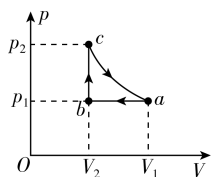


过程,气体体积变大,对外界做功,由热力学第一定律可知,气体内能减小,温度降低,温度是分子平均动能的标志,故气体在状态 a 时比在状态 b 时的分子平均动能大, **C 错误**; $a \rightarrow c$ 过程,气体的压强不变,体积变大,则温度升高,分子的平均动能变大,分子撞击容器壁的平均力变大,由气体压强的微观解释可知,在状态 a 时比在状态 c 时单位时间内撞击在单位面积容器壁上的分子数多, **D 错误**。

- 5. C 【解析】**将题中的图像转化为 p - V 图像,如图所示,在 $a \rightarrow b$ 过程中,气体压强不变,根据理想气体状态方程有 $\frac{pV}{T} = C$,体积减小,则温度降低,则气体分子的平均动能减小,即平均撞击力减小,故单位时间内与单位面积器壁碰撞的分子数增多,故 **A 错误**;在 $b \rightarrow c$ 过程中,气体做等容变化,体积不变,压强增大,根据理想气体状态方程可知,温度升高,气体内能增大,由热力学第一定律有 $\Delta U = W + Q$,由于气体体积不变,气体不对外做功,可知气体增加的内能等于从外界吸收的热量,故 **B 错误**;在 $c \rightarrow a$ 过程中,由 $\frac{pV}{T} = C$,得 $p = CT \cdot \frac{1}{V}$,由于题图中 $c \rightarrow a$ 过程图线的延长线过原点,则此过程为等温变化,体积增大,气体对外界做功,气体内能不变,故气体吸收的热量等于气体对外界所做的功,根据
- 关键点:** 研究气体状态图像问题时,要注意根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 进行图像的转换

p - V 图像与横轴所围面积表示做功大小可知,在此过程中气体对外界做的功 $W < \frac{(p_1 + p_2)(V_1 - V_2)}{2}$,故 **C 正确**;同理在 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$ 一个循环过程中,内能不变,气体对外界做功等于吸收的热量,而气体对外界做的功 $W' < \frac{(p_2 - p_1)(V_1 - V_2)}{2}$,故 **D 错误**。



- 6. A 【解析】**气泡在上升过程中温度不变,由 $pV = C$ 可知,气泡内的气体压强减小时,体积增大,气体对外做功,即 $W < 0$,理想气体的内能只跟温度有关,所以气泡在上升过程中内能不变,即 $\Delta U = 0$,由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知, $Q > 0$,所以气泡在上升过程中要吸收热量,故 **A 正确**;由于注射器导热性能良好,所以注射器内的气体温度不变,又因为温度是气体分子平均动能的标志,所以在压缩过程中,气体分子的平均动能不变,故 **B 错误**;设单位刻度的气体体积为 V_0 ,由 $p_0 \times 8V_0 = \frac{4}{3}p_0 \times V_c$,解

得 $V_c = 6V_0$,则泄漏气体的质量为 $\Delta m = \frac{6-4}{6}m = \frac{1}{3}m$,故 **C 错误**;

温度相同时,理想气体的内能与分子数有关,可知泄漏气体的内能是注射器内存留气体的内能的一半,故 **D 错误**。

- 7. C 【解析】**取密闭气体为研究对象,活塞上升过程为等压变化,体积增大,则温度升高,气体动能增大,又压强不变,则单位时间内,撞击单位面积器壁的气体分子数变少,故 **A 错误**;由盖-吕萨克定律有 $\frac{V}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$,即 $\frac{S \cdot 2h}{T_0} = \frac{S \cdot (2h+h)}{T_1}$,得 $T_1 = \frac{3}{2}T_0$,气体的温度升高了 $\Delta T = T_1 - T_0 = \frac{1}{2}T_0$,故 **B 错误**;气体对外做的功为 $W = (p_0S + mg)h = 4mgh$,故 **C 正确**;密闭气体的内能增加量为 $\Delta U = Q - W = 6mgh$,故 **D 错误**。
- 8. AB 【解析】**当保持温度不变,将玻璃管缓慢倒置,水银刚好不会流出时,设玻璃管的总长为 l ,水银柱的长度为 h ,则初始状态封闭气体的体积为 $V_1 = Sh$,压强为 $p_1 = p_0 + \rho gh$,末状态气体的体积为 $V_2 = (l-h)S$,压强为 $p_2 = p_0 - \rho gh$,则由玻意耳定律有 $p_1V_1 = p_2V_2$,解得 $l = 38$ cm,故 **A 正确**;在缓慢加热的过程中,气体发生等压变化,由盖-吕萨克定律有 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$,解得 $T_2 = 450$ K,故 **B 正确**;缓慢加热玻璃管,由于加热过程气体膨胀对外做功,且气体发生等压变化,则该过程中气体对外做功为 $W = p_1(V_2 - V_1)$,其中 $p_1 = 91.2$ cmHg = 1.2×10^5 Pa,解得 $W = 0.912$ J,由于气体对外做功,外界对气体做负功,该过程中气体温度升高,则气体内能增加,即 $\Delta U > 0$,根据热力学第一定律可知,加热过程气体吸收的热量大于 0.912 J,由题中条件无法求出气体内能增加量,故 **C、D 错误**。

