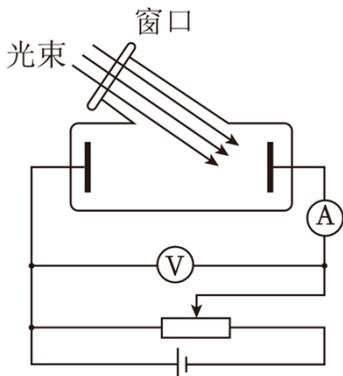


## 专题 27 光电效应 玻尔原子模型 原子核反应模型

光电管模型（10-14 题） .....	4
玻尔原子模型（15-19 题） .....	6
原子核模型（20-24 题） .....	9

### 真题回顾

1. （2023•全国）利用如图所示的电路做光电效应实验，通过改变滑动变阻器的滑动头位置，可获得光电流强度与电压的关系图线。实验中使用了几种已知频率的入射光照射光电管，这些光入射后在电路中均出现了光电流。保持电路接法不变，通过实验可以测出（    ）



- A. 普朗克常量  
 B. 金属的逸出功  
 C. 光电子脱离金属后的最大初动能  
 D. 一定光强下的饱和光电流
2. （2023•浙江）被誉为“中国天眼”的大口径球面射电望远镜已发现 660 余颗新脉冲星，领先世界。天眼对距地球为  $L$  的天体进行观测，其接收光子的横截面半径为  $R$ 。若天体射向天眼的辐射光子中，有  $\eta$  ( $\eta < 1$ ) 倍被天眼接收，天眼每秒接收到该天体发出的频率为  $\nu$  的  $N$  个光子。普朗克常量为  $h$ ，则该天体发射频率为  $\nu$  光子的功率为（    ）



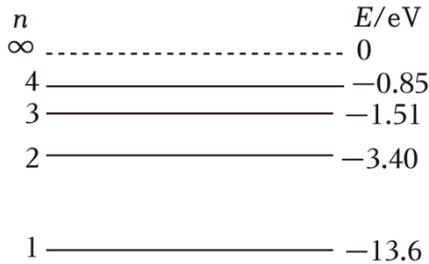
A.  $\frac{4NL^2h\nu}{R^2\eta}$

B.  $\frac{2NL^2h\nu}{R^2\eta}$

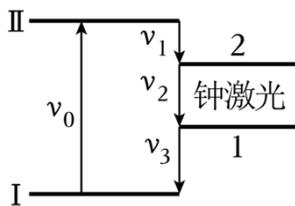
C.  $\frac{\eta L^2 h\nu}{4R^2 N}$

D.  $\frac{\eta L^2 h\nu}{2R^2 N}$

3. (2023·湖北) 2022年10月,我国自主研发的“夸父一号”太阳探测卫星成功发射。该卫星搭载的莱曼阿尔法太阳望远镜可用于探测波长为121.6nm的氢原子谱线(对应的光子能量为10.2eV)。根据如图所示的氢原子能级图,可知此谱线来源于太阳中氢原子( )



- A.  $n=2$  和  $n=1$  能级之间的跃迁  
 B.  $n=3$  和  $n=1$  能级之间的跃迁  
 C.  $n=3$  和  $n=2$  能级之间的跃迁  
 D.  $n=4$  和  $n=2$  能级之间的跃迁
4. (2023·山东)“梦天号”实验舱携带世界首套可相互比对的冷原子钟组发射升空,对提升我国导航定位、深空探测等技术具有重要意义。如图所示为某原子钟工作的四能级体系,原子吸收频率为 $\nu_0$ 的光子从基态能级 I 跃迁至激发态能级 II,然后自发辐射出频率为 $\nu_1$ 的光子,跃迁到钟跃迁的上能级 2,并在一定条件下可跃迁到钟跃迁的下能级 1,实现受激辐射,发出钟激光,最后辐射出频率为 $\nu_3$ 的光子回到基态。该原子钟产生的钟激光的频率 $\nu_2$ 为( )



