

16. (1) $\frac{4}{3}h_1$ (2) $\frac{8p_0h_1S}{63}$

【解析】(1) $T_1 \rightarrow T_2$ 升温过程中,理想气体等压膨胀,由盖-吕萨克定律得 $\frac{h_1S}{T_1} = \frac{h_2S}{T_2}$,

$$\text{解得 } h_2 = \frac{4}{3}h_1.$$

(2) 活塞缓慢上升,由受力平衡得 $p_0S + f_0 = p_1S$,

$$\text{解得封闭的理想气体压强 } p_1 = \frac{22}{21}p_0,$$

$T_1 \rightarrow T_2$ 升温过程中,理想气体等压膨胀,外界对气体做功

$$W_1 = -p_1(h_2 - h_1)S = -\frac{22p_0h_1S}{63},$$

$T_2 \rightarrow T_3$ 降温过程中,气体发生等容变化,外界对气体做功

$$W_2 = 0,$$

活塞缓慢下降时,受力平衡,有 $p_0S = f_0 + p_3S$,

$$\text{解得封闭的理想气体压强 } p_3 = \frac{20}{21}p_0,$$

$T_3 \rightarrow T_4$ 降温过程中,理想气体等压压缩,由盖-吕萨克定律

$$\text{得 } \frac{h_2S}{T_3} = \frac{h_4S}{T_4},$$

$$\text{解得 } h_4 = \frac{11}{10}h_1,$$

$$\text{外界对气体做功 } W_3 = p_3(h_2 - h_4)S = \frac{2p_0h_1S}{9},$$

$$\text{全程外界对气体做功 } W = W_1 + W_2 + W_3 = \frac{-8p_0h_1S}{63},$$

因为 $T_1 = T_4$,故封闭的理想气体总内能变化 $\Delta U = 0$,

由热力学第一定律得 $\Delta U = W + Q$,

$$\text{解得 } Q = \frac{8p_0h_1S}{63},$$

$$\text{故封闭气体吸收的净热量 } Q = \frac{8p_0h_1S}{63}.$$

刷原创

1. AD 【解析】 $a \rightarrow b$ 过程中,气体体积不变,压强增大,根据查理定律可知,气体温度升高,内能增加,根据热力学第一定律可知,气体吸热,故 A 正确. $b \rightarrow c$ 过程,根据理想气体状态方程可得 $\frac{p_2V_1}{T_2} = \frac{p_1V_2}{T_3}$,可知 $\frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2V_1}{p_1V_2}$,故 B 错误. $b \rightarrow c$ 过程是绝热过程,气体不吸热也不放热,即 $Q = 0$,气体的体积增大,对外界做正功,即 $W < 0$,根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知,内能减少,气体的温度降低,故 C 错误, D 正确.

2. (1) $\frac{p_0 + \rho gh_2}{p_0 + \rho gh_1}T_1$ (2) $\frac{p_0 + 2\rho gh_1}{2p_0 + 2\rho gh_1}T_1$

【解析】(1) 设待测系统温度为 T_1 时, B 内气体的压强为 p_1 ,根据平衡条件得 $p_0 + \rho gh_1 = p_1$,

设待测系统温度为 T_2 时, B 内气体的压强为 p_2 ,根据平衡条件得 $p_0 + \rho gh_2 = p_2$,

B 内气体的体积保持不变,根据查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$,

$$\text{联立解得 } T_2 = \frac{p_0 + \rho gh_2}{p_0 + \rho gh_1}T_1.$$

(2) 设当外界压强为 $\frac{p_0}{2}$ 时, B 内的气体压强为 p'_1 ,

根据平衡条件得 $\frac{p_0}{2} + \rho gh_1 = p'_1$,

B 内气体的体积保持不变,根据查理定律可得 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p'_1}{T'_1}$,

$$\text{联立解得 } T'_1 = \frac{p_0 + 2\rho gh_1}{2p_0 + 2\rho gh_1}T_1.$$

第四章 原子结构

第 1 节 电子的发现

刷基础

1. AD 【解析】汤姆孙根据阴极射线在电场和磁场中的偏转情况判断出阴极射线本质上是带负电的粒子流,并求出了比荷,从而发现了电子,故 A 正确, B 错误;电子质量是质子质量的 $\frac{1}{1836}$,故 C 错误;汤姆孙发现用不同材料的阴极做实验研究阴极射线时均发出同一种粒子——电子,这就说明电子是比原子更基本的物质单元,而对光电效应等现象(第六章学习)的研究更加验证了这一点,故 D 正确.

