



第16讲

近代物理



课标内容要求

1. 了解光电效应现象
2. 通过对氢原子光谱的分析，了解原子的能级结构
3. 能根据质量数守恒和电荷守恒写出核反应方程
4. 知道爱因斯坦质能方程的意义

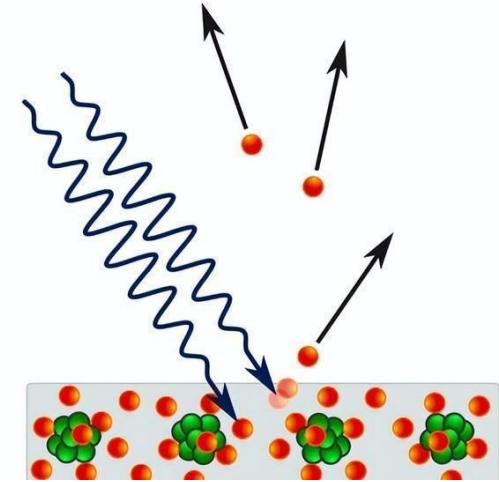
核心提炼

光电效应

爱因斯坦的光电效应方程

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu - W_0$$

其中 ν 为光的频率， W_0 为金属的逸出功。

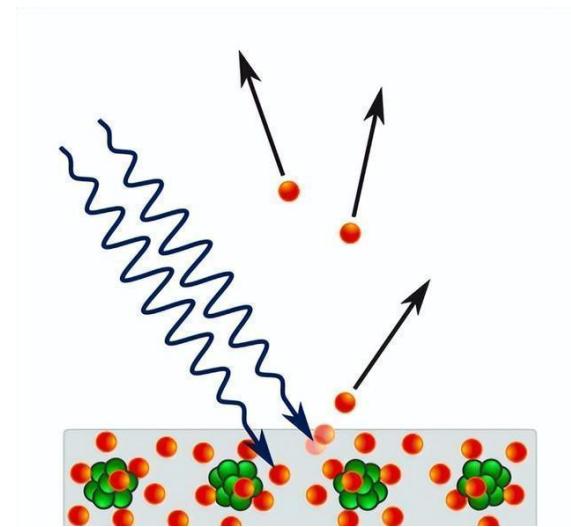


核心提炼

解答光电效应及其图像类问题

1) 两条对应关系

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu - W_0$$



- ①光子频率 ν 高 \rightarrow 光子能量 $h\nu$ 大 \rightarrow 光电子的最大初动能大；
- ②光照强度大（同种频率的光） \rightarrow 光子数目多 \rightarrow 发射光电子多 \rightarrow 光电流大

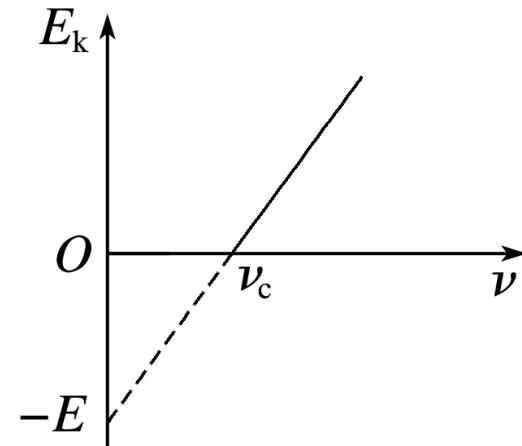
核心提炼

解答光电效应及其图像类问题

2) 光电效应的四类图像分析

I、最大初动能与入射光频率的关系图

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu - W_0$$



- ① 截止频率(极限频率) ν_c : 图线与 ν 轴交点的横坐标
- ② 逸出功 W_0 : 图线与轴交点的纵坐标的绝对值 $W_0 = |-E| = E$
- ③ 普朗克常量 h : 图线的斜率 $k = h$

