# 第十四章 微观粒子的波粒二象性

## 第一节 光电效应 光子说

1．当用紫外线照射锌板时，锌板会带正电，说明锌板\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“失去”或“得到”）电子，这种现象叫做\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。为了解释上述现象的规律，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_提出了“光子说”。

2．根据对光电效应现象的研究，判断下列叙述是否正确。

（1）入射光的频率必须大于截止频率才能产生光电效应。（ ）

（2）光电子的发射几乎是瞬时的。（ ）

（3）发生光电效应时，从金属表面逸出的光电子的速度大小均相等。（ ）

（4）发生光电效应时，单位时间内照射到金属表面的光子数越多，则单位时间内从金属表面逸出的光电子数越多。（ ）

（5）若用一束紫外线照射某金属时不能产生光电效应，则换用强度更大的紫外线照射可能产生光电效应。（ ）

3．已知可见光的波长范围为 4.0×10−7 ~ 7.6×10−7 m，真空光速 *c* = 3×108 m/s、普朗克常量 *h* = 6.626×10−34 J·s，几种金属的逸出功 *W* 见下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 金属 | 钨 | 钙 | 钠 | 钾 | 铷 |
| *W*/10−19 J | 7.26 | 5.12 | 3.66 | 3.60 | 3.41 |

用一束可见光照射上述金属的表面，请通过计算说明哪些金属可能发生光电效应。

4．简述爱因斯坦是如何用“光子说”解释光电效应现象的。

### 参考解答

1．失去，光电效应，爱因斯坦

2．√ √ × √ ×

3．根据光子说理论，光子的能量 *E* = *hν* = ，取最短波长 *λ* = 4.0×10−7 m，则最大光子能量 *E*max ≈ 5.0×10−19 J。根据 *E*max > *W* 判断，钠、钾、铷能发生光电效应。

4．光是由一份一份的光子组成的，一个光子的能量 *E* = *hν*，*ν* 为光的频率。当光子照射到金属上时，一个光子的能量可以被金属中某个电子全部吸收，该电子吸收光子能量后，动能立刻增大，不需要一个积累能量的过程。如果电子的动能足够大，能够克服金属对它的束缚，电子就可以从金属表面逃逸出来，成为光电子，这就是光电效应。

一次光电子的产生几乎是瞬时的。金属中的电子只有获得足够的能量，才能克服金属对它的束缚成为光电子。光子频率小于某一值时，电子获得的一个光子的能量不足以克服金属对它的束缚，则不会发生光电效应，因此存在截止频率。

## 第二节 波粒二象性

1．下列几种光现象：① 光的直线传播，② 光的反射，③ 光在两种介质界面处同时发生反射和折射，④ 几束光相遇后彼此毫无妨碍地继续向前传播，⑤ 光电效应，⑥ 康普顿效应，⑦ 单光子的双缝干涉。其中能说明光具有粒子性的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，能说明光具有波动性的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2．下列关于光的波粒二象性的说法正确的是（ ）。

A．有的光是波，有的光是粒子

B．光和电子是同一种粒子

C．光的波长越长，其波动性越显著；波长越短，其粒子性越显著

D．大量光子产生的效果往往显示出粒子性

3．已知电子的电荷量 *e* = 1.6×10−19 C、质量 *m*e = 9.11×10−31 kg，普朗克常量 *h* = 6.626×10−34 J·s，试计算经过 50 kV 电压加速的电子的德布罗意波长。

### 参考解答

1．①②⑤⑥，③④⑦

2．C

3．经 50 kV 电压加速的电子的动能 *E*k = *eU* = 8.0×10−15 J，动量 *p* = ≈ 1.2×10−22 kg·m/s，由德布罗意波长公式可知 *λ* = = m ≈ 5.5×10−12 m。

## 第三节 原子结构的量子力学模型

1．20 世纪 20 年代\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填写两位物理学家）等物理学家建立起来的量子力学是人类探索\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“宏观”或“微观”）世界的基本理论。

2．根据已学习的量子力学内容，判断下列叙述是否正确。

（1）原子核外的电子在确定的轨道上运动。（ ）

（2）描述原子核外的电子运动的方程称为薛定谔方程，方程的解称为波函数。（ ）

（3）物质波既不是机械波，也不是电磁波，而是一种概率波。（ ）

3．简述玻尔理论的电子轨道和量子力学的“电子云”之间的关系。

### 参考解答

1．玻尔、薛定谔、海森堡、玻恩等，微观

2．× √ √

3．玻尔理论中电子在确定的轨道上运动。量子力学认为我们只能知道电子在原子内各处出现的概率分布，如果用小黑点的疏密表示电子在核外各处出现的概率分布，原子核似乎被一层“云雾”所笼罩，这种“云雾”被称为“电子云”。玻尔理论中的电子轨道对应“电子云”中电子出现概率最大的地方。