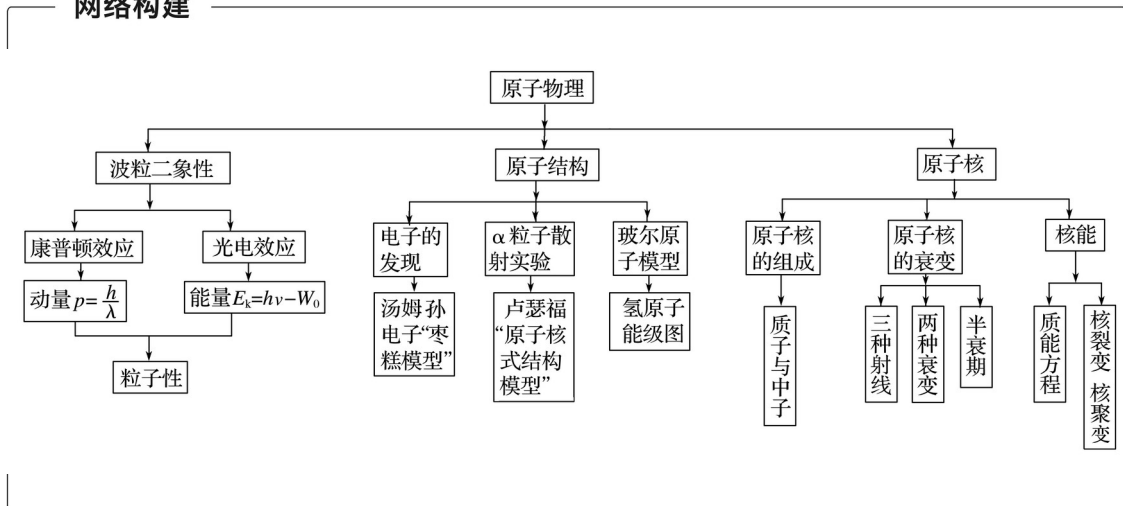




## 专题12 波粒二象性 原子和原子核

### 网络构建



### 考题一 光电效应与光子说

#### 知识精讲

1. 爱因斯坦光电效应方程

$$E_k = h\nu - W_0$$

2. 用图象表示光电效应方程，如图 1 所示

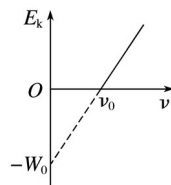


图 1

(1) 极限频率：图线与  $\nu$  轴的交点的横坐标  $\nu_0$ 。

(2) 逸出功：图线与  $E_k$  交点的纵坐标的值  $W_0$ 。

(3) 普朗克常量：图线的斜率  $k = h$ 。

3. 处理光电效应问题的两条线索：光强和光的频率

- (1)光强→光子数目多→发射光电子数多→光电流大  
 (2)光子频率高→光子能量大→产生光电子的最大初动能大

### 典例剖析

例1 爱因斯坦因提出了光量子概念并成功地解释光电效应的规律而获得1921年诺贝尔物理学奖.某种金属逸出光电子的最大初动能 $E_{km}$ 与入射光频率 $\nu$ 的关系如图2所示,其中 $\nu_0$ 为极限频率.从图中可以确定的是( )

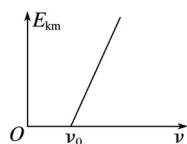


图2

- A.逸出功与 $\nu$ 有关  
 B.当 $\nu > \nu_0$ 时,会逸出光电子  
 C. $E_{km}$ 与入射光强度成正比  
 D.图中直线的斜率与普朗克常量有关

解析 金属的逸出功是由金属自身决定的,与入射光频率 $\nu$ 无关,故A错误;当 $\nu > \nu_0$ 时会有光电子逸出,故B正确;由光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ ,知光电子的最大初动能 $E_{km}$ 与入射光的强度无关,故C错误;由光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ ,知 $h =$ ,故D正确.

答案 BD

### 【变式训练】

1.一光电管的阴极K用截止频率为 $\nu$ 的金属铯制成,光电管阳极A和阴极K之间的正向电压为 $U$ .用波长为 $\lambda$ 的单色光射向阴极,产生了光电流.已知普朗克常量为 $h$ ,电子电荷量为 $e$ ,真空中的光速为 $c$ .求:

- (1)金属铯的逸出功 $W_0$ ;  
 (2)光电子到达阳极的最大动能 $E_k$ .

