

动能的质子和电子, 根据 $p = \sqrt{2mE_k}$, $p = \frac{h}{\lambda}$, 联立解得 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$, 因为质子质量大于电子质量, 所以质子的波长小于电子的波长, 波长越短, 分辨率越高, 所以用相同动能的质子代替电子能拍摄到该病毒的图像, 故 **C 错误**; 由动能定理得 $eU = \frac{1}{2}mv^2$, 电子的动量 $p = \frac{h}{\lambda_{\text{电}}}$, 联立解得 $U = \frac{h^2}{2em\lambda_{\text{电}}^2}$, 代入数

据得 $U \approx 37.7 \text{ V}$, 故 **D 正确**.

易错分析 需要用物质波对应的动能和动量的关系式 $p = \sqrt{2mE_k}$, $p = \frac{h}{\lambda}$ 计算, 易误代入光子的能量表达式 $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$, 从而导致错解.

第四~第六章素养检测

刷速度

1. C 【解析】赤道上方磁场方向与地面平行、由南向北, 根据左手定则可知, 带正电的 α 射线和质子向东偏转, 带负电的 β 射线向西偏转, 不带电的 γ 射线不偏转. 故选 C.

2. C 【解析】用光子能量为 12.75 eV 的光束照射大量处于基态的氦(${}^3\text{H}$)原子, 氦(${}^3\text{H}$)原子会跃迁到 $n=4$ 的激发态, 因此当氦(${}^3\text{H}$)原子向基态跃迁时, 一共能发出 6 种不同频率的光子, **A 错误**; 根据爱因斯坦光电效应方程可知, 从金属板上打出的粒子的最大初动能为 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$, 代入数据可得 $E_{\text{km}} = 10.5 \text{ eV}$, **B 错误**; 氦(${}^3\text{H}$)原子核发生 β 衰变产生氦(${}^3\text{He}$)原子核, 衰变方程为 ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$, **C 正确**; 原子核的半衰期不会因为光束的照射而发生变化, 故氦(${}^3\text{H}$)原子核的半衰期不变, **D 错误**.

3. B 【解析】每个绿光光子的能量是 $h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, 绿光光子射入瞳孔引起察觉每秒所需的最低能量是 $E = \frac{Nh\nu}{\lambda}$, 瞳孔接收光子的截面积为 $S_1 = \frac{\pi d^2}{4}$, 以光源为球心、以光源到眼睛的距离 R 为半径的球体的表面积为 $S_2 = 4\pi R^2$, 则有 $E = \frac{S_1}{S_2} Pt = \frac{\frac{\pi d^2}{4} P}{4\pi R^2}$, 解得 $R = \frac{d}{4} \sqrt{\frac{P\lambda}{Nh\nu}}$, 故 **B 正确**.

4. D 【解析】大量处于 $n=3$ 激发态的氢原子向低能级跃迁时能辐射出 3 种不同频率的光, 则有 $h\nu_1 = E_3 - E_1 = 12.09 \text{ eV}$, $h\nu_2 = E_2 - E_1 = 10.2 \text{ eV}$, $h\nu_3 = E_3 - E_2 = 1.89 \text{ eV}$, 已知阴极材料的逸出功为 3.24 eV , 可知这些氢原子辐射出的 3 种不同频率的光只有 2 种光可使光电管产生光电效应; 已知紫外光光子的能量范围为 $3.11 \sim 10.34 \text{ eV}$, 可知这些氢原子辐射出的光子中有 1 种属于紫外光, 故 **A、B 错误**; 明火中紫外线的强度越大, 光电流越大, 电压表的示数越大, 故 **C 错误**; 若用氢原子从 $n=2$ 能级跃迁到基态辐射出的光照射阴极, 根据光电效应方程可得 $E_k = h\nu_2 - W_0 = 10.2 \text{ eV} - 3.24 \text{ eV} = 6.96 \text{ eV}$, 根

据动能定理可得 $eU_c = E_k = 6.96 \text{ eV}$, 可得其对应的遏止电压为 $U_c = 6.96 \text{ V}$, 故 **D 正确**.