- 9. (1) 2 (2) $\frac{p_0LS}{3} - Q$**

【解析】(1) 开关 K 关闭时,气体压强为 p_0 ,重物稳定在距铁架台面 $\frac{2L}{5}$ 处时,对活塞受力分析,有 $pS + mg = p_0S$,

可得气体压强为 $p = p_0 - \frac{mg}{S} = \frac{5}{6}p_0$,

根据理想气体状态方程有 $\frac{p_0LS}{T} = \frac{p(L - \frac{2}{5}L)S}{T_0}$,

得 $\frac{T}{T_0} = 2$ 。

(2) 外界对气体做功为 $W = p \cdot \frac{2L}{5}S$,

气体放出的热量为 Q ,根据 $\Delta U = -Q + W$,

得 $\Delta U = \frac{p_0LS}{3} - Q$ 。

专题 16 近代物理

考向 54 光电效应 波粒二象性

- 1. AC 【解析】**一切粒子的运动都具有波粒二象性,故 **A 正确**;波

粒二象性是粒子性和波动性的统一,不是微粒说与波动说的统一,故 **B 错误**;光子数量多时,波动性强,往往表现出波动性,光

子数量少时,粒子性强,往往表现出粒子性,故 **C 正确**;光的波动性和粒子性是光在不同条件下的具体表现,比如光电效应现象是光的粒子性的体现,光的干涉、衍射是光的波动性的体现,故 **D 错误**.

2. C 【解析】电子无论是表现出波动性还是表现出粒子性,都与经典的波和经典的粒子不同,没有确定的轨迹,不遵循牛顿运动定律,大量电子表现为波动性,是一种概率波,牛顿运动定律不适用,不能用确定的坐标描述它们在原子中的位置,其空间分布的概率遵循波动规律, **C 正确**, **A、B、D 错误**.

3. D 【解析】由光电效应方程 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$, 又 $E_{\text{km}} = eU_c$, 得 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{W_0}{e}$, 图线的斜率 $\frac{h}{e} = \frac{b}{a}$, 得 $h = \frac{b}{a}e$, 故 **A 错误**; 只有超过极限频率的入射光才符合频率越高, 得到的光电子的初动能越大, 故 **B 错误**; 纵轴截距的绝对值 $b = \frac{W_0}{e}$, 得逸出功 $W_0 = eb$, 故 **D 正确**; 若更换材料再实验, 即逸出功改变, 得到的图线的斜率不变, b 改变, 故 **C 错误**.

4. C 【解析】根据动能定理得 $e|U_1| = \frac{1}{2}mv_{1\text{max}}^2$, $e|U_2| = \frac{1}{2}mv_{2\text{max}}^2$, 解得 $|U_1| : |U_2| = 4 : 1$, **C 正确**; 根据光电效应方程及动能定理得 $e|U_1| = h\nu_1 - W_0$, $e|U_2| = h\nu_2 - W_0$, 解得 $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{e|U_1| + W_0}{e|U_2| + W_0}$, 由于金属材料的逸出功 W_0 不可能为 0, 故频率之比不可能等于 $4 : 1$, **A 错误**; 根据 $c = \lambda\nu$, 得 $\frac{\lambda_{\text{甲}}}{\lambda_{\text{乙}}} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{e|U_2| + W_0}{e|U_1| + W_0}$, 由于逸出功的值不确定, 因此无法确定波长之比, **B 错误**; 由题图可知, 乙的饱和光电流大于甲的饱和光电流, 则用乙光进行实验, 达到饱和光电流时,
→ **关键点:** 饱和光电流与入射光的强度有关

单位时间内到达阳极的光电子数较多, **D 错误**.