2. AC 【解析】题图甲中,电子从左向右运动,且电子束向下偏转,由左手定则可知,磁场方向应该垂直向里,则条形磁铁的 S 极靠近阴极射线管, A 正确;电子在磁场中受洛伦兹力而偏

转,洛伦兹力的方向总是与电子的运动方向垂直,洛伦兹力对电子不做功,因此电子偏转过程中速率不变, B 错误;阴极射线管的两个电极加上高压电后,电子从阴极射向阳极,因此题图甲中阴极射线管 P 端与电源负极相连, C 正确;将该条形磁铁另一端(即 N 极)从前面靠近阴极射线管,根据左手定则可知,题图乙中阴极射线管中的亮线将向下偏转, D 错误.

教材变式 本题目由教材 P72 图 4-1-1 演变而来.考查了亮线的偏转方向与所加磁场方向的关系.

3. (1) $\frac{U}{Bb}$ (2) $\frac{e}{m} = \frac{2dU}{B^2bL_1(L_1 + 2L_2)}$

【解析】(1) 电子在正交的匀强电场和匀强磁场中做匀速直线运动,有 $Bev = Ee = \frac{U}{b}e$,

解得 $v = \frac{U}{Bb}$, 即打在荧光屏 O 点的电子速度的大小为 $\frac{U}{Bb}$.

(2) P 与 P' 之间只有偏转电场时, 设电子的加速度为 a , 运动时间为 t , 电子离开偏转电场的偏移量为 y , 速度偏转角为 θ ,

根据运动学公式有 $y = \frac{1}{2}at^2$,

根据牛顿第二定律有 $a = \frac{eU}{mb}$,

运动的时间 $t = \frac{L_1}{v}$,

解得 $y = \frac{eUL_1^2}{2mbv^2}$,

由几何关系得 $\frac{y}{d} = \frac{\frac{1}{2}L_1}{\frac{1}{2}L_1 + L_2}$, 可得 $\frac{e}{m} = \frac{2dU}{B^2bL_1(L_1 + 2L_2)}$.

关键点: 电子在偏转电场中做类平抛运动, 速度反向延长线过水平位移中点

方法总结 测量带电粒子比荷的三种常见方法

(1) 利用磁偏转测比荷: 由 $qvB = m \frac{v^2}{R}$ 可得 $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$, 只需知道磁感应强度 B 、带电粒子的速度 v 和偏转半径 R 即可测得粒子的比荷.

(2) 利用电偏转测比荷: 偏转量 $y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{qU}{md} \cdot \left(\frac{L}{v}\right)^2$, 可得 $\frac{q}{m} = \frac{2yd^2}{UL^2}$, 在偏转电场 U 、 d 、 L 已知时, 只需测量 v 和 y 即可测得粒子的比荷.

(3) 利用加速电场测比荷: 由动能定理 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 可得 $\frac{q}{m} = \frac{v^2}{2U}$, 在加速电场 U 已知时, 只需测出 v 即可测得粒子的比荷.

刷易错

★易错点 混淆电荷运动方向与电流方向

4. C 【解析】由于阴极射线的本质是电子流, 阴极射线方向向右, 说明电子的运动方向向右, 相当于存在向左的电流, 根据左手定则可知, 若要使射线向上偏转, 则电子所受洛伦兹力方向平行于纸面向上, 所以磁场方向应为垂直于纸面向外, 故选项 **C** 正确.

教材变式 本题目由教材 P92 第 1 题演变而来. 均考查了射线的偏转方向与所加磁场方向的关系.

