

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. ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X_4$

【解析】

A、根据电荷数守恒、质量数守恒知, X_1 的电荷数为 2, 质量数为 3, 但不是 α 粒子, 故 A 错误; B、根据电荷数守恒、质量数守恒知, X_2 的电荷数为 2, 质量数为 4, 为 α 粒子, 故 B 正确; 根据电荷数守恒、质量数守恒知, X_3 的电荷数为 0, 质量数为 1, 为中子, 故 C 错误; D、根据电荷数守恒、质量数守恒知, X_4 的电荷数为 2, 质量数为 4, 为 α 粒子, 故 D 正确。故选: BD。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
核反应方程与粒子识别, 结合质量数、电荷数守恒	源于核反应方程书写与粒子守恒规律, 是高考经典考点	质量数守恒、电荷数守恒; α 粒子的组成 (氦核)	逻辑推理能力、守恒思想应用

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

【解析】

A、半衰期是放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间, 经过两个完整的半衰期后, 还剩下四分之一的原子核没有衰变, 故 A 错误; B、原子核衰变时电荷数守恒, 质量数也守恒, 故 B 错误; C、半衰期由放射性原子核内部本身的因素决定, 不会受到阳光、温度、气候变化等自然环境因素影响, 故 C 错误; D、核辐射强度在安全剂量内则对人体没有伤害, 但是过量的核辐射对人体有害, 故 D 正确。故选: D。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
核废料处理与放射性相关概念的现实应用	结合环境保护与核安全, 考查半衰期、辐射影响等	半衰期定义、衰变规律、辐射安全常识	科学态度与社会责任、概念辨析能力

3. (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

【解析】

A、卢瑟福的核式结构模型是为了解释α粒子散射实验现象的, 氢原子光谱的分立特征说明了卢瑟福核式结构模型有一定的局限性, 故 A 错误; B、玻尔原子理论只能解释氢原子光谱, 对于其他原子的光谱无法解释, 由于其理论中还保留了部分经典物理理论, 所以不能完全揭示微观粒子运动的规律, 故 B 错误; C、光电效应现象无法用经典的电磁理论解释, 爱因斯坦的光子说能够完美的解释这一现象, 揭示了光的粒子性, 故 C 正确; D、衍射是波特有的现象, 电子束穿过铝箔后的衍射图样揭示了电子的波动性, 故 D 错误; 故选: C。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
原子结构与波粒二象性理论的发展与实验证据	考查原子模型、光电效应、衍射实验等物理史与现象	卢瑟福模型、玻尔理论、光电效应、电子衍射	科学史理解、现象与理论对应能力

4. (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

【解析】

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, A 正确; B. 根据质量数守恒和核电荷数守恒可知, 氘核聚变的核反应方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ B 错误; C. 核聚变的核反应燃料主要是氘核和氚核, C 错误; D. 核聚变反应过程中放出大量能量, 有质量亏损, D 错误。故选 A。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
------	------	------	------

可控核聚变进展与核反应类型比较	反映科技前沿（人造太阳），考查聚变与裂变的区别	轻核聚变与重核裂变、质量亏损、核燃料类型	科技信息理解、比较分析能力
-----------------	-------------------------	----------------------	---------------

5. （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

【解析】

A. 普朗克认为黑体辐射的能量是一份一份的，是量子化的，故 A 错误；B. 产生光电效应的条件是光的频率大于金属的极限频率，紫光的频率大于红光，若红光能使金属发生光电效应，可知紫光也能使该金属发生光电效应，故 B 正确；C. 石墨对 X 射线的散射过程遵循动量守恒，光子和电子碰撞后，电子获得一定的动量，光子动量变小，根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知波长变长，故 C 错误；D. 德布罗意认为物质都具有波动性，包括质子和电子，故 D 错误。故选 B。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
量子论发展史与基本实验现象的理解	涉及普朗克、光电效应、康普顿散射、德布罗意波	黑体辐射、光电效应、康普顿效应、物质波	科学史辨析、实验现象解释能力

6. （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

【解析】

A. 原子核衰变时释放能量，根据质能方程，总质量会减少，新核总质量小于原核质量，故 A 错误；B. 半衰期定义为大量放射性原子核半数发生衰变所需的时间，题干中强调“大量”，符合定义，故 B 正确；C. 半衰期由原子核内部结构决定，与温度无关，故 C 错误；D. 半衰

