

模块一：原子核反应与衰变规律

1. (2020·湖南新课标) 下列核反应方程中, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 代表 α 粒子的有 ()
- A. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_1$ B. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_2$
- C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3X_3$ D. ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X_4$
2. (2021·湖南) 核废料具有很强的放射性, 需要妥善处理。下列说法正确的是 ()
- A. 放射性元素经过两个完整的半衰期后, 将完全衰变殆尽
- B. 原子核衰变时电荷数守恒, 质量数不守恒
- C. 改变压力、温度或浓度, 将改变放射性元素的半衰期
- D. 过量放射性辐射对人体组织有破坏作用, 但辐射强度在安全剂量内则没有伤害
3. (2023·湖南) 2023 年 4 月 13 日, 中国“人造太阳”反应堆中科院环流器装置(EAST)创下新纪录, 实现 403 秒稳态长脉冲高约束模等离子体运行, 为可控核聚变的最终实现又向前迈出了重要的一步, 下列关于核反应的说法正确的是 ()
- A. 相同质量的核燃料, 轻核聚变比重核裂变释放的核能更多
- B. 氘氚核聚变的核反应方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$
- C. 核聚变的核反应燃料主要是铀 235
- D. 核聚变反应过程中没有质量亏损
4. (2025·湖南) 关于原子核衰变, 下列说法正确的是 ()
- A. 原子核衰变后生成新核并释放能量, 新核总质量等于原核质量
- B. 大量某放射性元素的原子核有半数发生衰变所需时间, 为该元素的半衰期
- C. 放射性元素的半衰期随环境温度升高而变长
- D. 采用化学方法可以有效改变放射性元素的半衰期
5. (2022·山东) 碘 125 衰变时产生 γ 射线, 医学上利用此特性可治疗某些疾病。碘 125 的半衰期为 60 天, 若将一定质量的碘 125 植入患者病灶组织, 经过 180 天剩余碘 125 的质量为刚植入时的 ()
- A. $\frac{1}{16}$ B. $\frac{1}{8}$ C. $\frac{1}{4}$ D. $\frac{1}{2}$

6. (2024·浙江 6 月) 发现中子的核反应方程为 ${}_2^4\text{He} + {}_4^9\text{Be} \rightarrow \text{X} + {}_0^1\text{n}$, “玉兔二号”巡视器的核电池中钚 238 的衰变方程为型 ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + \text{Y}$, 下列正确的是 ()

- A. 核反应方程中的 X 为 ${}_{6}^{12}\text{C}$ B. 衰变方程中的 Y 为 ${}_2^3\text{He}$
C. 中子 ${}_0^1\text{n}$ 的质量数为零 D. 钚 238 的衰变吸收能量

7. (2025·湖北) PET (正电子发射断层成像) 是核医学科重要的影像学诊断工具, 其检查原理是将含放射性同位素 (如: ${}_{9}^{18}\text{F}$) 的物质注入人体参与人体代谢, 从而达到诊断的目的。 ${}_{9}^{18}\text{F}$ 的衰变方程为 ${}_{9}^{18}\text{F} \rightarrow \text{X} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\nu$, 其中 ${}_0^0\nu$ 是中微子。已知 ${}_{9}^{18}\text{F}$ 的半衰期是 110 分钟。下列说法正确的是 ()

- A. X 为 ${}_{8}^{17}\text{O}$ B. 该反应为核聚变反应
C. 1 克 ${}_{9}^{18}\text{F}$ 经 110 分钟剩下 0.5 克 ${}_{9}^{18}\text{F}$ D. 该反应产生的 ${}_0^0\nu$ 在磁场中会发生偏转

8. (2025·福建) 核反应方程为 ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n} + 17.6\text{MeV}$, 现真空中有两个动量大小相等, 方向相反的氘核与氚核相撞, 发生核反应, 设反应释放的能量几乎转化为 ${}_2^4\text{He}$ 与 ${}_0^1\text{n}$ 的动能, 则 ()