易错分析 将阴极射线方向 (即电子运动方向) 误当成电流方向导致判断出错. 应用左手定则时, 要注意负电荷运动的方向与它形成的电流方向相反, 即应用左手定则时负电荷运动的方向应与四指所指的方向相反.

第 2 节 原子的核式结构模型

刷基础

1. ABC 【解析】由物理学史可知, 选项 **A** 正确; 根据电子发现的重要意义可知, 选项 **B** 正确; 根据汤姆孙原子模型可知, 选项 **C** 正确, **D** 错误.

2. C 【解析】汤姆孙认为原子是一个球体, 正电荷弥漫性地均匀分布在整個球体内, 电子镶嵌其中, 卢瑟福设计了 α 粒子散射实验, 证明原子中带正电的那部分物质占原子质量的绝大部分, 而且集中在很小的空间范围, 从而证明汤姆孙的“枣糕模型”是错误的, 故 **A**、**D** 错误, **C** 正确; α 粒子散射实验中, 大多数 α 粒子穿过金箔后, 其运动方向没有受到较大的影响, 故 **B** 错误.

3. BC 【解析】根据 α 粒子散射实验现象, 绝大多数粒子通过金箔后方向不变, 少数粒子方向发生改变, 极少数偏转超过 90° , 甚至有的被反向弹回, 可知荧光屏在 B 位置的亮斑比 A 位置少, 荧光屏在 C 位置的亮斑比 A 、 B 位置少, 选项 **A** 错误, **C** 正确; 该实验说明原子的正电荷和绝大部分质量集中在一个很小的核上, 而不是质量均匀分布, 选项 **B** 正确, **D** 错误.

4. A 【解析】 α 粒子穿透能力弱, 若在空气中会被吸收, 无法到达荧光屏, 因此实验需在真空中进行, 故 **A** 正确; α 粒子质量约为电子质量的 7 300 倍, 碰撞时电子对其速度影响可忽略, 故 **B** 错误; 绝大多数 α 粒子未偏转是因为正电体很小, 当 α 粒子进入原子区域后, 大部分离正电体很远, 受到的库仑斥力很小, 而非由于原子是电中性的, 故 **C** 错误; 大角度偏转由正电体对 α 粒子的库仑斥力引起, 而非由于受到撞击而反弹, 故 **D** 错误.

5. D 【解析】电子质量很小, α 粒子与电子碰撞, 运动方向几乎不改变, 选项 **A** 错误; 绝大多数 α 粒子运动方向不发生改变, 少数发生了大角度偏转, 选项 **B** 错误; 该实验为卢瑟福的原子的核式结构理论奠定了基础, 从而否定了汤姆孙的“枣糕模型”, 选项 **C** 错误; 该实验说明原子具有核式结构, 正电荷集中在原子核上, 选项 **D** 正确.

6. D 【解析】在 α 粒子散射实验中, 绝大多数 α 粒子穿过金箔后仍沿原来方向前进, 运动轨迹如轨迹 1 所示, 说明原子中绝大部分是空的, **A** 正确; 极少数粒子发生超过 90° 的大角度偏转, **B** 正确; 根据点电荷周围电场可知, 距离原子核近的地方电场强度大, 故越靠近原子核 α 粒子的加速度越大, 因此沿轨迹 2 运动的 α 粒子的加速度先增大后减小, **C** 正确; 沿轨迹 2 运动的 α 粒子从 a 运动到 b 过程中受到斥力作用, 根据电场力做功特点可知, 电场力做负功, 电势能增大, 从 b 运动到 c 过程中, 电场力做正功, 电势能减小, **D** 错误. 本题选说法不正确的, 故选 **D**.

教材变式 本题目由教材 P80 第 3 题演变而来. 教材考查了不可能存在的运动轨迹, 本题考查了对 α 粒子散射实验的理解及 α 粒子运动过程加速度、电势能的变化情况.

