

双基限时练(八) 光的粒子性

1. 关于光子和光电子, 以下说法正确的是()

- A. 光子就是光电子
- B. 光电子是金属中电子吸收光子后飞离金属表面产生的
- C. 真空中光子和光电子速度都是 c
- D. 光子和光电子都带负电

答案 B

2. 入射光照到某金属表面发生光电效应, 若入射光的强度减弱, 而频率保持不变, 则下列说法中正确的是()

- A. 从光照射到金属表面到金属发出光电子之间的时间间隔将明显增加
- B. 逸出的光电子的最大初动能减小
- C. 单位时间从金属表面逸出的光电子数目将减小
- D. 有可能不发生光电效应

答案 C

3. (多选题) 光电效应的规律中, 经典波动理论不能解释的有()

- A. 入射光的频率必须大于被照金属的截止频率
- B. 光电子的最大初动能与入射光的强度无关, 只随入射频率的增大而增大
- C. 入射光照到金属上时, 光电子的发射几乎是瞬时的, 一般不超过 10^{-9} s
- D. 当入射光频率大于截止频率时, 光电子的数目与入射光的强度成正比

解析 经典波动理论认为，光的能量随强度的增加而增大，与频率无关，所以对选项 A、B、C 的规律、用经典波动学说不能解释。

答案 ABC

4. 对爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ ，下列说法正确的是()

A. 只要用同种频率的光照射同一种金属，那么从金属中逸出的所有光电子都会具有相同的初动能 E_k

B. 逸出功 W_0 和截止频率 ν_c 之间满足 $W_0 = h\nu_c$

C. 光电效应方程中的 W_0 表示每个光电子从金属中飞出的过程中克服金属中正电荷引力所做的功

D. 光电子的最大初动能与入射光的频率成正比

解析 光电效应方程中表示的是最大初动能与入射光频率和逸出功的关系，发生光电效应时，逸出的光电子的动能是不尽相同的，故 A 选项错误；逸出功 W_0 不仅表示克服正电荷引力做功，还有碰撞中损失的能量，故 C 选项错误；光电子的最大初动能与频率成线性关系， $E_k = h\nu - W_0$ ，但不能说 E_k 与 ν 成正比，故 D 选项错误。所以此题 B 选项正确。

答案 B

5. 频率为 ν 的光子，具有的能量为 $h\nu$ ，动量为 $h\nu/c$ ，将这个光子打在处于静止状态的电子上，光子将偏离原来的运动方向，这种现象叫光的散射。散射后的光子()

A. 虽改变原来的运动方向，但频率保持不变

B. 光子将从电子处获得能量，因而频率增大

C. 散射后的光子运动方向将与电子运动方向在一条直线上，但方向相反

D. 由于电子受到碰撞，散射后的光子频率低于入射光的频率

解析 光子与电子碰撞满足动量守恒和能量守恒，故碰后电子获得了部分能量，从而光子能量 $h\nu$ 减小，即频率减小，则波长变大，所以 D 选项正确。

答案 D

6. (多选题) 已知使某种金属发生光电效应的截止频率为 ν_c ，则()

A. 当用频率为 $2\nu_c$ 的单色光照射该金属时，一定能产生光电子

B. 当用频率为 $2\nu_c$ 的单色光照射该金属时，所产生的光电子的最大初动能为 $h\nu_c$

C. 当照射光的频率 ν 大于 ν_c 时，若 ν 增大，则逸出功增大

D. 当照射光的频率 ν 大于 ν_c 时，若 ν 增大一倍，则光电子的最大初动能也增加一倍

解析 某种金属产生光电效应的截止频率为 ν_c ，则逸出功 $W_0 = h\nu_c$ ，当用频率为 $2\nu_c$ 的单色光照射该金属时，一定能产生光电子，故 A 选项正确；由光电效应方程， $E_k = 2h\nu_c - W_0$ ，则 $E_k = h\nu_c$ ，故 B 选项正确；逸出功只与金属材料有关，与入射光的频率无关，C 选项错误；若入射光的频率增大一倍，光电子的最大初动能增加大于一倍，故 D 选项错。

答案 AB

7. 硅光电池是利用光电效应原理制成的器件，下列表述正确的是()