5. B 【解析】根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$, 又 $U_c e = E_k$, 得 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{W_0}{e}$, 可知当 $U_c = 0$ 时 $W_0 = h\nu$, 图线②对应的截止频率 ν_c 大, 则金属 B 的逸出功大, **A 错误**; 由 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{W_0}{e}$ 可知①、②两直线的斜率均为 $\frac{h}{e}$, **B 正确**; 当用频率为 9×10^{14} Hz 的光分别照射两金属 $A、B$ 时, 图线①对应的遏止电压 U_c 大, 则 A 中发出光电子的最大初动能较大, **C 错误**; 当入射光频率 ν 不变时, 增大入射光的光强, 遏止电压 U_c 不变, 饱和光电流增大, **D 错误**.

6. B 【解析】光电子刚好逸出时即为光电效应的临界状态. 由题图可知, 当最大初动能等于零时, 入射光的频率等于金属的极限频率, 则有 $\nu_c = 1.0 \times 10^{15}$ Hz, 可知钛的逸出功 $W_0 = h\nu_c = 6.63 \times 10^{-34} \times 1.0 \times 10^{15}$ J = 6.63×10^{-19} J, **A 错误**, **B 正确**; 逸出功由金属本身的性质决定, 与入射光频率无关, **C 错误**; 由题图可知, 光电子的最大初动能与入射光的频率呈一次函数关系, 不是正比关系, **D 错误**.

7. D 【解析】 P 光照射 K 极时电流表有示数, Q 光照射 K 极时电

流表无示数, 由此可知, Q 光的频率小于 P 光的频率, **A 错误**; 由电路图可知, 所加电压为反向电压, Q 光照射 K 极可能不发生光电效应, 也可能发生光电效应, 故 Q 光的频率可能大于金属电极 K 的截止频率, 若能发生光电效应, 则增大 Q 光的强度不能改变所产生光电子的初动能, 故电流表的示数依然为零, **B、C 错误**; 用 Q 光照射时, 减小电源电压, 电场力对光电子做功减小, 若 $E_{k0} > qU$, 则有光电子到达 A 极, 此时电流表的示数不为零, **D 正确**.

8. CD 【解析】光电效应是瞬时发生的, 不需要预热, **A 错误**; 保持光照不变, 滑片 P 向右滑动的过程中, 当电流达到饱和电流之后, 即使电压再大, 电流也不增加, **B 错误**; 不改变光束的颜色和
→ **关键点:** 光电流不会无限增大, 要受到光电子数量的约束

电路, 增大入射光束强度, 相当于增大光子数目, 因此移动的电子增加, 电流表的示数会增大, **C 正确**; 调换电源的极性(同时调整电压表), 移动滑片 P , 由于电场力对电子做负功, 故当电流表的示数为零时, 则有 $eU = \frac{1}{2}mv_m^2$, 那么电压表的示数为遏止电压 U_c 的数值, **D 正确**.

9. BC 【解析】由题图甲知光电管中的电场方向水平向右, 电子从金属表面逸出后, 受到水平向左的电场力, 电子做加速运动, **A 错误**; 向右移动滑动变阻器, 光电管中电压增大, 当光电管中的电流达到饱和光电流时, 电流表示数将不再增大, **B 正确**; 根据光电效应方程 $h\nu = W_0 + E_{\text{km}}$, 结合遏止电压 $eU_c = E_{\text{km}}$, 得 $U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$, ③光子的遏止电压大于①光子的遏止电压, 所以③光子的频率大于①光子的频率, **C 正确**; ①、②遏止电压相同, ①、②频率相同, 所以①、②是同种颜色的光, ①的饱和光电流大于②的饱和光电流, 说明①的光强比②的大, **D 错误**.