答案 (1) $h\nu$  (2) $eU + h - h\nu$

解析 (1)由题知,金属铯的逸出功 $W_0 = h\nu$

(2)根据光电效应方程知,光电子的最大初动能

$$E_{km} = h - W_0 = h - h\nu$$

根据动能定理得: $eU = E_k - E_{km}$

联立得:光电子到达阳极的最大动能 $E_k = eU + h - h\nu$

2.如图3所示电路可研究光电效应规律.图中标有A和K的为光电管,其中K为阴极,A为阳极.理想电流计可检测通过光电管的电流,理想电压表用来指示光电管两端的电压.现接通电源,用光子能量为10.5 eV的光照射阴极K,电流计中有示数;若将滑动变阻器的滑片P缓慢向右滑动,电流计的读数逐渐减小,当滑至某一位置时电流计的读数恰好为零,读出此

时电压表的示数为  $6.0\text{ V}$ ；现保持滑片  $P$  位置不变，光电管阴极材料的逸出功为\_\_\_\_\_，若增大入射光的强度，电流计的读数\_\_\_\_\_ (选填“为零”或“不为零”).

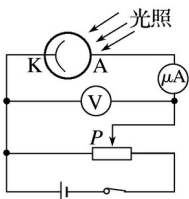


图 3

答案  $4.5\text{ eV}$  为零

解析 由题知，当电流计的电流为 0 时， $U = 6.0\text{ V}$ ，则光电子的最大初动能为  $6.0\text{ eV}$ .由光电效应方程  $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$ ，得  $W_0 = h\nu - E_{\text{km}} = 4.5\text{ eV}$ .光电子的最大初动能与入射光的强度无关，与入射光的频率有关，故增大入射光的强度，电流计的读数仍为零.

3.用同一实验装置如图 4 甲研究光电效应现象，分别用  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三束光照射光电管阴极，得到光电管两端电压与相应的光电流的关系如图乙所示，其中  $A$ 、 $C$  两束光照射时对应的遏止电压相同，均为  $U_{\text{c1}}$ ，下列论述正确的是( )

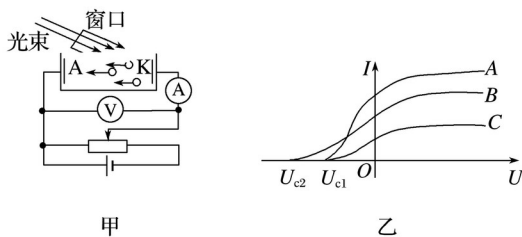


图 4

- A.  $B$  光束光子的能量最小
- B.  $A$ 、 $C$  两束光的波长相同，且比  $B$  光的波长长
- C. 三个光束中  $B$  光束照射时单位时间内产生的光电子数量最多
- D. 三个光束中  $B$  光束照射时光电管发出的光电子最大初动能最大

答案 BD

解析 当光电流为零时光电管两端的电压为截止电压，对应光的频率为截止频率，由  $eU_{\text{截}} = m\nu = h\nu - W_0$  知，入射光的频率越高，对应的截止电压  $U_{\text{截}}$  越大， $A$  光、 $C$  光的截止电压相等，故  $A$  光、 $C$  光的频率相等，它们的最大初动能也相等，而  $B$  光的频率最大，能量最大，故最大初动能也最大，对应的波长最小，故 A、C 错误，B、D 正确.

## 考题二 氢原子光谱与能级

### 知识精讲

## 1.玻尔理论的基本内容

- (1)能级假设：氢原子  $E_n = (n \text{ 为量子数})$ .
- (2)跃迁假设：吸收或释放的能量  $h\nu = E_m - E_n(m>n)$
- (3)轨道假设：氢原子  $r_n = n^2 r_1(n \text{ 为量子数})$

## 2.解决氢原子能级跃迁问题的四点技巧

- (1)原子跃迁时，所吸收或释放的光子能量只能等于两能级之间的能量差.
- (2)原子电离时，所吸收的能量可以大于或等于某一能级的绝对值.
- (3)一群氢原子处于量子数为  $n$  的激发态时，可能辐射光子的种类  $N = C =$ .
- (4)计算能级能量时应注意：因一般取无穷远处为零电势参考面，故各个能级的能量值均为负值.