7. C 【解析】根据卢瑟福提出的原子的核式结构模型可知,原子核集中了原子的全部正电荷,即原子核外的电场分布与正点电荷的电场类似.做曲线运动的物体合力方向指向运动轨迹的凹侧,根据 α 粒子从A运动到B的运动轨迹,可知静电力做负功, α 粒子的动能减小,电势能增大,从B运动到C,静电力做正功, α 粒子的动能增大,电势能减小,A、C在同一条等势线上,则静电力做的总功等于0,故A、B错误,C正确;离原子核越近的位置场强越大,则A、B、C三点的电场强度大小的关系 $E_A=E_C<E_B$,场强越大,则 α 粒子所受静电力越大, α 粒子加速度越大,故 α 粒子的加速度先变大后变小,故D错误.

突破点: 类比点电荷电场规律

迹的凹侧,根据 α 粒子从A运动到B的运动轨迹,可知静电力做负功, α 粒子的动能减小,电势能增大,从B运动到C,静电力做正功, α 粒子的动能增大,电势能减小,A、C在同一条等势线上,则静电力做的总功等于0,故A、B错误,C正确;离原子核越近的位置场强越大,则A、B、C三点的电场强度大小的关系 $E_A=E_C<E_B$,场强越大,则 α 粒子所受静电力越大, α 粒子加速度越大,故 α 粒子的加速度先变大后变小,故D错误.

关键点拨 解决有关 α 粒子散射问题的四点提醒

- (1)核外电子不会使 α 粒子的速度发生明显改变.
- (2)汤姆孙模型不能解释 α 粒子的大角度散射.
- (3)少数 α 粒子发生了大角度偏转,甚至反弹回来,表明这些 α 粒子在原子中的某个地方受到了质量、电荷量均比它本身大得多的物质的作用.
- (4)绝大多数 α 粒子在穿过“厚厚”的金原子层时运动方向没有明显变化,说明原子中绝大部分是空的.占原子质量绝大部分的带正电的物质都集中在体积很小的核上.

8. C 【解析】重原子核带正电,根据正点电荷的等势面的分布可知,在离重原子核越远的位置,其电势越低,所以在重原子核周围产生的电场中,Q点的电势比M点的低,B错误;三点中N点离O点最近,电势最高,所以 α 粒子在N点电势能最大,C正确;若 α 粒子从M点运动到Q点,有 $W_{MQ}=qU_{MQ}=q(\varphi_M-\varphi_Q)$,由于Q点的电势比M点的低,即 $U_{MQ}>0$,则电场力对它做的总功为正功,所以 α 粒子的动能增大,则 α 粒子在M点的速率比在Q点的小,A、D错误.

9. (1) $\frac{2\pi}{e}\sqrt{\frac{mr^3}{k}}$ (2) $\frac{ke^2}{2r}$ (3) $\frac{e^2}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mr^3}}$

【解析】(1)氢原子核对电子的库仑力提供电子做匀速圆周运动的向心力,有 $k\frac{e^2}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$,解得电子做匀速圆周运动的速度 $v=e\sqrt{\frac{k}{mr}}$,电子做匀速圆周运动的周期 $T=\frac{2\pi r}{v}$,可得

$$T=\frac{2\pi}{e}\sqrt{\frac{mr^3}{k}}.$$

(2)由(1)可知电子做匀速圆周运动的速度,故电子的动能 $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{ke^2}{2r}$.

(3)等效电流为 $I=\frac{e}{T}=\frac{e^2}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{mr^3}}$.

刷易错

★易错点 对 α 粒子散射实验理解不准确而出错

10. A 【解析】卢瑟福通过 α 粒子散射实验提出了原子的核式结构模型,正电荷全都集中在原子核内, α 粒子带正电,根据同种电荷相互排斥,结合 α 粒子做曲线运动,合外力的方向应指向运动轨迹的凹侧,可知①区域符合题意,故A正确.

突破点: α 粒子受到库仑斥力作用,且库仑斥力指向轨迹凹侧

易错分析 本题可能会由于对 α 粒子散射实验现象只凭表象识记,不理解 α 粒子散射的真正原因而出错.