5. D 【解析】聚变反应释放能量, 产物的比结合能比反应物更大, 故氦 3 的比结合能大于氘核的比结合能, 故 **A 错误**; 核反应中质量亏损, 质量不守恒, 但总能量守恒, 故 **B 错误**; 质量亏损 $\Delta m = 2m_{\text{氘}} - (m_{\text{氦3}} + m_{\text{中子}}) = 2 \times 3.343 6 \times 10^{-27} \text{ kg} - (5.006 4 \times 10^{-27} + 1.674 9 \times 10^{-27}) \text{ kg} = 5.9 \times 10^{-30} \text{ kg}$, 释放能量 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 5.9 \times 10^{-30} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} = 5.31 \times 10^{-13} \text{ J}$, 即 $\Delta E = \frac{5.31 \times 10^{-13}}{1.6 \times 10^{-13}} \text{ MeV} \approx 3.3 \text{ MeV}$, 故 **C 错误**; 1 L 普通水中含有重

水的质量为 $1\,000 \text{ g} \times 0.015\,0\% = 0.15 \text{ g}$, 氘核数目 $\frac{0.15 \text{ g}}{19 \text{ g}} \times$

$6.02 \times 10^{23} \approx 4.75 \times 10^{21}$, 反应次数为 $\frac{4.75 \times 10^{21}}{2} = 2.375 \times 10^{21}$,

易错点: 每次反应需 2 个氘核

总能量 $E_{\text{总}} = 2.375 \times 10^{21} \times 5.31 \times 10^{-13} \text{ J} = 1.26 \times 10^9 \text{ J}$, 平均功

率 $P = \frac{E_{\text{总}}}{24 \times 3\,600 \text{ s}} = \frac{1.26 \times 10^9}{86\,400} \text{ W} \approx 14.6 \text{ kW}$, 故 **D 正确**.

6. BC 【解析】由题图可知, X 的质量数为 238, 中子数为 146, Y 的质量数为 206, 中子数为 124, 故 X 的质子数与 Y 的质子数之比为 $(238-146) : (206-124) = 46 : 41$, 故 **A 错误**; 设 X 经过 a 次 α 衰变、 b 次 β 衰变达到稳定状态变成 Y, 核反应方程可写为 ${}^{238}_{92}\text{X} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Y} + a {}^4_2\text{He} + b {}^0_{-1}\text{e}$, 由电荷数与质量数守恒可得 $238 = 206 + 4a$, $92 = 82 + 2a - b$, 解得 $a = 8$, $b = 6$, 故衰变方程为 ${}^{238}_{92}\text{X} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Y} + 8 {}^4_2\text{He} + 6 {}^0_{-1}\text{e}$, 故 **D 错误**; 衰变放出能量, 生成物更稳定, 故 Y 的比结合能大于 X 的比结合能, 故 **B 正确**; X 经过 1 次 α 衰变的衰变方程为 ${}^{238}_{92}\text{X} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Z} + {}^4_2\text{He}$, 新元素 Z 的质子数与中子数之比为 $90 : (234-90) = 5 : 8$, 故 **C 正确**.

7. ABD 【解析】根据爱因斯坦光电效应方程可知 $h\nu = E_{\text{km}} + W_0$,

又因为 $c = \lambda\nu$, 解得 $h\frac{c}{\lambda} = E_{\text{km}} + W_0$, 当 $\lambda \rightarrow \infty$ 时, 有 $W_0 = -E_{\text{km}} =$

关键点: 列出 E_{km} 与 λ 的函数关系式

b , **A 正确**; 结合图线可知, 当 $E_{\text{km}} = 0$ 时, $\lambda = a$, 有 $\frac{hc}{a} = b$, 解得

$h = \frac{ab}{c}$, **B 正确**; 由动量定义可知 $p = mv$, 由动能定义可知 $E_{\text{km}} =$

$\frac{1}{2}mv^2$, 联立可得 $p = \sqrt{2mE_{\text{km}}}$, 故光电子的最大初动能越大, 入射光子的动量越大, **C 错误**; 当入射光的强度一定时, 入射光的波长越小, 频率越大, 每个光子的能量就越大, 导致单位时间射到光电管内的光电子数越少, 故饱和光电流越小, **D 正确**.