期不受化学方法影响，因化学变化不改变原子核性质，故 D 错误。故选 B。

命题情境	追根溯源	必备知识	关键能力
原子核衰变的基本规律与半衰期概念	紧扣衰变过程中的质量、能量、半衰期等核心概念	衰变中的质量变化、半衰期定义与性质	概念精准理解、逻辑判断能力

湖南省高考物理近代物理必备知识体系梳理
(基于 2020-2025 年真题)

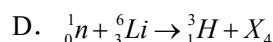
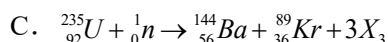
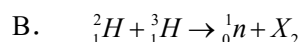
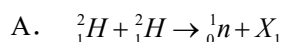
通过对近六年真题的透析，我们可以将湖南近代物理考查的必备知识归纳为以下四个层面，它们构成了应对湖南近代物理高考题的“基石”。

知识模块	核心知识条目	复习提示（易错或关键点）
核反应与核能	1. 核反应方程守恒 <ul style="list-style-type: none">质量数、电荷数守恒α、β、γ等粒子识别	必须掌握常见粒子符号与质量数/电荷数
	2. 衰变与半衰期 <ul style="list-style-type: none">半衰期定义（统计规律）衰变中质量亏损、能量释放	半衰期与温度、化学状态无关；衰变后总质量减少
	3. 裂变与聚变比较 <ul style="list-style-type: none">燃料区别（铀 235 vs 氘氚）相同质量下聚变产能更多	聚变 \neq 裂变；聚变燃料不是铀
量子现象	4. 光电效应 <ul style="list-style-type: none">规律（频率门槛、瞬时性）光子说解释	能否逸出只看频率，与光强无关
	5. 康普顿效应 <ul style="list-style-type: none">现象：散射后波长变长解释：光子-电子碰撞，动量守恒	康普顿效应进一步证明光的粒子性
	6. 物质波与衍射 <ul style="list-style-type: none">德布罗意假说（一切物质有波动性）电子衍射证明波动性	衍射是波动性特征，不是粒子性
物理学史与原子模型	7. 卢瑟福模型 <ul style="list-style-type: none">解释 α 粒子散射不解释原子光谱	核式结构 \neq 能级结构
	8. 玻尔理论 <ul style="list-style-type: none">解释氢原子光谱局限性（不适用于复杂原子）	玻尔理论是半经典半量子，非最终理论
	9. 量子论关键人物 <ul style="list-style-type: none">普朗克（能量量子化）爱因斯坦（光子说）德布罗意（物质波）	区分“量子化”与“连续”；物质波适用于所有实物粒子

知识模块	核心知识条目	复习提示（易错或关键点）
技术应用与安全	10. 核辐射安全 • 半衰期与核废料处理 • 安全剂量概念	辐射在安全剂量内无害，过量有害
	11. 可控核聚变 • “人造太阳”（EAST）原理 • 聚变优势（清洁、高效）	关注我国重大科技进展（如 EAST、ITER）
	12. 量子技术基础 • 量子化概念在科技中体现	理解“量子”不是某一种技术，而是一种物理观念

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（ ）



【解析】

A、根据电荷数守恒、质量数守恒知， X_1 的电荷数为2，质量数为3，但不是 α 粒子，故A错误；B、根据电荷数守恒、质量数守恒知， X_2 的电荷数为2，质量数为4，为 α 粒子，故B正确；根据电荷数守恒、质量数守恒知， X_3 的电荷数为0，质量数为1，为中子，故C错误；D、根据电荷数守恒、质量数守恒知， X_4 的电荷数为2，质量数为4，为 α 粒子，故D正确。故选：BD。

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

【解析】

A、半衰期是放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间，经过两个完整的半衰期后，还剩下四分之一的原子核没有衰变，故A错误；B、原子核衰变时电荷数守恒，质量数也守恒，故B错误；C、半衰期由放射性原子核内部本身的因素决定，不会受到阳光、温度、气候变化等自然环境因素影响，故C错误；D、核辐射强度在安全剂量内则对人体没有伤害，但是过量的核辐射对人体有害，故D正确。故选：D。

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

【解析】

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, A 正确; B. 根据质量数守恒和核电荷数守恒可知, 氘氚核聚变的核反应方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ B 错误; C. 核聚变的核反应燃料主要是氘核和氚核, C 错误; D. 核聚变反应过程中放出大量能量, 有质量亏损, D 错误。故选 A。