### 典例剖析

例2 如图5所示是氢原子的能级图，大量处于  $n=4$  激发态的氢原子向低能级跃迁时，一共可以辐射出6种不同频率的光子，其中巴耳末系是指氢原子由高能级向  $n=2$  能级跃迁时释放的光子，则( )

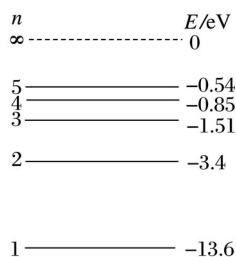


图5

- A.6种光子中有2种属于巴耳末系
- B.6种光子中波长最长的是  $n=4$  激发态跃迁到基态时产生的
- C.使  $n=4$  能级的氢原子电离至少要  $0.85 \text{ eV}$  的能量
- D.在6种光子中， $n=4$  能级跃迁到  $n=1$  能级释放的光子康普顿效应最明显

解析 巴耳末系是指氢原子由高能级向  $n=2$  能级跃迁时释放的光子，大量处于  $n=4$  激发态的氢原子向低能级跃迁时，可以从  $n=4$  跃迁到  $n=2$ ，可以从  $n=3$  跃迁到  $n=2$ ，可知产生的6种光子中有2种属于巴耳末系，故A正确；从  $n=4$  跃迁到基态时，辐射的光子能量最大，波长最短，故B错误； $n=4$  能级，氢原子具有的能量为  $-0.85 \text{ eV}$ ，可知使  $n=4$  能级的氢原子电离至少要  $0.85 \text{ eV}$  的能量，故C正确；在6种光子中， $n=4$  跃迁到  $n=1$  能级，光子能量最大，康普顿效应最明显，故D正确.故选A、C、D.

答案 ACD

### 【变式训练】

4.如图6所示为氢原子的四个能级，其中  $E_1$  为基态，若一群氢原子A处于激发态  $E_2$ ，一群氢

原子  $B$  处于激发态  $E_3$ ,  $B$  从  $E_3$  跃迁到  $E_2$  所发出的光波长为  $\lambda_1$ ,  $A$  从  $E_2$  跃迁到  $E_1$  所发出的光波长为  $\lambda_2$ . 已知普朗克常量为  $h$ , 真空中光速为  $c$ , 其中两个能量差  $E_3 - E_2 =$  \_\_\_\_\_, 若  $B$  从  $E_3$  直接跃迁到  $E_1$  所发出的光波长为 \_\_\_\_\_.

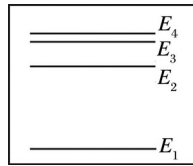


图 6

答案

解析 由玻尔理论可知,  $E_3 - E_2 =$

因  $+$   $=$  可得:

$\lambda_3 =$

5. 在探究光电效应的实验中, 用光照射某种金属, 测得该金属表面有光电子逸出的最大入射光波长为  $\lambda_0$ . 若用氢原子发出的光照射该金属, 已知氢原子从能级 3 跃迁到能级 2 时发出的光可使该金属发生光电效应, 但从能级 4 跃迁到能级 3 发出的光不能使该金属发生光电效应. 已知氢原子能级如图 7 所示, 真空中的光速为  $c$ . 则下列说法正确的是( )

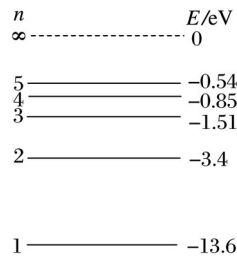


图 7

- A. 该金属的极限频率为
- B. 该金属的逸出功大于 0.66 eV
- C. 当用氢原子从能级 5 跃迁到能级 3 发出的光照射该金属时, 该金属一定会发生光电效应
- D. 当用氢原子从其他能级跃迁到能级 1 发出的光照射该金属时, 该金属一定会发生光电效应

答案 ABD

解析 由题知该金属的极限频率为, 故 A 正确; 由题知该金属的逸出功大于从能级 4 跃迁到能级 3 发出的光子能量, 故该金属的逸出功大于 0.66 eV, 故 B 正确; 由题知从能级 3 跃迁到能级 2 时发出的光可使该金属发生光电效应, 故该金属的逸出功小于 1.89 eV, 当用氢原子从能级 5 跃迁到能级 3 发出的光照射该金属时, 该金属不一定会发生光电效应, 故 C 错误; 当用氢原子从其他能级跃迁到能级 1 发出的光照射该金属时, 发出的光子能量大于等于 10.20 eV, 则该金属一定会发生光电效应, 故 D 正确. 故选 A、B、D.