- A.  $\nu_0 + \nu_1 + \nu_3$       B.  $\nu_0 + \nu_1 - \nu_3$       C.  $\nu_0 - \nu_1 + \nu_3$       D.  $\nu_0 - \nu_1 - \nu_3$
5. (多选) (2023·浙江) 有一种新型光电效应量子材料,其逸出功为 $W_0$ 。当紫外光照射该材料时,只产生动能和动量单一的相干光电子束。用该电子束照射间距为 $d$ 的双缝,在与缝相距为 $L$ 的观测屏上形成干涉条纹,测得条纹间距为 $\Delta x$ 。已知电子质量 $m$ ,普朗克常量为 $h$ ,光速为 $c$ ,则( )

A. 电子的动量  $p_e = \frac{hL}{d\Delta x}$

- B. 电子的动能  $E_k = \frac{hL^2}{2md^2\Delta x^2}$
- C. 光子的能量  $E = W_0 + \frac{chL}{d\Delta x}$
- D. 光子的动量  $p = \frac{W_0}{c} + \frac{h^2L^2}{2cmd^2\Delta x^2}$

6. (多选)(2023•浙江) 氢原子从高能级向低能级跃迁时, 会产生四种频率的可见光, 其光谱如图 1 所示。氢原子从能级 6 跃迁到能级 2 产生可见光 I, 从能级 3 跃迁到能级 2 产生可见光 II。用同一双缝干涉装置研究两种光的干涉现象, 得到如图 2 和图 3 所示的干涉条纹。用两种光分别照射如图 4 所示的实验装置, 都能产生光电效应。下列说法正确的是 ( )

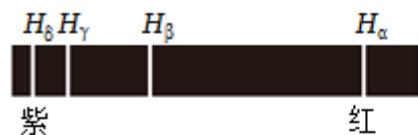


图 1



图 2



图 3

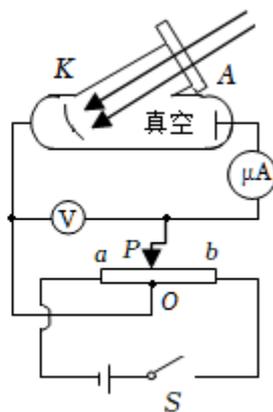


图 4

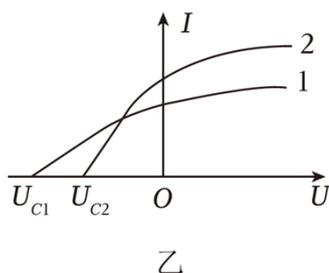
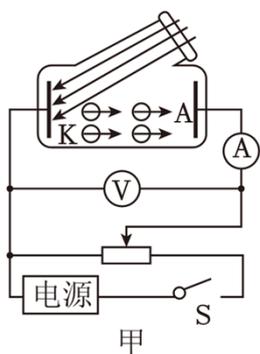
- A. 图 1 中的  $H\alpha$  对应的是 I
- B. 图 2 中的干涉条纹对应的是 II
- C. I 的光子动量大于 II 的光子动量
- D. P 向 a 移动, 电流表示数为零时 I 对应的电压表示数比 II 的大
7. (2023•广东) 理论认为, 大质量恒星塌缩成黑洞的过程, 受核反应  ${}^{12}_6\text{C} + Y \rightarrow {}^{16}_8\text{O}$  的影响。下列说法正确的是 ( )
- A. Y 是  $\beta$  粒子,  $\beta$  射线穿透能力比  $\gamma$  射线强
- B. Y 是  $\beta$  粒子,  $\beta$  射线电离能力比  $\gamma$  射线强
- C. Y 是  $\alpha$  粒子,  $\alpha$  射线穿透能力比  $\gamma$  射线强
- D. Y 是  $\alpha$  粒子,  $\alpha$  射线电离能力比  $\gamma$  射线强
8. (2023•浙江) 宇宙射线进入地球大气层与大气作用会产生中子, 中子与大气中的氮 14 会产生以下核反应:  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H}$ , 产生的  ${}^{14}_6\text{C}$  能自发进行  $\beta$  衰变, 其半衰期为 5730 年, 利用碳 14 的衰变规律可推断古木的年代。下列说法正确的是 ( )
- A.  ${}^{14}_6\text{C}$  发生  $\beta$  衰变的产物是  ${}^{15}_7\text{N}$