A. 硅光电池是把光能转变为电能的一种装置

B. 硅光电池中吸收了光子能量的电子都能逸出

C. 逸出光子的最大初动能与入射光的频率无关

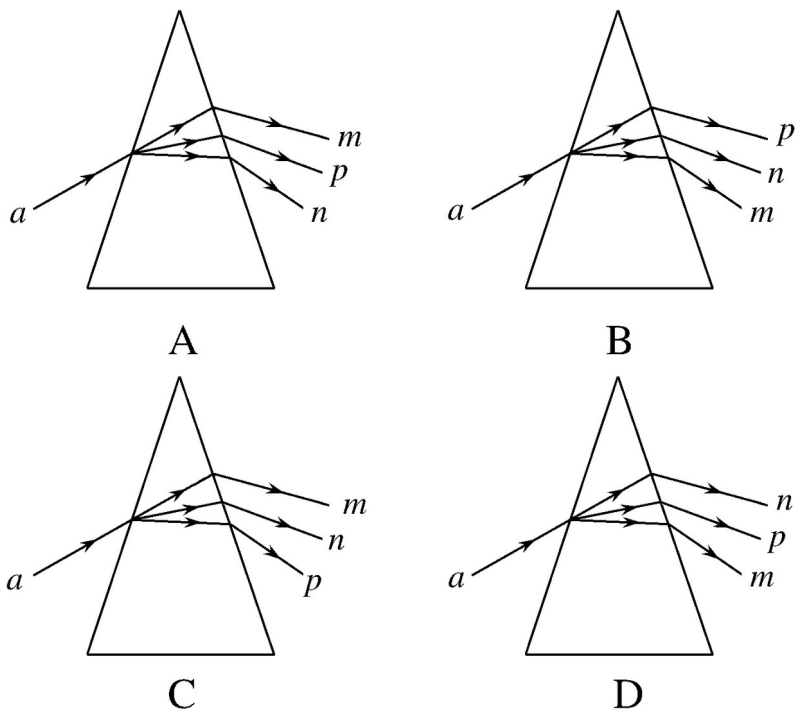
D. 任意频率的光照射到硅光电池上都能产生光电效应

解析 硅光电池是把光能转化为电能的一种装置，A 选项正确；

硅光电池中吸收了光子能量，大于逸出功的电子才能逸出，B选项错误；逸出的光电子的最大初动能与入射光的频率有关，C选项错误；当照射到硅光电池的光的频率大于截止频率时，才能产生光电效应，D选项错误。

答案 A

8. 已知一束可见光 a 是由 m 、 n 、 p 三种单色光组成的，如图所示。检测发现三种单色光中， n 、 p 两种单色光的频率都大于 m 色光； n 色光能使某金属发生光电效应，而 p 色光不能使该金属发生光电效应。那么，光束 a 通过三棱镜的情况是()



解析 n 色光能使金属发生光电效应， p 色光不能使金属发生光电效应，所以 n 色光的频率大于 p 色光的频率，由于 n 、 p 两种色光的频率都大于 m 色光。因此， $\nu_n > \nu_p > \nu_m$ ，所以 n 色光的折射率最大， m 色光的折射率最小，故 A 选项正确。

答案 A

9. 在做光电效应演示实验时，把某金属板连在验电器上，第一

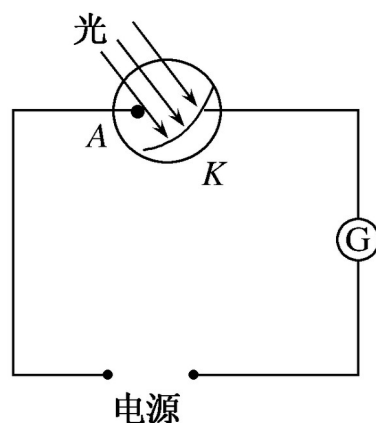
次用弧光灯直接照到金属板上，验电器的指针张开一个角度，第二次在弧光灯和金属板之间插入一块普通玻璃，再用弧光灯照射，验电器的指针不张开，由此可以判定，使金属板产生光电效应的是弧光灯中的()

- A. 可见光成分
- B. 红外线成分
- C. 无线电波成分
- D. 紫外线成分

解析 两次相比较，插入玻璃后紫外线成分无法通过，而可见光、红外线、无线电波成分均可通过玻璃，可见引起光电效应的是紫外线。故 D 选项正确。

答案 D

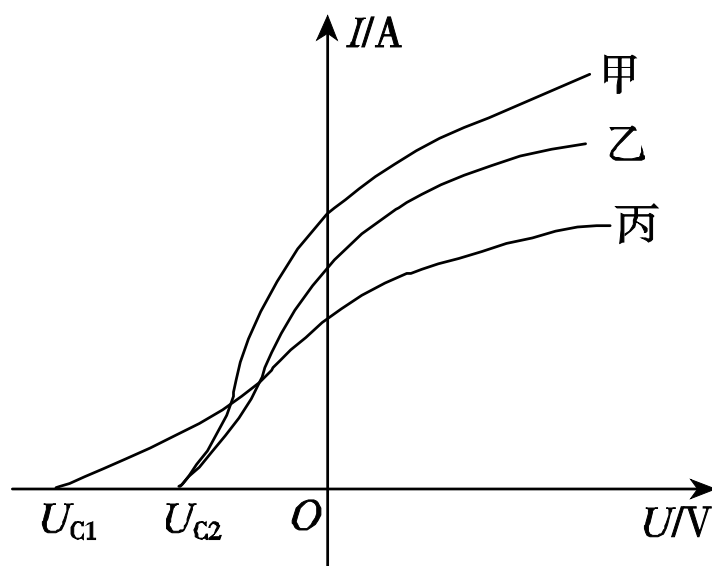
10. (多选题)如图所示电路的全部接线及元件均完好。用光照射光电管的 K 极板，发现电流计无电流通过，可能的原因是()