10. BC 【解析】自由电子向 N 型一侧移动, N 型一侧电势更低, 故电流从 P 型一侧流出, 回到 N 型一侧, 故电流应该从下至上通过负载, 故 **A 错误**; 发生光电效应的极限波长满足 $h \frac{c}{\lambda} = E$, 得 $\lambda = \frac{hc}{E}$, 故 **B 正确**; 适当增大太阳光的强度, 内光电效应释放的电子变多, 向 N 型一侧移动的自由电子变多, 两端电势差变大, 电路中的电流变大, 故适当增大太阳光的强度, 通过负载的电流会变大, 故 **C 正确**; 太阳光中紫外线的频率最高, 太阳光能让该材料发生内光电效应, 则该材料的极限频率应小于等于紫外线的频率, 故改用紫外线照射该材料, 能发生内光电效应, 故 **D 错误**.

考向 55 原子结构

1. C 【解析】玻尔的原子理论成功地解释了氢原子的分立光谱, 但不足之处是它保留了经典理论中的一些观点, 如电子轨道的概念, 还不能完全揭示微观粒子的运动规律, **A、B 错误**; 光电效应揭示了光的粒子性, **C 正确**; 电子束穿过铝箔后的衍射图样, 证实

了电子的波动性, D 错误。

2. D 【解析】在 α 粒子散射实验中, 绝大多数 α 粒子穿过金箔后, 基本上仍沿原来的方向前进, 但有少数 α 粒子发生了大角度偏转, 极少数偏转的角度甚至大于 90° , 所以显微镜放在 4 位置时, 相同时间内观察到屏上的闪光次数最多, 即 α 粒子出现最多, D 正确。

3. D 【解析】氢原子的发射光谱是由氢原子核外电子的跃迁产生, 故 A 错误; H_α 谱线波长最长, 频率最小, 根据 $E=h\nu$ 可知光子能量最小, 故 B 错误; 可见光的波长介于 $400\sim 700\text{ nm}$ 之间, 由于不同颜色的可见光波长由长到短依次是“红、橙、黄、绿、青、蓝、紫”, 所以红光、橙光的波长较长, 应该靠近 700 nm , 蓝光、紫光的波长较短, 应该靠近 400 nm , 故 H_γ 谱线对应的不是可见光中的红光, 故 C 错误; H_β 谱线对应的光子能量 $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^8}{486.1\times 10^{-9}}\text{ J}\approx 4.1\times 10^{-19}\text{ J}\approx 2.56\text{ eV}$, 大于金属钾的光电逸出功 2.25 eV , 所以该金属钾可以发生光电效应, 故 D 正确。

4. C 【解析】 X_H 的能级高于 X_V 的能级, 故 A 错误; 原子能级跃迁放出的光子的能量等于原子的能级差, 由题图可知光子②、⑥对应的能量关系为 $E_6 < E_2$, 而光子的能量与频率成正比, 与波长成反比, 则⑥的波长大于②的波长, 故 B 错误; XX 态能级与 G 态能级差保持不变, 由 $E=h\nu$ 可知①和②的频率之和等于③和④的频率之和, 故 C 正确; XX 态能级与 G 态能级差保持不变, 故③和④的频率之和等于⑤和⑥的频率之和, 即⑤和③的频率之差等于④和⑥的频率之差, 故 D 错误。

5. C 【解析】一群处于 $n=4$ 能级的氢原子向基态跃迁时, 能放出 $C_4^2=6$ 种不同频率的光, A 错误; 若氢原子吸收能量为 10.30 eV 的光子, 吸收光子后氢原子的能量为 $E=10.3\text{ eV}+E_1=10.3\text{ eV}+(-13.6\text{ eV})=-3.3\text{ eV}$, 氢原子没有该能级, 所以该光子不可使处于基态的氢原子跃迁到激发态, B 错误; 一群处于 $n=5$ 能级的

→ **关键点:** 原子只有吸收等于能级差的能量才能跃迁

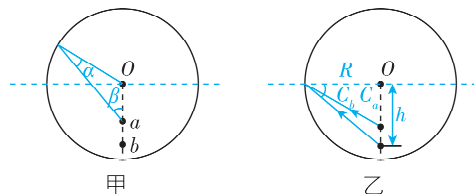
氢原子向基态跃迁时, 发出的光照射锌板, 其中只有从 $n=5$ 能级跃迁到基态、从 $n=4$ 能级跃迁到基态、从 $n=3$ 能级跃迁到基态、从 $n=2$ 能级跃迁到基态时产生的, 这 4 种不同频率的光子能量大于锌的逸出功, 故有 4 种不同频率的光能使锌板发生光电效应, C 正确, D 错误。