- B.  $\beta$  衰变辐射出的电子来自于碳原子的核外电子
- C. 近年来由于地球的温室效应，引起  ${}^1_6\text{C}$  的半衰期发生微小变化
- D. 若测得一古木样品的  ${}^1_6\text{C}$  含量为活体植物的  $\frac{1}{4}$ ，则该古木距今约为 11460 年
9. (2023·浙江)“玉兔二号”装有核电池，不惧漫长寒冷的月夜，核电池将  ${}^{238}_{94}\text{Pu}$  衰变释放的核能一部分转换成电能。 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$  的衰变方程为  ${}^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^X_{92}\text{U} + {}^4_2\text{He}$ ，则 ( )
- A. 衰变方程中的 X 等于 233
- B.  ${}^4_2\text{He}$  的穿透能力比  $\gamma$  射线强
- C.  ${}^{238}_{94}\text{Pu}$  比  ${}^X_{92}\text{U}$  的比结合能小
- D. 月夜的寒冷导致  ${}^{238}_{94}\text{Pu}$  的半衰期变大

## 模型专练

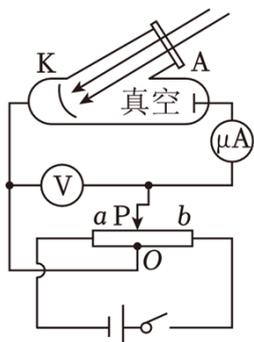
### 光电管模型 (10-14 题)

10. (2023·绵阳模拟)用如图甲所示的电路研究光电效应，先后用两种不同频率的光 1、2 照射相同的阴极 K，并根据电流表和电压表测得的示数，绘制出电流与电压的关系图像如图乙所示，则 ( )



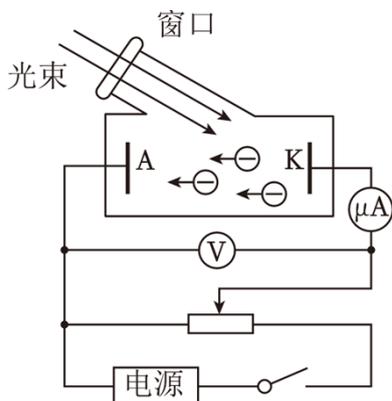
- A. 光 1 的频率小于光 2 的频率
- B. 光 1 的频率大于光 2 的频率
- C. 用光 1 照射时，阴极 K 的截止频率较大
- D. 用光 2 照射时，阴极 K 的截止频率较大

(2023•天河区校级三模) 如图所示为研究光电效应实验的电路图。初始时刻, 滑动触头 P 在 O 点左侧靠近 a 点某位置; 用一定强度的绿光照射光电管 K 极, 当闭合开关后, 微安表的示数不为 0, 则在 P 向 b 端移动的过程中 ( )



- A. 微安表的示数不断增大
- B. 微安表的示数可能为零
- C. 到达 A 端的光电子动能不断增大
- D. K 端逸出的光电子的最大初动能不断增大

11. (2023•南通模拟) 如图所示, 用某频率的光照射光电管, 研究饱和电流的影响因素, 则 ( )



- A. 电源的左端为负极
- B. 换更高频率的光照射, 电流表示数一定增大
- C. 滑动变阻器滑片移至最左端, 电流表示数为零
- D. 滑动变阻器滑片向右移的过程中, 电流表示数可能一直增大

12. (2023•沛县校级模拟) 氢原子从高能级向低能级跃迁时, 会产生四种频率的可见光, 其光谱如图 1 所示。氢原子从能级 6 跃迁到能级 2 产生可见光 I, 从能级 3 跃迁到能级 2 产生可见光 II。用同一双缝干涉装置研究两种光的干涉现象, 得到如图 2 和图 3 所示的干涉条纹。用两种光分别照射如图 4 所示的实验装置, 都能产生光电效应。下列说法正确的是 ( )