第3节 光谱 氢原子光谱

刷基础

1. B 【解析】光谱分为发射光谱和吸收光谱,发射光谱分为连续谱和线状谱,故A正确,不符合题意;太阳光谱中有暗线,是吸收光谱,氢光谱是线状谱,故B错误,符合题意;线状谱和吸收光谱都可用作光谱分析,故C正确,不符合题意;光谱分析可以精确分析物质中所含元素,可以帮助人们发现新元素,故D正确,不符合题意.

2. D 【解析】不同原子的发光频率是不一样的,每种原子都有自己的特征谱线,A正确;原子的特征谱线可能是原子从高能级向低能级跃迁时放出光子而形成的,B正确;利用光谱分析可以鉴别物质和确定物质的组成成分,但不能证明原子有何种内部结构,C正确,D错误.本题选不正确的,故选D.

3. BC 【解析】太阳光谱中有暗线,是吸收光谱,不是连续光谱,故B正确,A错误;太阳光谱是太阳光通过太阳大气层后,被太阳大气层中物质吸收后形成的吸收光谱,而吸收光谱的谱线与这种元素的线状谱是对应的,因此分析太阳光谱,可以了解太阳大气层的物质成分,故C正确,D错误.

4. B 【解析】由于高温物体的光谱包括了各种频率的光,与其组成成分无关,A错误;某种物质发光的线状谱中的亮线与原子发出的某频率的光有关,通过这些亮线与原子的特征谱线对照,即可确定物质的组成成分,B正确;高温物体发出的光通过物质后某些频率的光被吸收而形成暗线,这些暗线与所通过物质有关,C错误;月球是反射太阳的光,月球没有大气层,故观察月球射来的光的光谱,不能确定月球的化学组成,D错误.

5. BC 【解析】由于氢原子的轨道是不连续的,而氢原子在不同的轨道上的能级 $E_n=\frac{1}{n^2}E_1$,故氢原子的能级是不连续的,即是分立的,故C正确;当氢原子从较高能级轨道n跃迁到较低能级轨道m时,发射的光子的能量为 $E=E_n-E_m=\frac{1}{n^2}E_1-\frac{1}{m^2}E_1=\frac{m^2-n^2}{n^2m^2}E_1=h\nu$,显然n、m的取值不同,发射光子的频率

高中必刷题 物理

就不同,故氢原子光谱线的频率与氢原子能级的能量差有关,故

D 错误;由于氢原子发射(或吸收)的光子的能量 $E = \frac{m^2 - n^2}{n^2 m^2} E_1$, n 、 m 只能取正整数,所以发射(或吸收)的光子的能量值 E 是不连续的,所以氢原子光谱只能是一些特定频率的谱线,故 **A 错误**, **B 正确**.

6. B 【解析】氢原子光谱是线状谱,光谱是一系列波长不连续的、分立的特征谱线,并不是只产生一种波长的光,也不是亮度不连续的谱线, **B 正确**, **A、C 错误**;氢原子产生的光的波长与氢原子能级的能量差有关,与放电管的放电强弱无关, **D 错误**.

7. C 【解析】根据巴尔末系谱线波长公式 $\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, H_{α} 对应的谱线波长最长, n 的取值最小,对应的是电子从 $n=3$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁所释放光的谱线,故 **A 错误**; H_{α} 对应的谱线能级差最小,辐射的光子能量最低,故 **B 错误**; H_{δ} 对应的是电子从 $n=6$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁所释放光的谱线,故 $n \geq 6$,故 **C 正确**;根据巴尔末谱线波长公式,电子从 $n=6$ 向 $n=3$ 跃迁时,则 $\frac{1}{\lambda} = R_{\infty} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right)$,其对应光的波长 λ 大于 H_{α} 的波长,属于红外线,故 **D 错误**.

