



## 第三节 康普顿散射

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

解析：由康普顿散射知： $\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$  其中 $\lambda_c$ 为康普顿波长，其大小为：

$$\lambda_c = \frac{h}{m_0 c} = 2.43 \times 10^{-12} m$$

$\lambda_c$ 处于x射线范围（波长为0.01nm到10nm），所以x射线作光源时，康普顿效应明显。

但由于可见光波长范围是390nm到780nm，紫外线波长为：10nm到400nm，红外线波长为：0.76um到1000um。它们的波长都远远大于 $\lambda_c$ 的波长，所以康普顿效应非常不明显。

故选C



## 2. 康普顿效应的主要特点是：

解析：康普顿效应中，散射光中有些光线的波长会比入射波长要长一些，且随着散射角度的增大而增大。这些散射光是由于入射光子与离原子核较远的电子发生弹性碰撞后，光子能量损失以后导致的；

此外，散射光线中还有一些与入射波长相同的光线，这是由于光子与靠近原子核的电子发生弹性碰撞后产生的。

这些性质与散射体的性质无关，对任意的原子散射都成立。

故选D



3. 光子能量为 $0.5\text{MeV}$ 的X射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射，若反冲电子的动能为 $0.1\text{MeV}$ ，则散射光波波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 $\lambda_0$ 之比为：

解析：如图所示，由康普顿散射知： $h\nu_0 + m_0c^2 = h\nu + mc^2$

因为光子能量为： $h\nu_0 = 0.5\text{ MeV}$ ，反冲电子的动能为： $E_k = mc^2 - m_0c^2 = 0.1\text{ MeV}$

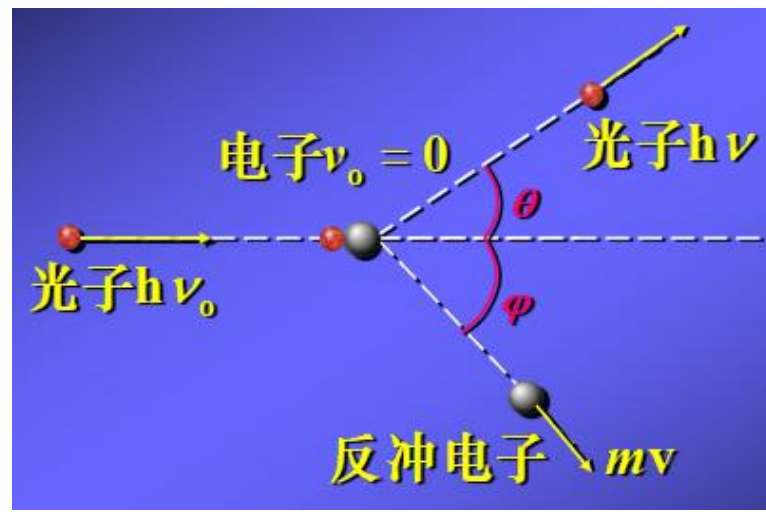
根据能量守恒可得，散射光子的能量： $h\nu = 0.4\text{MeV}$ 。

设入射光和散射光的波长分别为 $\lambda_0$ 和 $\lambda$ ，则 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$

利用 $\lambda = c/\nu$ ，可得

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda}{\lambda_0} - 1 = \frac{\nu_0}{\nu} - 1 = \frac{h\nu_0}{h\nu} - 1 = \frac{0.5}{0.4} - 1 = 0.25$$

故选B





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 $\varepsilon$ 与反射电子动能 $E_k$ 之比 $\varepsilon/E_k$ 为：

解析：由康普顿效应知：设入射光波长为 $\lambda_0$ ，则散射波长为： $\lambda=1.2\lambda_0$

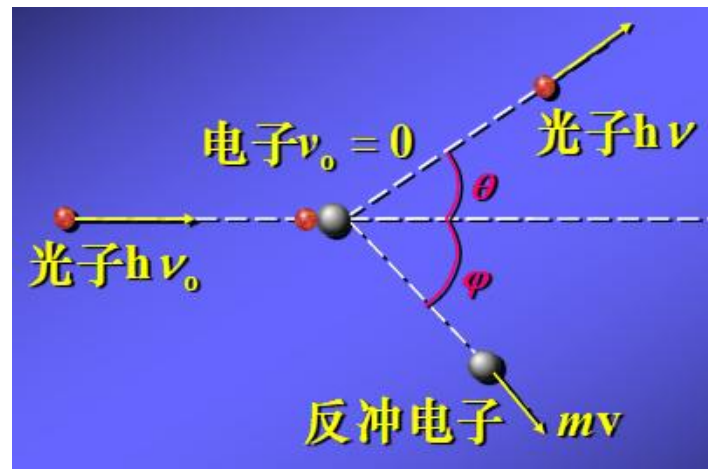
则，入射光子的能量为： $h\nu_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$ ，散射光子的能量为： $\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