6. 如图 8 所示为氢原子光谱中的三条谱线, 对这三条谱线的描述中正确的是( )

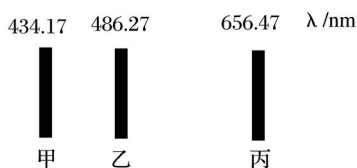


图 8

- A. 乙谱线光子能量最大
  - B. 甲谱线是电子由基态向激发态跃迁发出的
  - C. 丙谱线可能是电子在两个激发态间跃迁发出的
  - D. 每条谱线对应核外电子绕核旋转的一条轨道，任一谱线的频率等于电子做圆周运动的频率
- 答案 C

解析 根据  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ ，故甲谱线光子能量最大，故 A 错误；谱线是电子由激发态向基态跃迁发出的，而电子由基态向激发态跃迁需要吸收光子的，故 B 错误；丙谱线可以是电子在两个激发态间跃迁发出的，故 C 正确；电子跃迁时辐射的光子的频率等于能级差值，与电子绕核做圆周运动的频率无关，故 D 错误。故选 C。

## 考题三 核反应与核能

### 知识精讲

#### 1. 核反应方程的书写要求

- (1) 核反应过程一般不可逆，所以核反应方程中用“ $\rightarrow$ ”表示方向而不能用等号代替。
- (2) 核反应方程遵循质量数、电荷数守恒，但核反应前后的总质量会发生质量亏损且释放能量。
- (3) 核反应的生成物一定要以实验为基础，不能只依据两个守恒规律而凭空杜撰出生成物。

#### 2. 原子核的衰变

- (1) 衰变的实质： $\alpha$  衰变为  $2\text{H} + 2\text{n} \rightarrow \text{He}$ ，即  $\alpha$  射线； $\beta$  衰变为  $\text{n} \rightarrow \text{H} + \text{e}$ ，即  $\beta$  射线，在  $\alpha$  衰变或  $\beta$  衰变过程中放出  $\gamma$  射线。
- (2) 衰变的快慢由原子核内部因素决定，与原子所处的物理、化学状态无关；半衰期是统计规律，对个别、少数原子无意义。

### 典例剖析

例 3 静止的原子核 X，自发发生反应  $X \rightarrow Y + Z$ ，分裂成运动的新核 Y 和 Z，同时产生一对彼此向相反方向运动的光子，光子的能量均为  $E$ 。已知 X、Y、Z 的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ ，真空中的光速为  $c$ ，求：

- (1) 反应放出的核能  $\Delta E$ ；

(2)新核 Y 的动能  $E_{kY}$ .

解析 (1)由题知,质量亏损  $\Delta m = m_1 - m_2 - m_3$

由爱因斯坦质能方程:  $\Delta E = \Delta mc^2$ ,

得:释放的核能  $\Delta E = (m_1 - m_2 - m_3)c^2$

(2)由动量守恒定律知,初状态总动量为零

则末状态两个新核的动量大小相等,方向相反,有:

$$m_2 v_2 = m_3 v_3$$

又由  $E_k = m v^2 =$  知, =

由能量守恒得:新核 Y 的动能

$$E_{kY} = [(m_1 - m_2 - m_3)c^2 - 2E].$$

答案 (1) $(m_1 - m_2 - m_3)c^2$

(2) $[(m_1 - m_2 - m_3)c^2 - 2E]$

【变式训练】

7.一静止的 U 核经  $\alpha$  衰变成为 Th 核,释放出的总动能为 4.27 MeV.问此衰变后 Th 核的动能为多少 MeV(保留 1 位有效数字)?

