

### 第 13.3 节 原子结构与原子核

{INCLUDEPICTURE"第十三章 3.TIF"}

#### 要点一 原子的核式结构

1. 下列能揭示原子具有核式结构的实验是( )

- A. 光电效应实验                      B. 伦琴射线的发现  
C.  $\alpha$  粒子散射实验                  D. 氢原子光谱的发现

2. 在卢瑟福  $\alpha$  粒子散射实验中, 金箔中的原子核可以看作静止不动, 下列各图画出的是其中两个  $\alpha$  粒子经历金箔散射过程的径迹, 其中正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"LZE-207.tif"}

图 13-3-2

3. 如图 13-3-3 是卢瑟福的  $\alpha$  粒子散射实验装置, 在一个小铅盒里放有少量的放射性元素钋, 它发出的  $\alpha$  粒子从铅盒的小孔射出, 形成很细的一束射线, 射到金箔上, 最后打在荧光屏上产生闪烁的光点。下列说法正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-20.TIF"}

图 13-3-3

- A. 该实验是卢瑟福建立原子核式结构模型的重要依据  
B. 该实验证实了汤姆孙原子模型的正确性  
C.  $\alpha$  粒子与原子中的电子碰撞会发生大角度偏转  
D. 绝大多数的  $\alpha$  粒子发生大角度偏转

#### 要点二 能级跃迁

1. 原子从一个高能级跃迁到一个较低的能级时, 有可能不发射光子。例如在某种条件下, 铬原子的  $n=2$  能级上的电子跃迁到  $n=1$  能级上时并不发射光子, 而是将相应的能量转交给  $n=4$  能级上的电子, 使之能脱离原子, 这一现象叫做俄歇效应, 以这种方式脱离了原子的电子叫做俄歇电子。已知铬原子的能级公式可简化表示为  $E_n = -\frac{A}{n^2}$ , 式中  $n=1, 2, 3, \dots$  表示不同能级,  $A$  是正的已知常数, 上述俄歇电子的动能是( )

- A.  $\frac{3}{16}A$                                   B.  $\frac{7}{16}A$   
C.  $\frac{11}{16}A$                                  D.  $\frac{13}{16}A$

2. (多选)氢原子能级如图 13-3-5, 当氢原子从  $n=3$  跃迁到  $n=2$  的能级时, 辐射光的波长为 656 nm。以下判断正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"14GS-36.TIF"}

图 13-3-5

- A. 氢原子从  $n=2$  跃迁到  $n=1$  的能级时, 辐射光的波长大于 656 nm  
B. 用波长为 325 nm 的光照射, 可使氢原子从  $n=1$  跃迁到  $n=2$  的能级  
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  $n=2$  跃迁到  $n=3$  的能级

3. 玻尔氢原子模型成功解释了氢原子光谱的实验规律, 氢原子能级图如图 13-3-6 所示。当氢原子从  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级时, 辐射出频率为\_\_\_\_\_Hz 的光子, 用该频率的光照射逸出功为 2.25 eV 的钾表面, 产生的光电子的最大初动能为\_\_\_\_\_eV。

(电子电荷量  $e=1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ , 普朗克常量  $h=6.63 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ )

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-22.TIF"}

图 13-3-6

### 要点三 原子核的衰变规律

1. (多选)关于天然放射性, 下列说法正确的是( )

- A. 所有元素都可能发生衰变
- B. 放射性元素的半衰期与外界的温度无关
- C. 放射性元素与别的元素形成化合物时仍具有放射性
- D.  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  三种射线中,  $\gamma$  射线的穿透能力最强
- E. 一个原子核在一次衰变中可同时放出  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\gamma$  三种射线

2. 如图 13-3-7, 放射性元素镭衰变过程中释放出  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  三种射线, 分别进入匀强电场和匀强磁场中, 下列说法正确的是( )

{INCLUDEPICTURE"14LZPJ15.TIF"}

图 13-3-7

- A. ①表示  $\gamma$  射线, ③表示  $\alpha$  射线
- B. ②表示  $\beta$  射线, ③表示  $\alpha$  射线
- C. ④表示  $\alpha$  射线, ⑤表示  $\gamma$  射线
- D. ⑤表示  $\beta$  射线, ⑥表示  $\alpha$  射线