根据能量守恒可得，散射电子的动能为： $E_k = h\frac{c}{\lambda_0} - h\frac{c}{\lambda}$

由此可得：

$$\frac{\varepsilon}{E_k} = \frac{h\frac{c}{\lambda}}{h\frac{c}{\lambda_0} - h\frac{c}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{\lambda}{\lambda_0} - 1} = \frac{1}{1.2 - 1} = 5$$

故选D





5. 在康普顿效应实验中，根据光子理论，单个光子与电子得相互作用是：

解析：由康普顿效应可知：考虑光子与电子碰撞过程中满足动量和能量守恒，碰撞过程中没有能量损耗，属于完全弹性碰撞。故选A

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？

解析：A.光电效应过程中电子处于金属表面的势垒中，电子和光子相互作用时，会受到金属中库仑相互作用的影响，因此不属于弹性碰撞。

B.光电效应中光子的能量 $h\nu$ 被电子吸收，转化为电子的动能和逸出功（克服表面势垒所需的能量）；该过程中满足能量守恒，但是由于有部分能量转化为电子势能，即存在外力做功，因此动量不守恒。而在康普顿效应中，由于光子的能量远远大于电子的能量，碰撞前可认为电子是静止的，碰撞过程中可认为没有外力做功，属于弹性碰撞，因此能量和动量都守恒。

C.不同波长的光与金属作用时，由于波长与频率不同，不一定能同时观察到两种效应。

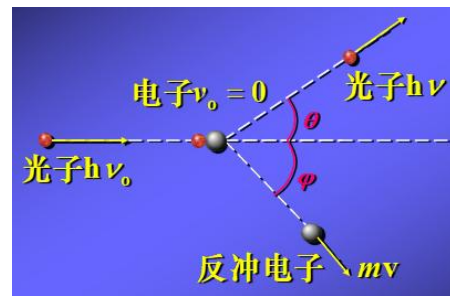
D.光电效应不满足动量守恒。

故选B



7. 康普顿散射中，当散射光子与入射光子方向成夹角 $\phi=$ \_\_\_\_时，散射光子的频率小的最多；当 $\phi=$ \_\_\_\_时，散射光子的频率与入射光子相同。

解析：由康普顿效应可知： $\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$ ；当 $\phi=\theta=\pi$ 时，散射光子的波长改变量最大，即频率减小的最多；当 $\phi=\theta=0$ 时， $\Delta\lambda=0$ ，即散射光子与入射光子的频率相同。



8. 在康普顿散射实验中，散射角为 $\phi_1=45^\circ$ 和 $\phi_2=60^\circ$ 的散射光波长改变量之比：  
 $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$ \_\_\_\_\_。

解析：利用康普顿效应公式： $\Delta\lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta) = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$

可得：当 $\phi_1=\theta=45^\circ$ 时， $\Delta\lambda_1 = \lambda_c \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 0.2929\lambda_c$

当 $\phi_2=\theta=60^\circ$ 时， $\Delta\lambda_2 = \frac{1}{2}\lambda_c$

即： $\frac{\Delta\lambda_1}{\Delta\lambda_2} = 2 - \sqrt{2} = 0.586$



9. 用波长 $\lambda_0=1\text{\AA}$ 的光子做康普顿实验。(1)散射角 $\phi=90^\circ$ 的康普顿散射波长是多少？(2)反冲电子获得的动能有多大？

解析：由康普顿效应可知： $\Delta\lambda = \lambda_c (1 - \cos\theta) = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\phi}{2}$

(1)其中康普顿波长：

$$\lambda_c = \frac{h}{m_0 c} = 2.43 \times 10^{-12} m$$

则散射角 $\phi=90^\circ$ 时， $\Delta\lambda = \lambda_c = 2.43 \times 10^{-12} m = \lambda - \lambda_0$

得： $\lambda = 1.0243 \times 10^{-10} m$

(2)由能量守恒关系可得，反冲电子的动能为：

$$E_k = h \frac{c}{\lambda_0} - h \frac{c}{\lambda} = 4.72 \times 10^{-17} J = 295 eV$$