答案 0.07 MeV

解析 由题意知, $\alpha$  衰变的衰变方程为:



根据动量守恒定律得:  $m_\alpha v_\alpha = m_{Th} v_{Th}$  ①

式中,  $m_\alpha$  和  $m_{Th}$  分别为  $\alpha$  粒子和 Th 核的质量,  $v_\alpha$  和  $v_{Th}$  分别为  $\alpha$  粒子和 Th 核的速度的大小,由题设条件知

$$m_\alpha v + m_{Th} v_{Th}^2 = E_k \quad ②$$

$$= \quad ③$$

式中  $E_k = 4.27$  MeV 是  $\alpha$  粒子与 Th 核的总动能

$$\text{由①②③式得: } m_{Th} v_{Th}^2 = E_k \quad ④$$

代入数据得,衰变后 Th 核的动能:

$$m_{Th} v \approx 0.07 \text{ MeV.}$$

8.核裂变和核聚变的过程中能够放出巨大核能.核裂变中经常使用的  $^{235}_{92}\text{U}$  具有天然放射性,若 U 经过 7 次  $\alpha$  衰变和  $m$  次  $\beta$  衰变,变成 Pb,则  $m =$  \_\_\_\_\_.核聚变中,最常见的反应就是一个氘核与一个氚核结合成一个氦核.已知氘核的比结合能是 1.09 MeV;氚核的比结合能是 2.78 MeV;氦核的比结合能是 7.03 MeV,则氢核聚变的方程是\_\_\_\_\_;一次氢核聚变释放出的能量是\_\_\_\_\_ MeV.

答案 4  $H + H \rightarrow He + n$  17.6

解析 根据质量数和电荷数守恒,由  $U \rightarrow Pb + 7He + me$  得  $m = 4$ ;

同理，得核聚变方程为： $H + H \rightarrow He + n$ ；根据  $\Delta E = \Delta mc^2$ ，得一次氢核聚变释放出的能量：  
 $\Delta E = 7.03 \times 4 - (2.78 \times 3 + 1.09 \times 2) = 17.6 \text{ MeV}$ .

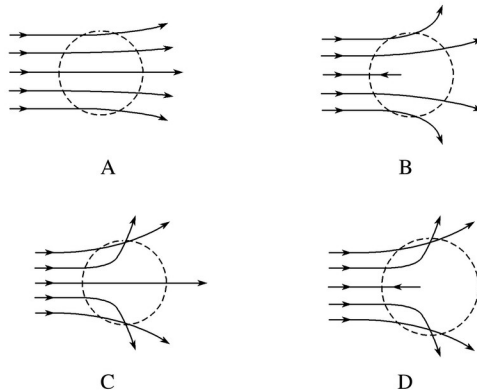
9.放射性同位素  $C$  被考古学家称为“碳钟”，它可以用来判定古生物体的年代.宇宙射线中高能中子碰撞空气中的氮原子后，就会形成不稳定的  $C$ ，它容易发生  $\beta$  衰变，变成一个新核，其半衰期为 5 730 年.该衰变的核反应方程式为\_\_\_\_\_。 $C$  的生成和衰变通常是平衡的，即生物机体中  $C$  的含量是不变的.当生物体死亡后，机体内  $^{14}C$  的含量将会不断减少.若测得一具古生物遗骸中  $C$  含量只有活体中的 25%，则这具遗骸距今约有\_\_\_\_\_年.

答案  $C \rightarrow N + e$  11 460

解析 根据电荷数和质量数守恒得： $C \rightarrow N + e$ ，由  $\frac{1}{4} = (\frac{1}{2})^{\frac{t}{T}}$ ，且  $T = 5 730$  年，得： $t = 2 \times 5 730 = 11 460$  年.

## 专题规范练

1.卢瑟福利用  $\alpha$  粒子轰击金箔的实验研究原子结构，正确反映实验结果的示意图是( )



答案 D

解析 实验结果是：离金原子核远的  $\alpha$  粒子偏转角度小，离金原子核近的  $\alpha$  粒子偏转角度大，正对金原子核的  $\alpha$  粒子被返回，故 A、B、C 错误，D 正确.