图1



图2



图3

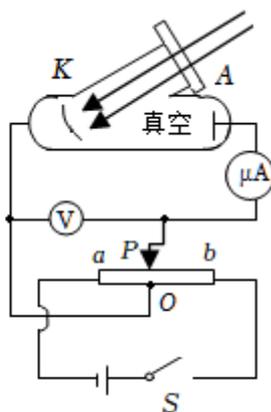
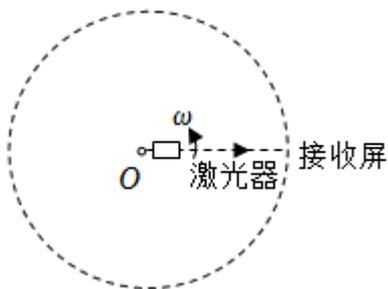


图4

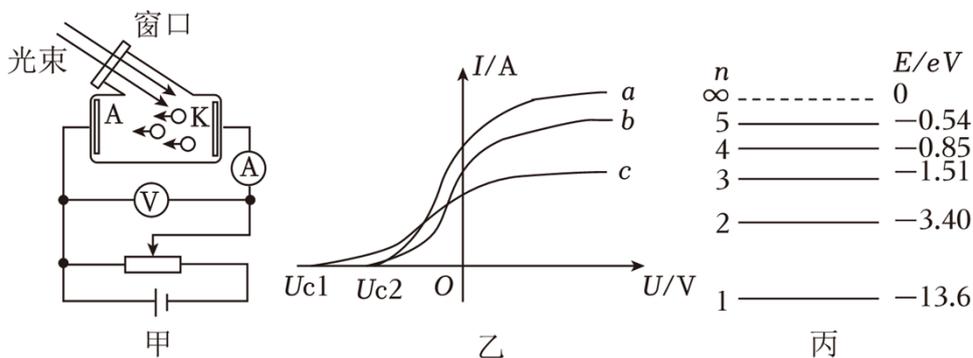
- A. 图1中的  $H_\alpha$  对应的是 I
- B. 图2中的干涉条纹对应的是 II
- C. I 的光子动量小于 II 的光子动量
- D. P 向 a 移动, 电流表示数为零时 I 对应的电压表示数比 II 的大
13. (2023•浙江模拟) 如图所示, 虚线圆的半径为  $R$ , 某激光器的一端固定于圆心  $O$  点, 且绕  $O$  点以角速度  $\omega$  转动, 转动过程中从激光器的另一端连续发出功率为  $P$ 、波长为  $\lambda$  的细束激光 (不计光束截面积), 在虚线圆某处固定一弧形接收屏, 该接收屏沿虚线圆的长度为  $l$ 。已知普朗克常数为  $h$ , 激光传播的速度为  $c$ , 则在激光器转动一周的过程中, 接收屏接收到的光子数为 ( )



- A.  $\frac{lcP}{h\lambda R\omega}$       B.  $\frac{l\lambda P}{hcR\omega}$       C.  $\frac{l\lambda cP}{hR\omega}$       D.  $\frac{h\omega R}{l\lambda cP}$

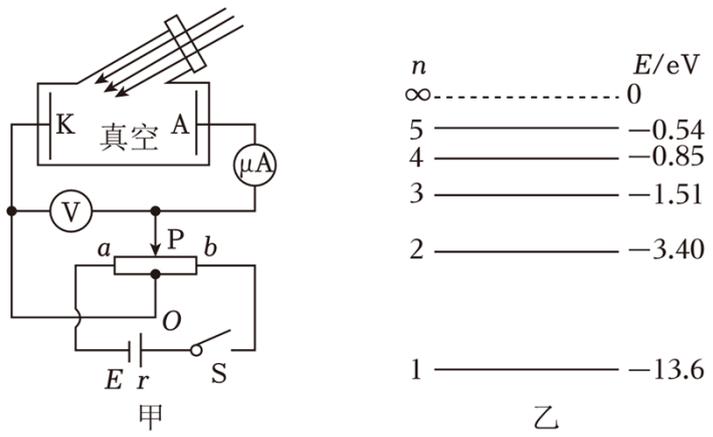
## 波尔原子模型 (15-19 题)