- A. 该反应有质量亏损 B. 该反应为核裂变
C. ${}_0^1\text{n}$ 获得的动能约为 14MeV D. ${}_2^4\text{He}$ 获得的动能约为 14MeV

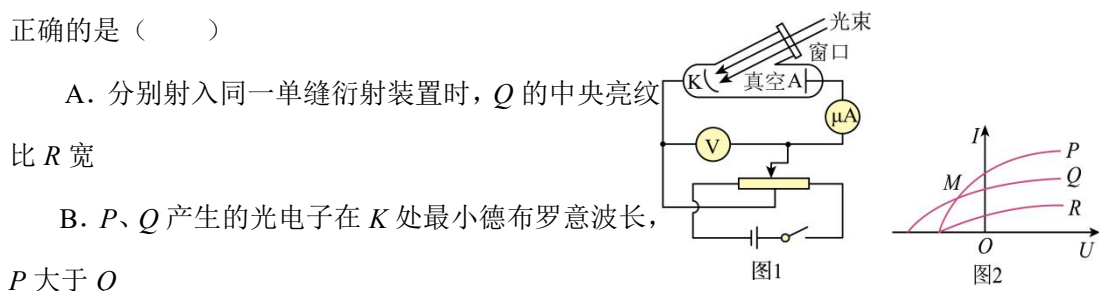
9. (2025·云南) 2025 年 3 月, 我国科学家研制的碳 14 核电池原型机“烛龙一号”发布, 标志着我国在核能技术领域与微型核电池领域取得突破。碳 14 的衰变方程为 ${}_6^{14}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + \text{X}$, 则 ()

- A. X 为电子, 是在核内中子转化为质子的过程中产生的
B. X 为电子, 是在核内质子转化为中子的过程中产生的
C. X 为质子, 是由核内中子转化而来的
D. X 为中子, 是由核内质子转化而来的

模块二：微观粒子的波粒二象性及原子模型

1. (2022•湖南) 关于原子结构和微观粒子波粒二象性, 下列说法正确的是 ()
- A. 卢瑟福的核式结构模型解释了原子光谱的分立特征
 - B. 玻尔的原子理论完全揭示了微观粒子运动的规律
 - C. 光电效应揭示了光的粒子性
 - D. 电子束穿过铝箔后的衍射图样揭示了电子的粒子性
2. (2024•湖南) 量子技术是当前物理学应用研究的热点, 下列关于量子论的说法正确的是 ()
- A. 普朗克认为黑体辐射的能量是连续的
 - B. 光电效应实验中, 红光照射可以让电子从某金属表面逸出, 若改用紫光照射也可以让电子从该金属表面逸出
 - C. 康普顿研究石墨对 X 射线散射时, 发现散射后仅有波长小于原波长的射线成分
 - D. 德布罗意认为质子具有波动性, 而电子不具有波动性
3. (2025•广东) 有甲、乙两种金属, 甲的逸出功小于乙的逸出功。使用某频率的光分别照射这两种金属, 只有甲发射光电子, 其最大初动能为 E_k , 下列说法正确的是 ()
- A. 使用频率更小的光, 可能使乙也发射光电子
 - B. 使用频率更小的光, 若仍能使甲发射光电子, 则其最大初动能小于 E_k
 - C. 频率不变, 减弱光强, 可能使乙也发射光电子
 - D. 频率不变, 减弱光强, 若仍能使甲发射光电子, 则其最大初动能小于 E_k
4. (2025•陕晋宁青) 我国首台拥有自主知识产权的场发射透射电镜 TH—F120 实现了超高分辨率成像, 其分辨率提高利用了高速电子束波长远小于可见光波长的物理性质。一个静止的电子经 100V 电压加速后, 其德布罗意波长为 λ , 若加速电压为 10kV, 不考虑相对论效应, 则其德布罗意波长为 ()
- A. 100λ
 - B. 10λ
 - C. $\frac{1}{10}\lambda$
 - D. $\frac{1}{100}\lambda$
5. (2025•四川) 某多晶薄膜晶格结构可以等效成缝宽约为 $3.5 \times 10^{-10}\text{m}$ 的狭缝。下列粒子束穿过该多晶薄膜时, 衍射现象最明显的是 ()
- A. 德布罗意波长约为 $7.9 \times 10^{-13}\text{m}$ 的中子
 - B. 德布罗意波长约为 $8.7 \times 10^{-12}\text{m}$ 的质子
 - C. 德布罗意波长约为 $2.6 \times 10^{-11}\text{m}$ 的氮分子
 - D. 德布罗意波长约为 $1.5 \times 10^{-10}\text{m}$ 的电子