2.(多选)有关原子结构，下列说法正确的是( )

- A.玻尔原子模型能很好地解释氢原子光谱
- B.卢瑟福核式结构模型可以很好地解释原子的稳定性
- C.玻尔提出的原子模型，否定了卢瑟福的原子核式结构学说
- D.卢瑟福的  $\alpha$  粒子散射实验否定了汤姆孙关于原子结构的“枣糕模型”

答案 AD

解析 玻尔的原子理论：(1)电子在一些特定的可能轨道上绕核做圆周运动，离核越远能量

越高；(2)可能的轨道不连续；(3)当电子在这些可能的轨道上运动时原子不发射也不吸收能量，只有当电子从一个轨道跃迁到另一个轨道时原子才发射或吸收能量，而且发射或吸收的辐射是单频的，辐射的频率和能量之间关系为  $E = h\nu$ 。玻尔的理论成功地说明了原子的稳定性和氢原子光谱规律。故 A 正确；卢瑟福的  $\alpha$  粒子散射实验说明：(1)原子中绝大部分是空的；(2) $\alpha$  粒子受到较大的库仑力作用；(3) $\alpha$  粒子在原子中碰到了比它质量大得多的物体，否定了汤姆孙关于原子结构的“枣糕模型”，但不能说明原子内部存在带负电的电子，也不能解释原子的稳定性，故 B 错误，D 正确；玻尔提出原子模型，并没有否定卢瑟福的原子核式结构学说，故 C 错误。

3.(多选)氢原子能级图如图 1 所示，当氢原子从  $n = 3$  能级跃迁到  $n = 2$  能级时，辐射出的光的波长为 656 nm。以下判断正确的是( )

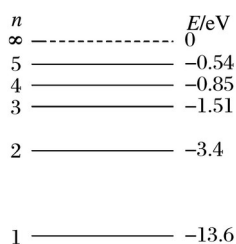


图 1

- A. 氢原子从  $n = 2$  能级跃迁到  $n = 1$  能级时，辐射出的光的波长大于 656 nm
- B. 用波长为 325 nm 的光照射，可使氢原子从  $n = 1$  能级跃迁到  $n = 2$  能级
- C. 一群处于  $n = 3$  能级上的氢原子向低能级跃迁时最多产生 3 种谱线
- D. 用波长为 633 nm 的光照射，不能使氢原子从  $n = 2$  能级跃迁到  $n = 3$  能级

答案 CD

解析 能级间跃迁辐射的光子能量等于两能级间的能级差，能级差越大，辐射的光子频率越大，波长越小，A 错误；由  $E_m - E_n = h\nu$  可知，B 错误，D 正确；根据  $C = 3$  可知，一群处于  $n = 3$  能级上的氢原子向低能级跃迁时，辐射的光子频率最多有 3 种，C 正确；正确选项是 C、D。

4.(多选)如图 2 是氢原子的能级图，一群氢原子处于  $n = 3$  能级，下列说法中正确的是( )

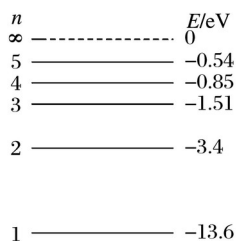


图 2

- A. 这群氢原子跃迁时能够发出 3 种不同频率的波
- B. 这群氢原子发出的光子中，能量最大为 10.2 eV
- C. 从  $n = 3$  能级跃迁到  $n = 2$  能级时发出的光波长最长

D. 这群氢原子能够吸收任意光子的能量而向更高能级跃迁

答案 AC

解析 根据  $C=3$  知, 这群氢原子能够发出 3 种不同频率的光子. 故 A 正确. 由  $n=3$  能级跃迁到  $n=1$  能级, 辐射的光子能量最大,  $\Delta E = 13.6 \text{ eV} - 1.51 \text{ eV} = 12.09 \text{ eV}$ . 故 B 错误. 从  $n=3$  能级跃迁到  $n=2$  能级辐射的光子能量最小, 频率最小, 则波长最长, 故 C 正确. 一群处于  $n=3$  的氢原子发生跃迁, 吸收的能量必须等于两能级的能级差, 故 D 错误.

5. 下列说法正确的是( )

A. 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的热核反应

B.  $U \rightarrow Th + He$  是核裂变反应方程

C. 一个氢原子从  $n=3$  能级跃迁到  $n=2$  能级, 该氢原子放出光子, 能量增加

D. 将放射性元素的温度降低, 它的半衰期会发生改变

答案 A

解析 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的聚变反应, 故 A 正确;  $U \rightarrow Th + He$  是  $\alpha$  衰变. 故 B 错误. 一个氢原子从  $n=3$  能级跃迁到  $n=2$  能级, 该氢原子放出光子, 能量减小. 故 C 错误. 元素的半衰期由原子核内部因素决定, 与所处的化学状态以及物理环境无关. 故 D 错误.