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

【解析】

A. 原子核衰变时释放能量, 根据质能方程, 总质量会减少, 新核总质量小于原核质量, 故 A 错误; B. 半衰期定义为大量放射性原子核半数发生衰变所需的时间, 题干中强调“大量”, 符合定义, 故 B 正确; C. 半衰期由原子核内部结构决定, 与温度无关, 故 C 错误; D. 半衰期不受化学方法影响, 因化学变化不改变原子核性质, 故 D 错误。故选 B。

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. $\frac{1}{2}$

【解析】

【详解】设刚植入时碘的质量为 m_0 ，经过 180 天后的质量为 m ，根据 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ 代入数据解得 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{60}} = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}m_0$ 故选 B。

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

【解析】

【详解】AB. 根据质量数和电荷数守恒可知 X 为 ${}_{6}^{12}\text{C}$ ，Y 为 ${}_2^4\text{He}$ ，故 A 正确，B 错误；

C. 中子的质量数为 1，故 C 错误；D. 衰变过程中质量亏损，释放能量，故 D 错误。
故选 A。

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

【解析】

A. 根据质量数与电荷数守恒可知，该物质为 ${}_{8}^{18}\text{O}$ ，故 A 错误；B. 核聚变是轻核结合成重核的过程 (如氢弹原理)。本题中的衰变是单个原子核自发转变为另一种原子核，属于放射性衰变 (具体为 β^+ 衰变)，而非核聚变，故 B 错误；C. 1g 该物质经过 110min 即一个衰变周期，则有一半发生衰变，该物质质量变为 0.5g，故 C 正确；D. ${}_0^0\nu$ 不带电，在磁场中不偏转，故 D 错误。故选 C。

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

【解析】

A. 核反应过程中质量数守恒, 有质量亏损, A 正确; B. 该反应是核聚变反应, B 错误; CD. 在真空中, 该反应动量守恒, 由于相撞前氘核与氦核动量大小相等, 方向相反, 系统总

动量为零。故反应后氦核与中子的动量也大小相等, 方向相反。由 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 得反应粒子获得

的动能之比为 $E_{k_{\text{He}}} : E_{k_n} = m_n : m_{\text{He}} = 1 : 4$ 而两个粒子获得的总动能为 17.6MeV, 故 ${}_0^1\text{n}$ 获得

的动能 $E_{k_n} = \frac{4}{5} \times 17.6\text{MeV} = 14.08\text{MeV}$, ${}_2^4\text{He}$ 获得的动能 $E_{k_{\text{He}}} = \frac{1}{5} \times 17.6\text{MeV} = 3.52\text{MeV}$ 。

故 C 正确, D 错误。故选 AC。

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

【解析】

根据质量数和电荷数守恒有 ${}_6^{14}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$ 可知 X 为电子, 电子是在核内中子转化为质子的过程中产生的。故选 A。

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

【解析】

A、卢瑟福的核式结构模型是为了解释 α 粒子散射实验现象的, 氢原子光谱的分立特征说明了卢瑟福核式结构模型有一定的局限性, 故 A 错误; B、玻尔原子理论只能解释氢原子光谱,

对于其他原子的光谱无法解释，由于其理论中还保留了部分经典物理理论，所以不能完全揭示微观粒子运动的规律，故 B 错误；C、光电效应现象无法用经典的电磁理论解释，爱因斯坦的光子说能够完美的解释这一现象，揭示了光的粒子性，故 C 正确；D、衍射是波特有的现象，电子束穿过铝箔后的衍射图样揭示了电子的波动性，故 D 错误；故选：C。

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

【解析】

A. 普朗克认为黑体辐射的能量是一份一份的，是量子化的，故 A 错误；B. 产生光电效应的条件是光的频率大于金属的极限频率，紫光的频率大于红光，若红光能使金属发生光电效应，可知紫光也能使该金属发生光电效应，故 B 正确；C. 石墨对 X 射线的散射过程遵循动量守恒，光子和电子碰撞后，电子获得一定的动量，光子动量变小，根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知波长变长，故 C 错误；D. 德布罗意认为物质都具有波动性，包括质子和电子，故 D 错误。故选 B。

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

【解析】

A. 某频率的光不能使乙金属发生光电效应，说明此光的频率小于乙金属的截止频率，则换用频率更小的光不能发生光电效应，A 错误；B. 由光电效应方程可知频率越大最大初动能越大，换用频率更小的光最大初动能小于，B 正确；C. 频率不变则小于乙金属的截止频率，不会发生光电效应，C 错误；D. 由可知频率不变最大初动能不变，D 错误。故选 B。