14. (2023•姜堰区模拟) 如图所示, 甲图为演示光电效应的实验装置; 乙图为 a、b、c 三种光照射下得到的三条电流表与电压表读数之间的关系曲线; 丙图为氢原子的能级图。下列说法正确的是 ( )



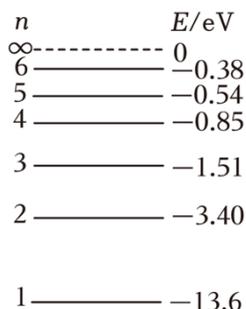
- A. 同一介质中 a 光的波长小于 c 光
- B. 若 b 光为可见光，则 a 光可能是紫外线
- C. 若 b 光光子能量为 2.86eV，用它直接照射大量处于 n=2 激发态的氢原子，可以产生 6 种不同频率的光
- D. 若 b 光光子是由处于 n=3 激发态的氢原子向 n=2 跃迁产生的，则 a 光光子也是由处于 n=3 激发态的氢原子向 n=2 跃迁产生的

15. (2023·市中区校级二模) 图甲是研究光电效应的电路图，逸出功为 2.30eV 的金属为 K 极，图乙为氢原子能级图(巴耳末系的四种可见光，是分别从 n=3、4、5、6 能级跃迁到 n=2 能级产生的)。下列说法正确的是 ( )



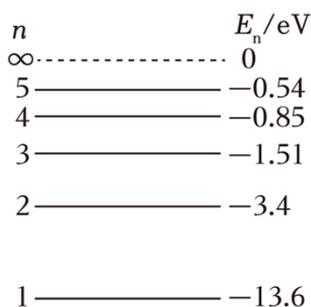
- A. 当 P 移至与 O 点重合时，电流表示数一定变为 0
- B. 上述的四种可见光只有一种不能让图甲中的 K 极金属发生光电效应
- C. 氢原子从基态跃迁到激发态，电子的动能增大，总能量增大
- D. 处在 n=3 能级的氢原子，在与动能为 1.10eV 的自由电子碰撞的过程中不能吸收能量向高能级跃迁

(2023•雨花区校级二模)霓虹灯发光原理是不同气体原子从高能级向低能级跃迁时发出能量各异的光子而呈现五颜六色,如图为氢原子的能级示意图,已知可见光光子能量范围为  $1.63\text{eV}\sim 3.10\text{eV}$ ,若一群氢原子处于  $n=4$  能级,则下列说法正确的是 ( )



- A. 这群氢原子自发跃迁时能辐射出 6 种不同频率的可见光
- B. 氢原子从  $n=4$  能级向  $n=2$  能级跃迁过程中发出的光为可见光
- C. 辐射出的光中从  $n=2$  能级跃迁到  $n=1$  能级发出的光的频率最大
- D. 氢原子从  $n=4$  能级向  $n=2$  能级跃迁过程中发出的光去照射逸出功为  $3.2\text{eV}$  的金属钙,能使金属钙发生光电效应

16. (2023•电白区校级一模)如图为氢原子能级示意图的一部分,已知当氢原子吸收能量大于或等于其所在能级与  $n=\infty$  能级的能级差时,氢原子将电离,吸收的多余能量将转化为电离的电子的动能,相反氢离子俘获电子时,可类似看为电离过程的“相反过程”。则下列说法正确的是 ( )