6. (多选) 关于核衰变和核反应的类型, 下列表述正确的有( )

A.  $U \rightarrow Th + He$  是  $\alpha$  衰变

B.  $N + H \rightarrow O + H$  是  $\beta$  衰变

C.  $H + H \rightarrow He + n$  是轻核聚变

D.  $Se \rightarrow Kr + 2e$  是重核裂变

答案 AC

解析 A 中由于有  $\alpha$  粒子放出, 故为  $\alpha$  衰变, 选项 A 正确; B 是原子核的人工转变方程, 选项 B 错误; C 是轻核聚变方程, 选项 C 正确; D 中放射出电子, 是  $\beta$  衰变方程, 选项 D 错误.

7. (多选) 以下说法正确的是( )

A. 当氢原子从  $n=3$  能级跃迁到  $n=1$  能级时, 要吸收光子

B. 蓝光照射到某金属板表面时能够产生光电效应, 则换用强度较低的紫光照射也可发生

C. 原子序数大于 83 的原子核都具有放射性

D. 核反应:  $U + n \rightarrow Ba + Kr + aX$  中 X 为中子,  $a=3$

答案 BCD

解析 氢原子从  $n=3$  能级跃迁到  $n=1$  能级时, 要放出光子, A 错; 紫光的频率比蓝光大, 因此蓝光照射到某金属板表面时能够产生光电效应, 紫光也可以, B 对; 原子序数大于 83 的原子核都具有放射性, C 对, 根据核电荷数和质量数守恒可知 D 正确, 所以本题选择 B、C、D.

8. 下列说法正确的是( )

- A.采用物理或化学方法可以有效地改变放射性元素的半衰期
- B.由玻尔理论知道氢原子从激发态跃迁到基态时会放出光子
- C.从高空对地面进行遥感摄影是利用紫外线良好的穿透能力
- D.原子核所含核子单独存在时的总质量小于该原子核的质量

答案 B

解析 元素的半衰期是由元素本身决定的与外部环境无关，故 A 错误；由玻尔理论知道氢原子从激发态跃迁到基态时会放出光子，故 B 正确；卫星遥感的工作原理与红外线夜视仪的工作原理是相同的.从高空对地面进行遥感摄影是利用红外线良好的穿透能力，故 C 错误；由于核子结合为原子核时存在质量亏损，故 D 错误；故选 B.

9.质子、中子和氦核的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  和  $m_3$ .当一个质子和一个中子结合成氦核时，释放的能量是( $c$  表示真空中的光速)( )

- A.  $(m_1 + m_2 - m_3)c$
- B.  $(m_1 - m_2 - m_3)c$
- C.  $(m_1 + m_2 - m_3)c^2$
- D.  $(m_1 - m_2 - m_3)c^2$

答案 C

解析 由质能方程  $\Delta E = \Delta mc^2$ ，其中  $\Delta m = m_1 + m_2 - m_3$ ，可得  $\Delta E = (m_1 + m_2 - m_3)c^2$ ，选项 C 正确.

10.(多选)光电效应的实验结论是：对于某种金属( )

- A.无论光强多强，只要光的频率小于极限频率就不能产生光电效应
- B.无论光的频率多低，只要光照时间足够长就能产生光电效应
- C.超过极限频率的入射光强度越弱，所产生的光电子的最大初动能就越小
- D.超过极限频率的入射光频率越高，所产生的光电子的最大初动能就越大

答案 AD

解析 每种金属都有它的极限频率  $\nu_c$ ，只有入射光子的频率大于等于极限频率  $\nu_c$  时，才会发生光电效应，且入射光的强度越大则产生的光子数越多，光电流越强；由光电效应方程  $E_k = h\nu - W_0 = h\nu - h\nu_c$ ，可知入射光子的频率越大，产生的光电子的最大初动能也越大，与入射光的强度无关，所以 A、D 正确.