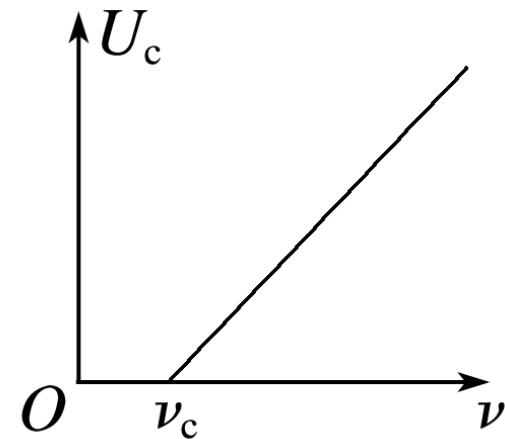
核心提炼

解答光电效应及其图像类问题

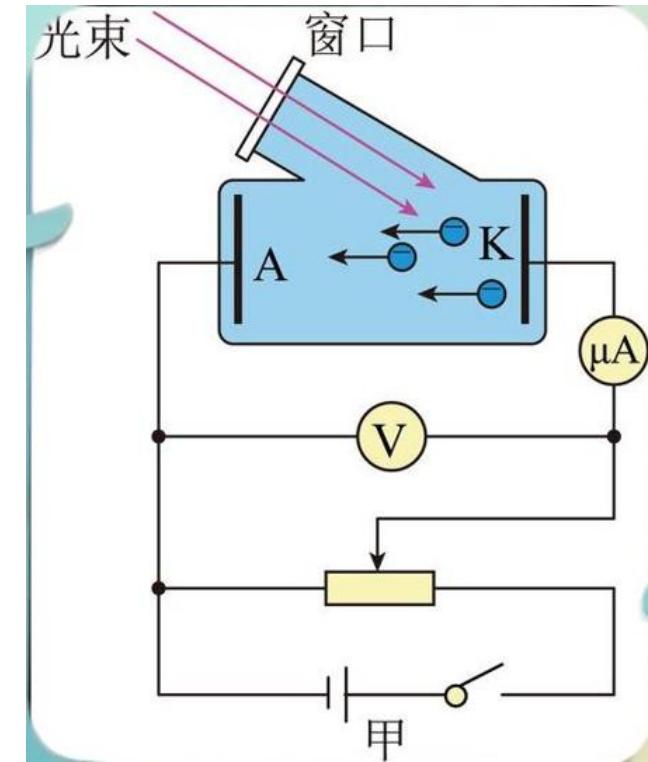
2) 光电效应的四类图像分析

II、遏止电压与入射光频率的关系图

$$U_c e = h\nu - W_0 \Rightarrow U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$$



- ① 截止频率 ν_c : 图线与横轴的交点的横坐标
- ② 遏止电压 U_c : 随入射光频率 ν 的增大而增大
- ③ 普朗克常量 h : 等于图线的斜率与电子电荷量的乘积, 即 $h=ke$