第4节 玻尔的原子模型 能级

刷基础

1. AD 【解析】电子绕氢原子核在第 n 轨道上做圆周运动时,库仑力提供向心力,可得 $\frac{ke^2}{r_n^2} = m \frac{v_n^2}{r_n}$, 又 $E_{kn} = \frac{1}{2}mv_n^2$, 联立可得 $E_{kn} = \frac{ke^2}{2r_n}$, 可知电子绕氢原子核在第 1 轨道上做圆周运动时的动能为 $E_{k1} = \frac{ke^2}{2r_1}$, 电子在第 4 能级的动能和在第 3 能级的动能分别为 $E_{k4} = \frac{ke^2}{2r_4} = \frac{ke^2}{2 \times 4^2 r_1} = \frac{ke^2}{32r_1}$, $E_{k3} = \frac{ke^2}{2r_3} = \frac{ke^2}{2 \times 3^2 r_1} = \frac{ke^2}{18r_1}$, 可知 $E_{k4} < E_{k3}$, 故 **A 正确**, **C 错误**; 电子在第 n 轨道上运动时氢原子的能量为 $E_n = E_{pn} + E_{kn} = -\frac{ke^2}{r_n} + \frac{ke^2}{2r_n} = -\frac{ke^2}{2r_n}$, 可得氢原子在第 4 能级的能量和在第 3 能级的能量分别为 $E_4 = -\frac{ke^2}{2r_4} = -\frac{ke^2}{32r_1}$, $E_3 = -\frac{ke^2}{2r_3} = -\frac{ke^2}{18r_1}$, 可得 $E_4 > E_3$, 故 **B 错误**, **D 正确**.

关键点拨 原子的能量及变化规律

(1) 原子中的能量: $E_n = E_{kn} + E_{pn}$.

(2) 氢原子中电子绕核运动时:

由牛顿第二定律有 $k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $E_{kn} = \frac{1}{2}mv_n^2 = \frac{ke^2}{2r_n}$, 又

$E_{pn} = -\frac{ke^2}{r_n}$, 则 $E_n = E_{kn} + E_{pn} = -\frac{ke^2}{2r_n}$.

2. C 【解析】原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时放出的能量

为 $\Delta E = -\frac{A}{4^2} - \left(-\frac{A}{2^2} \right) = \frac{3A}{16}$, 放出的能量被处于 $n=3$ 能级的原子吸收而使其核外电子电离, 则脱离此原子的电子的动能为 $E_k = \Delta E - \frac{A}{3^2} = \frac{3A}{16} - \frac{A}{9} = \frac{11A}{144}$, 故 **C 正确**.

3. C 【解析】由题意可知氢原子吸收光子后, 能辐射出 6 种不同频率的光子, 则吸收光子后, 氢原子从 $n=2$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级, 则 $h\nu = -0.85 \text{ eV} - (-3.40 \text{ eV}) = 2.55 \text{ eV}$, 辐射出的光

→ **关键点**: 大量处于 n 激发态的氢原子向基态跃迁时最

多可辐射 $\frac{n(n-1)}{2}$ 种不同频率的光子

子频率最大的是从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级的光子, 即 $h\nu_m = -0.85 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 12.75 \text{ eV}$, 解得 $\nu_m = 5\nu$. 故 **C 正确**.

4. AD 【解析】由题图可知, 从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级比从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射出的光子能量小, 则前者比后者辐射的光子频率小, 所以前者比后者辐射的电磁波的波长长, 选项 **A 正确**; 根据玻尔理论可知, 能级越高, 则其对应的轨道半径越大, 所以处于 $n=4$ 的定态时电子的轨道半径 r_4 比处于 $n=3$ 的定态时电子的轨道半径 r_3 大, 选项 **B 错误**; 从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级, 电子的轨道半径减小, 根据 $\frac{ke^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ 可得 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{ke^2}{2r}$, 故电子的动能增大, 选项 **C 错误**; 一个氢原子核外只有一个电子, 从 $n=3$ 能级跃迁到基态时, 最多辐射出 2 种不同频率的光子, 选项 **D 正确**.