11.(多选)在光电效应实验中，用频率为  $\nu$  的光照射光电管阴极，发生了光电效应，下列说法正确的是( )

- A.增大入射光的强度，光电流增大
- B.减小入射光的强度，光电效应现象消失
- C.改用频率小于  $\nu$  的光照射，一定不发生光电效应
- D.改用频率大于  $\nu$  的光照射，光电子的最大初动能变大

答案 AD

解析 增大入射光强度，单位时间内照射到单位面积的光子数增加，则光电流将增大，故选

项 A 正确；光电效应是否发生取决于照射光的频率，而与照射强度无关，故选项 B 错误。用频率为  $\nu$  的光照射光电管阴极，发生光电效应，用频率较小的光照射时，若光的频率仍大于或等于极限频率，则仍会发生光电效应，选项 C 错误；根据  $h\nu - W_0 = m\nu^2$  可知，增加照射光频率，光电子的最大初动能也增大，故选项 D 正确。

12. 对爱因斯坦光电效应方程  $E_k = h\nu - W_0$ ，下面的理解正确的是( )

- A. 用相同频率的光照射同一金属，逸出的所有光电子都具有相同的初动能  $E_k$
- B. 遏止电压与逸出功的关系是  $U_c e = W_0$
- C. 逸出功  $W_0$  和极限频率  $\nu_c$  之间满足关系式  $W_0 = h\nu_c$
- D. 光电子的最大初动能和入射光的频率成正比

答案 C

解析 用相同频率的光照射同一金属，逸出的光电子的最大初动能  $E_{km}$  都相同，选项 A 错误； $U_c e = m\nu$ ，选项 B 错误；逸出功  $W_0$  和极限频率  $\nu_c$  之间满足关系式  $W_0 = h\nu_c$ ，选项 C 正确；光电子的最大初动能和入射光的频率满足  $m\nu = h\nu - W_0$ ，故光电子的最大初动能和入射光的频率不是正比关系，选项 D 错误。

13. 如图 3 所示，已知用光子能量为 2.82 eV 的紫光照射光电管中的金属涂层时，毫安表的指针发生了偏转，若将电路中的滑动变阻器的滑片  $P$  向右移动到某一位置时，毫安表的读数恰好减小到零，电压表读数为 1 V，则该金属涂层的逸出功约为( )

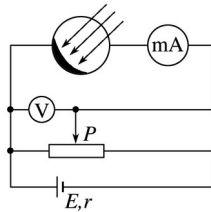


图 3

- A.  $2.9 \times 10^{-19}$  J
- B.  $6.1 \times 10^{-19}$  J
- C.  $1.6 \times 10^{-19}$  J
- D.  $4.5 \times 10^{-19}$  J

答案 A

解析 若将电路中的滑动变阻器的滑片  $P$  向右移动到某一位置时，毫安表的读数恰好减小到零，知所加的电压为反向电压，即最大初动能的光电子都不能到达另一端。在该过程中电场力做功为  $Ue = m\nu^2$ ，根据光电效应方程可得  $W_0 = E - m\nu^2$ ， $U = 1$  V， $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C，联立可得： $W_0 \approx 2.9 \times 10^{-19}$  J，A 正确。

14. (多选) 下列说法中正确的是( )

- A.  $\alpha$  粒子散射实验是卢瑟福建立原子核式结构模型的重要依据
- B. 光电效应和康普顿效应深入揭示了光的粒子性，前者表明光子具有能量，后者表明光子除了具有能量外还具有动量
- C. 放射性元素的衰变快慢不受外界温度、压强的影响，但如果以单质形式存在，其衰变要比

以化合物形式存在快

D.正负电子对湮灭技术是一项较新的核物理技术.一对正负电子对湮灭后生成光子的事实说明质量守恒定律是有适用范围的

答案 AB

解析  $\alpha$  粒子散射实验否定了汤姆孙的枣糕模型,从而以此为依据使卢瑟福建立了原子核式结构模型,选项 A 对.光电效应表明光的粒子性证明光子具有能量,康普顿效应就是用光子碰撞过程动量守恒和能量守恒来解释光现象,选项 B 对.放射性元素的衰变快慢不受外界温度、压强的影响,不论以单质形式还是化合物形式衰变快慢都一样,选项 C 错.一对正负电子对湮灭后生成光子伴随着质量亏损,但是并不能否定质量守恒定律,因为损失的质量以能量的形式存在于光子中,选项 D 错.