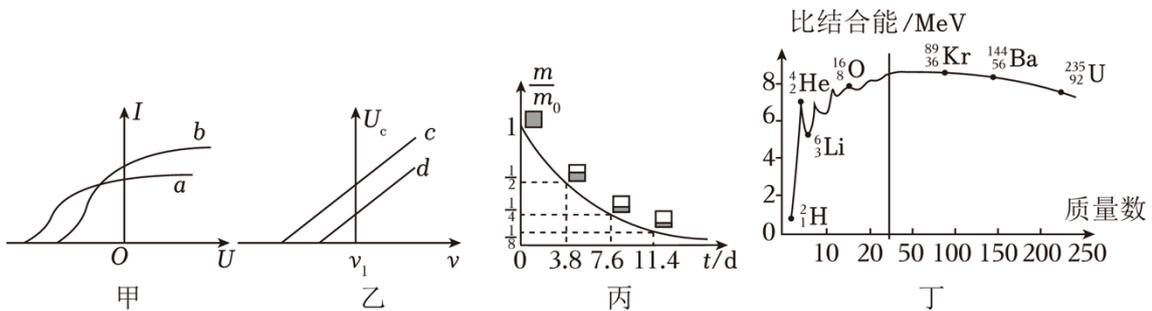
- A. 当处于基态的氢原子吸收光子能量发生电离时,光子能量必须恰好为  $13.6\text{eV}$
  - B. 当处于基态的氢原子受到质子撞击时,当质子动能为  $13.6\text{eV}$  时,氢原子一定会电离
  - C. 当氢离子俘获电子形成氢原子时,会以光子形式释放能量,光子最大能量可能大于  $13.6\text{eV}$
  - D. 当氢离子俘获电子形成氢原子时,会以光子形式释放能量,光子最小能量为  $0.54\text{eV}$
17. (2023•巴南区一模)如图,为氢原子能级示意图。现有大量的氢原子处于  $n=4$  的激发态,当向低能级跃迁时辐射出若干种不同频率的光,下列说法正确的是 ( )

$n$	$E/\text{eV}$
$\infty$	0
5	-0.54
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

- A. 最多可辐射出 3 种不同频率的光  
 B. 由  $n=2$  能级跃迁到  $n=1$  能级产生的光的能量为  $12.09\text{eV}$   
 C. 由  $n=4$  能级跃迁到  $n=1$  能级产生的光的波长最短  
 D. 由  $n=3$  能级跃迁到  $n=2$  能级辐射出的光照射逸出功为  $6.34\text{eV}$  的金属铂能发生光电效应

## 原子核模型（20-24 题）

18. （2023•和平区二模）图像可以直观地反映物理量之间的关系，如图所示，甲图是光电管中光电流与电压关系图像，乙图是 c、d 两种金属遏止电压与入射光频率之间的关系图像，丙图是放射性元素氡的质量和初始时质量比值与时间之间的关系图像，丁图是原子核的比结合能与质量数之间关系图像，下列判断正确的是（ ）



- A. 甲图中，a 光的波长大于 b 光的波长  
 B. 乙图中，金属 c 的逸出功小于金属 d 的逸出功  
 C. 丙图中，每过 3.8 天要衰变掉质量相同的氡  
 D. 丁图中，质量数越大原子核越稳定
19. （2023•梅州一模）“拒绝烟草，洁身自好。”烟草内含有较高的放射性元素钋、铅、镭等，其中钋元素在衰变过程中会释放射线，严重可致人肺癌。已知钋元素的衰变方程是  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + X$ ，半衰期为 138 天，则下列说法正确的是（ ）