刷易错

★易错点 不能正确理解原子跃迁问题而出错

5. AD 【解析】一群处于 n 能级的氢原子向基态跃迁时最多可以辐射出 C_n^2 种频率的光子, 当一个氢原子从 n 能级向基态跃迁时, 最多可产生 $n-1$ 种频率的光子. 因为 A 处于 $n=4$ 能级, 且 A 为一群氢原子, 所以 A 最多能辐射 6 种不同频率的光子; B 为一个氢原子, 处于 $n=3$ 能级, 所以 B 最多能辐射 2 种不同频率的光子, **A、D 正确**.

教材变式 本题目由教材 P90 第 5 题演变而来. 教材考查

了一个处于激发态的氢原子跃迁时辐射的不同频率光子的种类, 本题延伸考查了一群处于激发态的氢原子跃迁时辐射的不同频率光子的种类.

易错分析 容易混淆一群氢原子与一个氢原子跃迁时辐射的光子种类.

刷提升

1. B 【解析】大量处于 $n=5$ 能级的氢原子向低能级跃迁时辐

射出的全部谱线数为 $C_5^2 = 10$ 条,属于巴尔末系的有 $n=5 \rightarrow n=2$ 、 $n=4 \rightarrow n=2$ 和 $n=3 \rightarrow n=2$,则巴尔末系的谱线数与全部的谱线数之比为 $\frac{3}{10}$,选项 **B 正确**。

2. ACD 【解析】由题意可知 $\lambda_a < \lambda_b$, 由 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$, 可知用同一双缝干涉仪做光的双缝干涉实验, a 光条纹间距小于 b 光条纹间距, 故 **A 正确**; 由题图可知, 原子吸收波长为 97 nm 的光子后, 从 E_1 跃迁到 E_4 , 故 **B 错误**; 原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时, 有 $E_3 - E_1 = E_3 - E_2 + E_2 - E_1 = \frac{hc}{656 \text{ nm}} + \frac{hc}{122 \text{ nm}} = \frac{hc}{\lambda}$, 解得 $\lambda = \frac{122 \times 656}{122 + 656} \text{ nm}$, 故 **C 正确**; 由题图可知, 原子从 E_3 跃迁到 E_2 辐射出的光子波长为 656 nm, 波长等于 122 nm 的光子能量大于波长为 656 nm 的光子能量, 由于碰撞过程中有能量损失, 则用波长等于 122 nm 光子能量的电子撞击原子, 原子可能从 E_2 跃迁到 E_3 , 故 **D 正确**。

3. D 【解析】大量处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁, 能产生 3 种不同频率的光子, **A 正确**; 当氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到基态时, 电子的速率增大, 动能增加, 电势能减小, 因向外辐射光子, 总能量减小, **B 正确**; 根据库仑力提供向心力, 可得 $\frac{ke^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 已知 $r_n = n^2 r_1$, 则处于 $n=3$ 能级和处于基态的电子做圆周运动的线速度大小之比为 $\sqrt{\frac{1}{r_3}} : \sqrt{\frac{1}{r_1}} = 1 : 3$, **C 正确**; 产生的光子的最小频率为 $\nu_{\min} = \frac{E_3 - E_2}{h}$, 根据 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 可得最长波长 $\lambda_{\max} = \frac{36hc}{5E_1}$, **D 错误**。本题选错误的, 故选 D。