6. (2025·浙江) 如图 1 所示, 三束由氢原子发出的可见光 P 、 Q 、 R 分别由真空玻璃管的窗口射向阴极 K 。调节滑动变阻器, 记录电流表与电压表示数, 两者关系如图 2 所示。下列说法正确的是 ()



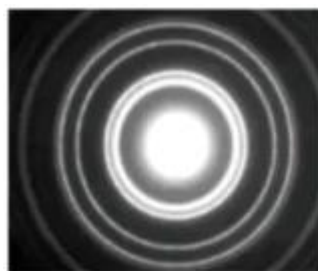
- A. 分别射入同一单缝衍射装置时, Q 的中央亮纹比 R 宽
- B. P 、 Q 产生的光电子在 K 处最小德布罗意波长, P 大于 Q
- C. 氢原子向第一激发态跃迁发光时, 三束光中 Q 对应的能级最高
- D. 对应于图 2 中的 M 点, 单位时间到达阳极 A 的光电子数目, P 多于 Q

7. (2025·重庆) 在科学实验中可利用激光使原子减速, 若一个处于基态的原子朝某方向运动, 吸收一个沿相反方向运动的能量为 E 的光子后跃迁到相邻激发态, 原子速度减小, 动量变为 P 。普朗克常量为 h , 光速为 c , 则 ()

- A. 光子的波长为 $\frac{E}{hc}$
- B. 该原子吸收光子后质量减少了 $\frac{E}{c^2}$
- C. 该原子吸收光子后德布罗意波长为 $\frac{h}{P}$
- D. 一个波长更长的光子也能使该基态原子跃迁到激发态

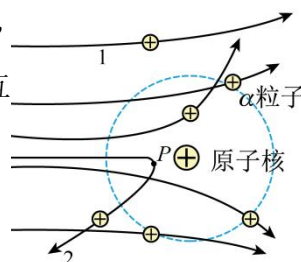
8. (2025·浙江) 一束高能电子穿过铝箔, 在铝箔后方的屏幕上观测到如图所示的电子衍射图样则 ()

- A. 该实验表明电子具有粒子性
- B. 图中亮纹为电子运动的轨迹
- C. 图中亮纹处电子出现的概率大
- D. 电子速度越大, 中心亮斑半径越大



9. (2025·浙江) 一束 α 粒子撞击一静止的金原子核, 它们的运动轨迹如图所示。图中虚线是以金原子核为圆心的圆。已知静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, 元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 金原子序数为 79, 不考虑 α 粒子间的相互作用, 则 ()

- A. 沿轨迹 1 运动的 α 粒子受到的库仑力先做正功, 后做负功
- B. 沿轨迹 2 运动的 α 粒子到达 P 时动能为零、电势能最大



C. 位于图中虚线圆周上的 3 个 α 粒子的电势能不相等

D. 若 α 粒子与金原子核距离为 10^{-14}m , 则库仑力数量级为 10^2N

10. (2025•江苏) 江门中微子实验室使用我国自主研发的光电倍增管, 利用光电效应捕捉中微子信息。光电倍增管阴极金属材料的逸出功为 W_0 , 普朗克常量为 h 。

(1) 求该金属的截止频率 ν_0 ;

(2) 若频率为 ν 的入射光能使该金属发生光电效应, 求光电子的最大初动能 E_k 。