- A. A、K 间加的电压不够高
- B. 电源正负极接反了
- C. 照射光的频率不够高
- D. 照射光的强度不够大

解析 若照射光的频率很低，则不能发生光电效应；如果发生光电效应，但是电源正负极接反了，且电压高于遏止电压，电流表中也不会有电流，故 B、C 选项正确。

答案 BC



11. 在光电效应实验中, 飞飞同学用同一光电管在不同实验条件下得到了三条光电流与电压之间的关系曲线(甲光、乙光、丙光), 如图所示. 则可判断出()

- A. 甲光的频率大于乙光的频率
- B. 乙光的波长大于丙光的波长
- C. 乙光对应的截止频率大于丙光的截止频率
- D. 甲光对应的光电子最大初动能大于丙光的光电子最大初动能

解析 由题图可知, 丙光的最大电流小于甲光和乙光, 说明逸出的电子数目最少, 即丙光的强度最小. 由题图说明丙光对应的光电子的初动能最大, 即丙光的频率最高(波长最小), B项正确, D项错误; 甲光和乙光的频率相同, A项错误; 由于是同一光电管, 所以乙光、丙光对应的截止频率是一样的, C项错误.

答案 B

12. 分别用波长为 λ 和 λ 的单色光照射同一金属板, 发出的光电子的最大初动能之比为 $1:2$, 以 h 表示普朗克常量, c 表示真空中的光速, 则此金属板的逸出功为()

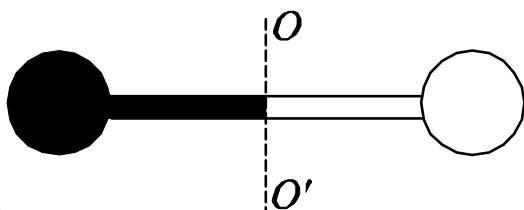
- A. B.
 C. D.

解析 由光电效应方程 $E_{k1} = h\nu - W_0$.

$E_{k2} = h\nu - W_0$, 又因为 $E_{k2} = 2E_{k1}$.

联立解得 $W =$.

答案 A



13.

光子有能量，也有动量，动量 $p = \frac{h\nu}{c}$ ，它也遵守有关动量的规律。如图所示，真空中有“∞”字形装置可绕通过横杆中点的竖直轴 OO' 在水平面内灵活地转动，其中左边是圆形黑纸片(吸收光子)，右边是和左边大小、质量相同的圆形白纸片(反射光子)。当用平行白光垂直照射这两个圆面时，关于装置开始时转动情况(俯视)的下列说法中正确的是()

- A. 顺时针方向转动
 B. 逆时针方向转动
 C. 都有可能
 D. 不会转动

解析 根据动量定理 $Ft = m\mathbf{v}_t - m\mathbf{v}_0$ ，由光子的动量变化可知黑纸片和光子之间的作用力小于白纸片和光子之间的作用力，所以装置开始时逆时针方向转动，B 选项正确。

答案 B

14. 波长为 $\lambda = 0.17 \mu\text{m}$ 的紫外线照射至金属圆筒上使其发射光电子，光电子在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，做最大半径为 r 的匀速圆周运动时，已知 $r \cdot B = 5.6 \times 10^{-6} \text{ J}\cdot\text{m}$ ，光电子的质量 $m =$

$9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，电荷量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，求

(1) 每个光电子的能量；

(2) 金属筒的逸出功。

解析 (1) 光电子做匀速圆周运动时，在垂直磁场之间的平面内运动，它的动能即最大动能。

由向心力公式 $eBv = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v =$

所以 $mv^2 = m\left(\frac{eBr}{m}\right)^2 =$

$= J$

$= 4.41 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。

(2) 由爱因斯坦光电效应方程

$E_k = h\nu - W_0$ 得 $W = h\nu - mv^2$

$W = h\nu - mv^2$ ，代入数据得 $W = 7.3 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。

答案 (1) $4.41 \times 10^{-19} \text{ J}$

(2) $7.3 \times 10^{-19} \text{ J}$