4. C 【解析】大量氢原子从高能级向 $n=1$ 能级跃迁时, 发出的光子能量最大为 13.6 eV, 最小为 10.2 eV, 比可见光的最大光子能量 3.11 eV 大得多, 所以频率比紫光高, 发出的光不可

能像红外线那样具有显著的热效应, **A 错误**; 大量氢原子从高能级向 $n=3$ 能级跃迁时, 发出的光子能量最大为 1.51 eV, 小于可见光的最小光子能量 1.62 eV, 为红外线, 不具有荧光效应, **B 错误**; 处于第 4 能级状态的氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时放出的光子能量分别为 $\Delta E_1 = E_4 - E_1 = 12.75 \text{ eV}$ 、 $\Delta E_2 = E_4 - E_2 = 2.55 \text{ eV}$ 、 $\Delta E_3 = E_4 - E_3 = 0.66 \text{ eV}$ 、 $\Delta E_4 = E_3 - E_2 = 1.89 \text{ eV}$ 、 $\Delta E_5 = E_3 - E_1 = 12.09 \text{ eV}$ 、 $\Delta E_6 = E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$, 由于可见光的光子能量范围为 1.62~3.11 eV, 可知大量处于第 4 能级状态的氢原子, 发射光的谱线在可见光范围内的有 2 条, **C 正确**; 用动能为 E_k 的电子撞击一群处于基态的氢原子, 能产生 6 种频率的光子, 由 $C_4^2 = 6$ 可知氢原子被激发到 $n=4$ 的激发态, 可得 $E_4 - E_1 \leq E_k < E_5 - E_1$, 即 **关键点: 若要发生跃迁, 实物粒子的能量应大于等于能级差** $12.75 \text{ eV} \leq E_k < 13.06 \text{ eV}$, **D 错误**。

教材变式 本题目由教材 P92 第 6 题演变而来。教材考查了通过计算说明氢原子从 $n=3$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁时发出的光是可见光, 本题延伸考查了氢原子跃迁时发出的光的频率及发出的光是否具有热效应、荧光效应。

5. B 【解析】由题意可知, 该效应劈裂谱线的偏振状态与电场方向有关, 所以根据恒星劈裂谱线的偏振状态不可推测该恒星大气中的电场强度的大小, 故 **A 错误**; 在外加电场作用下, 原子的发射光谱中某些谱线会发生劈裂, 同理外加电场也可使恒星大气中某种原子光谱的吸收谱线发生劈裂, 故 **B 正确**; 若这种劈裂效应满足 $\Delta \varepsilon = \mu E$, 结合 $W = qU$, $E = \frac{U}{d}$, $q = It$, 可知式中 μ 的单位为 $\text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{m}$, 故 **C 错误**; 发生这种效应的原子光谱的能级裂距 $\Delta \varepsilon$ 与外加电场强度的大小 E 成正比, 若外加电场强度的大小增加一倍, 则原子能级劈裂后的相邻能级间的能量差值增加一倍, 但不是从劈裂后的能级跃迁至基态能级发射光子的频率一定增加一倍, 故 **D 错误**。

第五章 原子核与基本粒子

第 1 节 原子核的组成

刷基础

1. B 【解析】汤姆孙通过对阴极射线的研究发现电子, 而提出原子的核式结构模型的是卢瑟福, **A 错误**; 卢瑟福猜想原子核内存在不带电的中子, 查德威克通过 α 粒子轰击铍原子核实验证明了这个猜想, **B 正确**; 卢瑟福用 α 粒子轰击氮原子核, 打出氧原子核和一种粒子, 这种粒子为质子, **C 错误**; 卢瑟福通过 α 粒子散射实验提出了原子的核式结构模型, **D 错误**。

2. ABC 【解析】原子核内存在质子和中子, 中子和质子统称为核子。卢瑟福发现了质子, 又预言了中子的存在。氦原子核只

有一个质子, **A、B、C 正确**。

3. D 【解析】原子核的符号中 A 表示质量数, Z 表示质子数, **D 正确**。

4. D 【解析】 $^{197}_{79}\text{Au}$ 的质量数为 197, 质子数为 79, **A 错误**; ^9_4Be 的质量数为 9, 质子数为 4, 中子数为 5, **B 错误**; 由于同一元素的两种同位素质子数相同而中子数不同, 故质量数不同, **C 错误**, **D 正确**。

5. A 【解析】 $^{228}_{88}\text{Ra}$ 的质子数与核电荷数均为 88, 质量数为 228, $^{226}_{88}\text{Ra}$ 的质子数与核电荷数均为 88, 质量数为 226, 两者具有相同的质子数和不同的质量数, **A 正确**, **C 错误**; $^{228}_{88}\text{Ra}$ 的原子序数为 88, 中子数为 $228 - 88 = 140$, $^{226}_{88}\text{Ra}$ 的原子序数为