核心提炼

氢原子能级跃迁

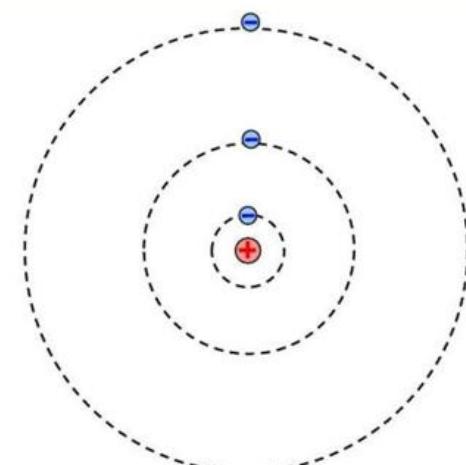
1) 原子跃迁时，所吸收或辐射的光子能量只能等于两能级的能量差

$$E_n = \frac{-13.6\text{eV}}{n^2}$$

$$h\nu = E_m - E_n$$

2) 原子从某一能级电离时，所吸收的能量可以大于或等于这一能级能量的绝对值，剩余能量为自由电子的动能。

电子轨道数	原子能量值
$n=\infty$	0
$n=4$	-0.85eV
$n=3$	-1.51eV
$n=2$	-3.4eV
$n=1$	-13.6eV



核心提炼

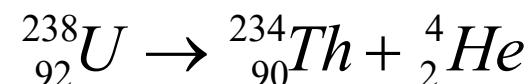
核反应



质量数守恒: $A_Y = A_W + A_X$

电荷数守恒: $Z_Y = Z_W + Z_X$

例如: 铀238衰变



核心提炼

核能的计算方法

根据质能方程计算

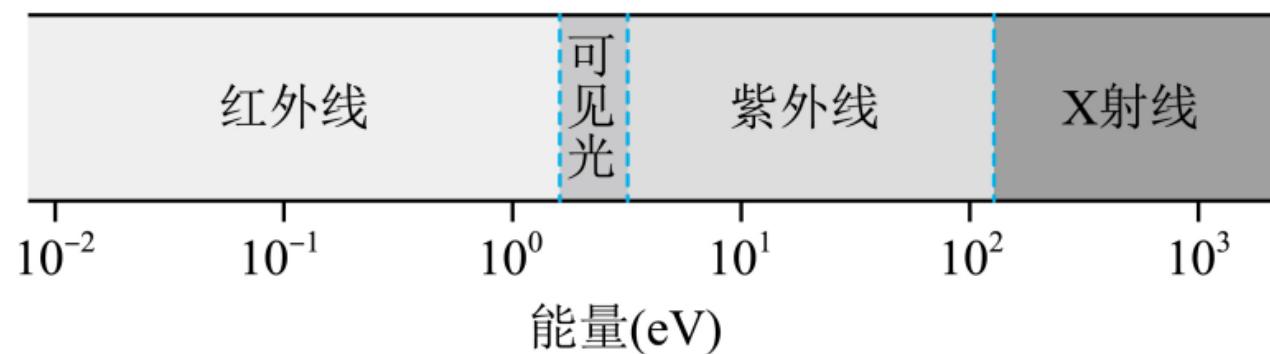
$$\Delta E = \Delta m c^2$$

其中 Δm 是核反应中失去的质量（单位是“kg”）， ΔE 是核反应中释放的能量（单位是“J”），c为光速（单位是“m/s”）

真题研析

(2022·广东·高考真题)目前科学家已经能够制备出能量量子数 n 较大的氢原子。氢原子第 n 能级的能量为 $E_n = \frac{E_1}{n^2}$, 其中 $E_1 = -13.6\text{eV}$ 。图是按能量排列的电磁波谱, 要使 $n=20$ 的氢原子吸收一个光子后, 恰好失去一个电子变成氢离子, 被吸收的光子是 (A)

- A. 红外线波段的光子
- B. 可见光波段的光子
- C. 紫外线波段的光子
- D. X射线波段的光子



真题研析

(2023·广东·高考真题)铯原子基态的两个超精细能级之间跃迁发射的光子具有稳定的频率，铯原子钟利用的两能级的能量差量级为 10^{-5}eV ，跃迁发射的光子的频率量级为（普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ ，元电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ ）（ C ）

- A. 10^3Hz
- B. 10^6Hz
- C. 10^9Hz
- D. 10^{12}Hz

真题研析

(2023·全国·高考真题) 2022年10月，全球众多天文设施观测到迄今最亮伽马射线暴，其中我国的“慧眼”卫星、“极目”空间望远镜等装置在该事件观测中作出重要贡献。由观测结果推断，该伽马射线暴在1分钟内释放的能量量级为 10^{48}J 。假设释放的能量来自于物质质量的减少，则每秒钟平均减少的质量量级为（光速为 $3\times 10^8\text{m/s}$ ）(C)

- A. 10^{19}kg B. 10^{24}kg C. 10^{29}kg D. 10^{34}kg

$$\frac{\Delta m}{t} = \frac{E_0}{60c^2} = \frac{10^{48}}{60 \times (3 \times 10^8)^2} = \frac{10^{30}}{5.4} \approx 1.85 \times 10^{29}\text{kg}$$