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. $\frac{1}{100}\lambda$

【解析】

设电子经过电压加速后速度大小为 v , 由动能定理得 $eU = \frac{1}{2}mv^2$, 电子的动量大小为 $p = mv$,

电子的德布罗意波长为 $\lambda = \frac{h}{p}$, 联立解得 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$, 因为 $U':U = 100:1$, 可解得 $\lambda' = \frac{1}{10}\lambda$, C 正

确, ABD 错误。故选 C。

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

【解析】

当波通过尺寸与其波长相近的障碍物或狭缝时, 会发生明显的衍射现象。对于粒子而言, 德布罗意波长 λ 决定了其波动性, 衍射的明显程度通常与波长 λ 和狭缝宽度的比值相关, 当 $\frac{\lambda}{d}$ 接近或大于 1 时, 衍射现象非常明显, 则可知电子的衍射现象最明显。

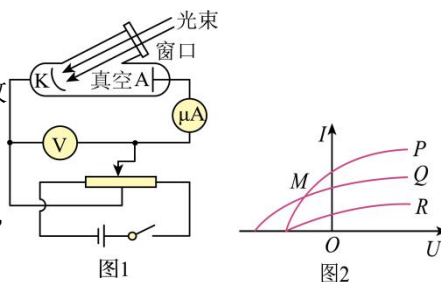
故选 D。

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

【详解】

A. 根据 $U_c e = \frac{1}{2} m v_m^2 = h\nu - W_{\text{逸出功}}$, 因 Q 的截止电压大于 R , 可知 Q 的频率大于 R 的频率, Q 的波长小于 R 的波长, 则分别射入同一单缝衍射装置时, R 的衍射现象比 Q 更明显, 则 Q 的中央亮纹比 R 窄, 选项 A 错误; B. 同理可知 P 、 Q 产生的光电子在 K 处 Q 的最大初动能比 P 较大, 根据 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_{km}}}$, 可知最小德布罗意波长, P 大于 Q , 选项 B 正确; C. 因 Q 对应的能量最大, 则氢原子向第一激发态跃迁发光时, 根据 $h\nu = E_m - E_2$, 可知三束光中 Q 对应的能级最高, 选项 C 正确; D. 对应于图 2 中的 M 点, P 和 Q 的光电流相等, 可知 P 和 Q 单位时间到达阳极 A 的光电子数目相等, 选项 D 错误。故选 BC。

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 $\frac{h}{p}$

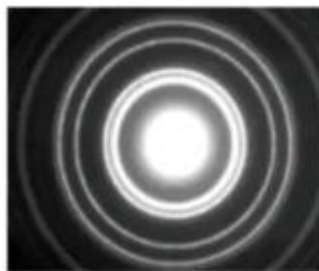
D. 一个波长更长的光子也能使该基态原子跃迁到激发态

【详解】

A. 光子能量公式为 $E = \frac{hc}{\lambda}$ 解得波长 $\lambda = \frac{hc}{E}$, 故 A 错误; B. 原子吸收光子后, 能量增加 E , 根据质能方程 $\Delta m = \frac{E}{c^2}$, 质量应增加而非减少, 故 B 错误; C. 德布罗意波长公式为 $\lambda = \frac{h}{p}$, 题目明确吸收后原子动量为 p , 因此波长为 $\frac{h}{p}$, 故 C 正确; D. 吸收光子跃迁需光子能量严格等于能级差。波长更长的光子能量更低 ($E' = \frac{hc}{\lambda'} < E$), 无法满足跃迁条件, 故 D 错误。故选 C。

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

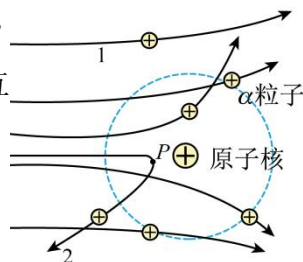


【详解】

A. 该实验表明电子具有波动性, A 错误; BC. 根据“概率波”特点可知, 图中亮纹处电子出现的概率大, 亮纹处并非电子运动的轨迹, B 错误, C 正确; D. 根据物质波的表达式有 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$, 可知, 电子的速度越大, 其物质波波长变短, 衍射现象越不明显, 则中心亮斑半径越小, D 错误。故选 C。

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 10^2 N



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 。

【解析】

(1) 根据题意, 由光电效应方程有 $E_k = h\nu_0 - W_0$

当 $E_k = 0$ 时, 可得该金属的截止频率 $\nu_0 = \frac{W_0}{h}$

(2) 根据题意, 由光电效应方程可得, 光电子的最大初动能为 $E_{km} = h\nu - W_0$