6. A 【解析】出现脉冲电流是因为汞原子吸收电子的能量是量子化的, 故 A 正确, C 错误; 电压每升高 4.9 V 左右电流急剧减小, 说明汞原子只吸收特定动能的电子而发生跃迁, 故 B 错误; 由题图乙可知电压在 4.9 V 左右、 9.8 V 左右、 14.7 V 左右时电流急剧减小, 说明电子能量被汞原子吸收, 不符合弹性碰撞条件, 故 D 错误。

7. C 【解析】任意画一条照射到上半球面的光线, 如图甲所示, 由正弦定理得 $\frac{R}{\sin \beta}=\frac{h_{0a}}{\sin \alpha}$, 因为 R 和 h_{0a} 距离不变, 所以光在上半球面射出时 β 越大 α 越大。上半球面的光恰能都发生折射, 故光

源射到与球心等高处的入射角恰为临界角, 如图乙所示; 由于 b 在 a 的下方, 则有 $C_a < C_b$, $f_a > f_b$, $\lambda_a < \lambda_b$, 根据公式 $p=\frac{h}{\lambda}$ 可得 $p_a >$

p_b , 故 A 错误; 对于 a 光有 $n_a=\frac{1}{\sin C_a}=\frac{\sqrt{h_{0a}^2+R^2}}{h_{0a}}$, 故 B 错误; 观察者与波源靠近, 接收频率大于波源频率, 探测器接收到的频率大于 b 光频率, 可能与 a 光相同, 故 C 正确; 氢原子从 $n=5$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级发出的光子能量大于氢原子从 $n=5$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级发出的光子的能量, 由 $E=h\nu$ 可知, 后者频率更小, 与 A 项分析不符, 故 D 错误。



考向 56 原子核

1. B 【解析】 α 射线、 β 射线不是电磁波, γ 射线是电磁波, A 错误; 在 α 、 β 、 γ 三种射线中, γ 射线的穿透能力最强, B 正确; 放射性元素发生 β 衰变时, 所释放的电子是原子核内的中子转化为质子时放出的电子, C 错误; 氢的半衰期为 3.8 天, 矿物中氢原子核经过 7.6 天后还有 $\frac{1}{4}$ 的氢没有衰变, D 错误。

2. D 【解析】根据核反应方程电荷数和质量数守恒可知, X 为电子 ${}_{-1}^0\text{e}$, 这个电子并非原子核外的电子, 而是由原子核内的一个中子转化成一个质子的过程中放出的, 故 A、B 错误; γ 射线的本质是光子流, 故 C 错误; 根据 $m=m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$, 可知剩余钍的质量 $m=m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}=1\times\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{96}{24}}\text{ g}=0.0625\text{ g}$, 故 D 正确。

知识拓展 无论是 α 衰变还是 β 衰变, 均是原子核内部的质子和中子之间的作用, 与核外电子无关。

3. A 【解析】设经过 x 次 α 衰变和 y 次 β 衰变, 根据电荷数守恒和质量数守恒, 有 $238=206+4x$, $92=82+2x-y$, 解得 $x=8$, $y=6$, A 正确; β 衰变所释放的电子是原子核内的一个中子转变成一个质子而释放出的电子, B 错误; 原子核的比结合能越大, 原子核越稳定, 所以铅原子核比铀原子核更稳定, C 错误; 半衰期与外界因素

→ **易错点:** 注意区分结合能与比结合能

无关, 只由原子核内部因素决定, D 错误。

4. A 【解析】 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 的核电荷数为 92, 核子数为 235, 中子数为 143。结合衰变链图可知, 题图中横坐标表示核电荷数, 而纵坐标表示中子数, A 正确; 查图可知, 最终生成的稳定核素为核电荷数为 82、核子数为 $82+125=207$ 的 ${}_{82}^{207}\text{Pb}$, B 错误; 由题图可知, 衰变为 ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ 后, 接下来可能发生 α 衰变生成 ${}_{87}^{223}\text{Fr}$, 亦可能发生 β 衰变生成 ${}_{90}^{227}\text{Th}$ 。而衰变至 ${}_{83}^{211}\text{Bi}$ 后亦存在两条衰变路径。所以 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 衰变生成 ${}_{82}^{207}\text{Pb}$, 共有四条不同的衰变路径, C 错误; 由题图结合前面 C