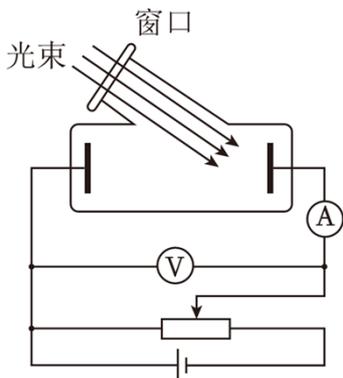
- A. X 的电离能力比  $\gamma$  射线弱
- B.  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  的衰变为  $\alpha$  衰变
- C.  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  衰变的过程中质量守恒
- D. 随着  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  的不断衰变，其半衰期会变小
20. (2021•济南二模) 由中科院等离子体物理研究所设计制造的 EAST 全超导非圆截面托卡马克实验装置试用已经成功，标志着我国站在了世界核聚变研究的前端。设可控热核反应前氘核 ( ${}_{1}^{2}\text{H}$ ) 的质量为  $m_1$ ，氚核 ( ${}_{1}^{3}\text{H}$ ) 的质量为  $m_2$ ，反应后氦核 ( ${}_{2}^{4}\text{He}$ ) 的质量为  $m_3$ ，中子 ( ${}_{0}^{1}\text{n}$ ) 的质量为  $m_4$ ，已知真空中的光速为  $c$ 。下列说法中正确的是 ( )
- A. 核反应放出的能量为  $(m_1+m_2-m_3-m_4)c^2$
- B. 上述核反应过程中原子核的比结合能减小
- C. 这种热核反应释放出氦核，是  $\alpha$  衰变
- D. 这种装置的核反应原理与我国大亚湾核电站所使用核装置的原理相同
21. (2023•镇江三模) 人工放射性原子核  ${}_{15}^{30}\text{P}$  衰变时的核反应方程为  ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + X$ ，同时放出  $\gamma$  射线。下列说法正确的是 ( )
- A. X 是正电子  ${}_{+1}^0e$
- B.  ${}_{15}^{30}\text{P}$  的比结合能大于  ${}_{14}^{30}\text{Si}$  的比结合能
- C.  $\gamma$  射线由原子核  ${}_{15}^{30}\text{P}$  释放
- D.  $\gamma$  射线在真空中的速度可达 0.99 光速
22. (2023•南山区校级模拟) 幽门螺杆菌很容易诱发胃肠疾病，临床上常用的检测方法之一是做碳 14 ( ${}_{6}^{14}\text{C}$ ) 呼气试验。被检者口服含  ${}_{6}^{14}\text{C}$  的胶囊后休息等待一段时间，再用吹气管向二氧化碳吸收剂中吹气，通过分析呼气中标记的  $\text{CO}_2$  的含量即可判断胃中幽门螺杆菌的存在情况。 ${}_{6}^{14}\text{C}$  的半衰期是 5730 年，而且大部分是  $\beta$  衰变，其衰变方程为  ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow X + {}_{-1}^0e$ 。则下列说法正确的是 ( )
- A. 新核 X 比  ${}_{6}^{14}\text{C}$  少了一个中子
- B. 被检者发烧时会促使  $\beta$  衰变加快，导致检测不准
- C. 若有 2 个  ${}_{6}^{14}\text{C}$  原子，则经过 5730 年后就一定会 1 个  ${}_{6}^{14}\text{C}$  发生衰变
- D. 衰变产生的  $\beta$  粒子可能是来自于药物化学反应中得失的电子

## 专题 27 光电效应 玻尔原子模型 原子核反应模型

光电管模型 (10-14 题)	7
玻尔原子模型 (15-19 题)	11
原子核模型 (20-24 题)	15

### 真题回顾

23. (2023·全国) 利用如图所示的电路做光电效应实验, 通过改变滑动变阻器的滑动头位置, 可获得光电流强度与电压的关系图线。实验中使用了几种已知频率的入射光照射光电管, 这些光入射后在电路中均出现了光电流。保持电路接法不变, 通过实验可以测出 ( )



- A. 普朗克常量
- B. 金属的逸出功
- C. 光电子脱离金属后的最大初动能
- D. 一定光强下的饱和光电流

**【解答】解:** C、将电源反接, 调节滑动变阻器, 当电流表的示数为 0 时, 电压表的示数为遏止电压, 由动能定理得, 光电子获得的最大初动能  $E_{km} = eU$ , 若保持电路接法不变, 则无法测量光电子脱离金属后的最大初动能, 故 C 错误;

AB、根据光电效应方程得:  $E_{km} = h\nu - W_0$ , 入射光的频率  $\nu$  已知, 保持电路接法不变, 无法测量光电子获得的最大初动能, 则无法测量普朗克常量  $h$  和金属的逸出功  $W_0$ , 故 AB 错误;

D、调节滑动变阻器, 当电流表的示数不再增大时, 电流表的示数为该光强下的饱和光电流, 故 D 正确。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/955030204113011214>