3. (1)(多选){eq \al(232,)}90Th(钍)经过一系列  $\alpha$  衰变和  $\beta$  衰变, 变成{eq \al(208,)}82Pb(铅)。以下说法正确的是( )

- A. 铅核比钍核少 8 个质子
- B. 铅核比钍核少 16 个中子
- C. 共经过 4 次  $\alpha$  衰变和 6 次  $\beta$  衰变
- D. 共经过 6 次  $\alpha$  衰变和 4 次  $\beta$  衰变

(2)约里奥—居里夫妇发现放射性元素{eq \al(30,15)}P 衰变成{eq \al(30,14)}Si 的同时放出另一种粒子, 这种粒子是\_\_\_\_\_。{eq \al(32,15)}P 是{eq \al(30,15)}P 的同位素, 被广泛应用于生物示踪技术, 1 mg 的{eq \al(32,15)}P 随时间衰变的关系如图 13-3-8 所示, 请估算 4 mg 的{eq \al(32,15)}P 经多少天的衰变后还剩 0.25 mg?

{INCLUDEPICTURE"15WL3-5-25.TIF"}

图 13-3-8

### 要点四 核反应方程与核能计算

[典例] 一个静止的铀核{eq \al(232,)}92U(原子质量为 232.037 2 u)放出一个  $\alpha$  粒子(原

子质量为  $4.002\,6\,\text{u}$  后衰变成钍核 $\text{{eq}\ \text{lo}\ \text{al}^{(228,)}}90\text{Th}$ (原子质量为  $228.028\,7\text{u}$ )。(已知: 原子质量单位  $1\,\text{u}=1.67\times 10^{-27}\,\text{kg}$ ,  $1\,\text{u}$  相当于  $931\,\text{MeV}$ )

- (1)写出核衰变反应方程;
- (2)算出该核衰变反应中释放出的核能;
- (3)假设反应中释放出的核能全部转化为钍核和  $\alpha$  粒子的动能, 则钍核获得的动能有多大?

## [针对训练]

1. 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.  $(m_1-m_2-m_3)c^2$

2. (多选)下列核反应方程及其表述完全正确的是( )

A.  $\text{{eq}\al{3,2}}\text{He} + \text{{eq}\al{2,1}}\text{H} \rightarrow \text{{eq}\al{4,2}}\text{He} + \text{{eq}\al{1,1}}\text{H}$  是聚变反应

B.  $\text{{eq}\al{238,92}}\text{U} \rightarrow \text{{eq}\al{234,90}}\text{Th} + \text{{eq}\al{4,2}}\text{He}$  是人工核转变

C.  $\text{{eq}\al{235,92}}\text{U} + \text{{eq}\al{1,0}}\text{n} \rightarrow \text{{eq}\al{92,36}}\text{Kr} + \text{{eq}\al{141,56}}\text{Ba} + 3\text{{eq}\al{1,0}}\text{n}$  是裂变反应

D.  $\text{{eq}\al{24,11}}\text{Na} \rightarrow \text{{eq}\al{24,12}}\text{Mg} + \text{{eq}\al{0,1}}\text{e}$  是裂变反应

3. 某些建筑材料可产生放射性气体——氡，氡可以发生  $\alpha$  或  $\beta$  衰变，如果人长期生活在氡浓度过高的环境中，那么，氡经过人的呼吸道沉积在肺部，并放出大量的射线，从而危害人体健康。原来静止的氡核( $\text{{eq}\al{222,86}}\text{Rn}$ )发生一次  $\alpha$  衰变生成新核钋(Po)，并放出一个能量为  $E_0=0.09\text{ MeV}$  的光子。已知放出的  $\alpha$  粒子动能为  $E_\alpha=5.55\text{ MeV}$ ；忽略放出光子的动量，但考虑其能量； $1\text{ u}=931.5\text{ MeV}/c^2$ 。

(1)写出衰变的核反应方程；

(2)衰变过程中总的质量亏损为多少？(保留三位有效数字)