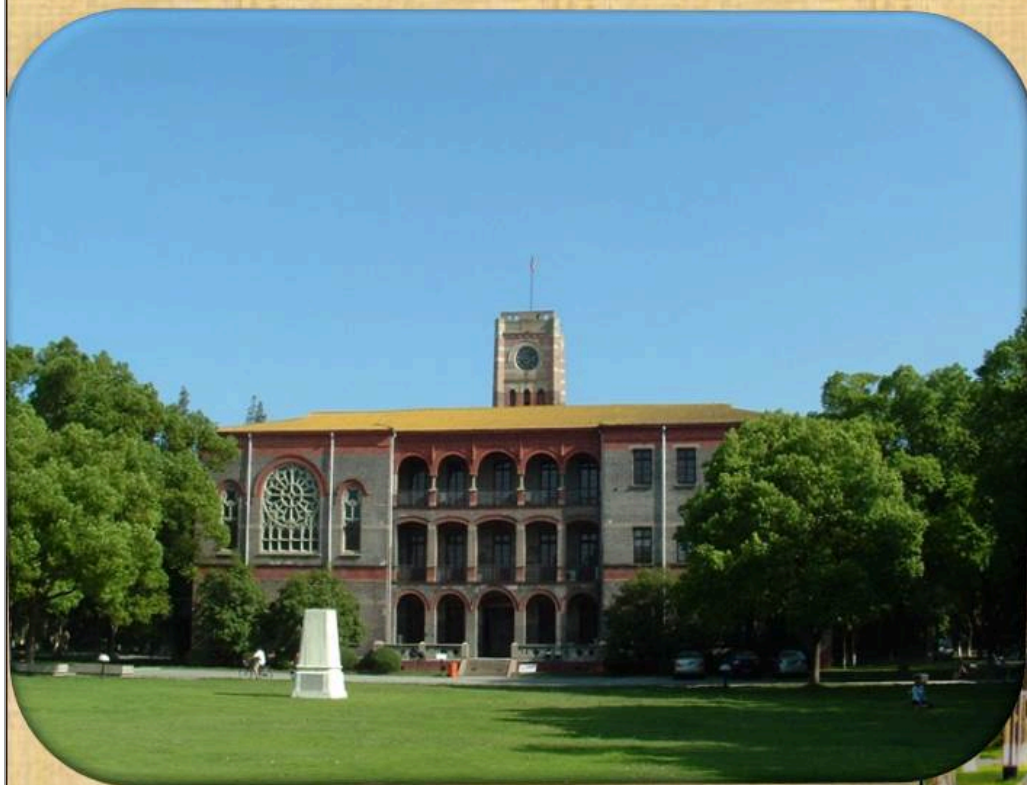




结构化学

结构化学学习题参考答案



2025/3/5





9、钾的临阈频率为 $5.464 \times 10^{14} \text{s}^{-1}$,用它作光电池的负极,当用波长为300nm的紫外光照射该电池时,发射的光电子的最大速度是多少? 其动量和德布罗意波长是多少?



结构化学

解:

$$\text{判断: } \nu_{\text{紫}} = \frac{c}{\lambda_{\text{紫}}} = \frac{3 \times 10^8}{300 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$\nu_{\text{紫}} > \nu_0$ 可发生光电效应

①

$$h \cdot \nu_{\text{紫}} = \frac{1}{2} m v^2 + h \nu_0$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{h(\nu_{\text{紫}} - \nu_0)}{m}} = \sqrt{\frac{6.626 \times 10^{-34} \times (1 \times 10^{15} - 5.464 \times 10^{14})}{9.1 \times 10^{-31}}} \\ = 8.127 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$\text{② } p = m \cdot v \Rightarrow p = 9.1 \times 10^{-31} \times 8.127 \times 10^5 = 7.396 \times 10^{-25} \text{ N} \cdot \text{s}$$

$$\text{③ } \tilde{\nu} = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} \Rightarrow \lambda = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{7.396 \times 10^{-25}} = 8.959 \times 10^{-10} \text{ m} \\ = 8.959 \text{ \AA}$$

答: 光电子最大速度为 $8.127 \times 10^5 \text{ m/s}$, 动量为 $7.396 \times 10^{-25} \text{ N} \cdot \text{s}$, 波长为 8.959 \AA



解： 1) 发射的光电子的最大动能：

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{hc}{\lambda} - h\nu_0 \\ &= 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times \left(\frac{3.0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{300 \times 10^{-9} \text{ m}} - 5.464 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} \right) \\ &= 3.005 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

光电子的最大速度：

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}} = 8.13 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



2) 光电子的动量和德布罗意波长:

$$P = m_e v = 7.395 \times 10^{-25} J \cdot s$$

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m_e v} = 8.959 \times 10^{-10} m$$

电子的质量: $9.109 \times 10^{-31} \text{ Kg}$

电子的电量: $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$



10、计算下述粒子的德布罗意波长:(1)质量为 10^{-10}kg ,运动速度为 0.01m/s 的尘埃;(2)动能为 100eV 的中子;(3)电子显微镜中,电子在 200kV 电压下加速运动。

解： 尘埃：

$$\lambda_1 = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{10^{-10} \times 0.01} = 6.626 \times 10^{-22} \text{ m}$$



动能为100eV的中子：

$$\lambda_2 = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 1.675 \times 10^{-27} \times 100 \times 1.60 \times 10^{-19}}} \\ = 2.867 \times 10^{-12} m$$

经200kV电压下加速的电子：即 $eU=E_k$

$$\lambda_3 = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9.10 \times 10^{-31} \times 200 \times 10^3 \times 1.60 \times 10^{-19}}} \\ = 2.746 \times 10^{-12} m$$



错误解法：

$$13) \quad eV = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \lambda = \frac{hc}{eV} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 200 \times 10^3} = 6.21 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$13) \quad E = eV = 1.6 \times 10^{-19} \times 200 \times 10^3 = 3.2 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$ 该公式只适用于光，不适用于实物微粒

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.2 \times 10^{-16}} = 6.21 \times 10^{-12} \text{ m}$$



德布罗意物质波与光波的联系与区别：

联系： 都满足 $\varepsilon = h\nu$; $p = h/\lambda$

区别：

(1) 对于光子， c 既是光的传播速度，又是光子的运动速度；对于实物粒子，其物质波的传播速度不等于粒子的运动速度。

(2) 对于光子， $p=mc$;
对于实物粒子， $p=mv$, $v \ll c$