8. BCD 【解析】衰变后产生的 α 粒子与新核 Y 都带正电荷, 且由动量守恒可知, 两粒子的初速度反向, 所以在磁场中运动的轨迹(箭头表示运动方向)正确的是题图丁, 故 **A 错误**;

核反应方程为 ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$, 则新核 Y 的质量为 $\frac{A-4}{4}m$, 电荷量为 $\frac{Z-2}{2}q$, 由圆周运动规律得各自的周期为 $T_\alpha = \frac{2\pi m}{Bq}$, $T_Y =$

$\frac{2\pi \frac{A-4}{4}m}{B \frac{Z-2}{2}q} = \frac{(A-4)\pi m}{(Z-2)Bq}$, 当 $\frac{A-4}{Z-2}$ 为 2 的整数倍时, 两核经过 $t =$

$\frac{(A-4)\pi m}{(Z-2)Bq}$ 可能再次相遇, 故 **B 正确**; α 粒子的圆周运动可以

等效成一个环形电流, 环形电流大小为 $I = \frac{q}{T_\alpha} = \frac{q}{\frac{2\pi m}{Bq}} = \frac{q^2 B}{2\pi m}$,

故 **C 正确**; 根据能量守恒有 $\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times \frac{A-4}{4}mv'^2$, 结合圆周运动以及两核的质量、电荷量关系, 整理得 $\Delta E = \frac{(BqR)^2}{2m} + \frac{2(BqR)^2}{(A-4)m} = \frac{A(BqR)^2}{2(A-4)m}$, 由爱因斯坦质能方程有 $\Delta E = \Delta mc^2$, 解得 $\Delta m = \frac{A(BqR)^2}{2(A-4)mc^2}$, 故 **D 正确**.

9. (1) 4.0×10^{12} 个 9.6×10^{-20} J (2) $0.66 \mu\text{m}$

【解析】(1) 由题图乙可知, 最大光电流为 $0.64 \mu\text{A}$, 则每秒阴极发射的光电子数 $n = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{0.64 \times 10^{-6} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ 个} = 4.0 \times 10^{12} \text{ 个}$.

由题图乙可知, 发生光电效应时的遏止电压是 0.6 V , 所以光电子的最大初动能 $E_{\text{km}} = eU_{\text{遏}} = 1.6 \times 10^{-19} \times 0.6 \text{ J} = 9.6 \times 10^{-20} \text{ J}$.

(2) 根据爱因斯坦光电效应方程可得 $E_{\text{km}} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$, 又因为 $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$,

代入数据解得 $\lambda_0 = 0.66 \mu\text{m}$.

10. (1) 2.86 eV (2) 10 种 5 种 (3) 15.2 eV

【解析】(1) 氢原子从 $n=5$ 能级向 $n=2$ 能级跃迁所辐射的光子, 正好使某种金属材料发生光电效应, 则该金属的逸出功为 $W_0 = h\nu_c = E_5 - E_2 = -0.54 \text{ eV} - (-3.40 \text{ eV}) = 2.86 \text{ eV}$.

(2) 一群处于 $n=5$ 能级的氢原子向低能级跃迁, 可以辐射光子的种类为 $\frac{5 \times 4}{2} = 10$, 要使金属发生光电效应, 光子能量需要大于等于 2.86 eV , 对应的能级跃迁有 $n=5 \rightarrow n=2$ 、 $n=5 \rightarrow n=1$ 、 $n=4 \rightarrow n=1$ 、 $n=3 \rightarrow n=1$ 、 $n=2 \rightarrow n=1$, 共 5 种, 所以能使该金属发生光电效应的光子共有 5 种.

(3) 能级跃迁产生的光电子最大能量为从 $n=5 \rightarrow n=1$ 能级跃迁辐射的能量, 对应光电子能量为 $h\nu = E_5 - E_1 = -0.54 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 13.06 \text{ eV}$, 产生的光电子的最大初动能 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0 = 13.06 \text{ eV} - 2.86 \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$, 在 5 V 的正向电压下, 光电子加速运动至阳极, 由动能定理可得 $eU = E_k - E_{\text{km}}$, 解得 $E_k = 15.2 \text{ eV}$.

11. (1) 28 650 年 (2) ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ (3) 7 : 1

(4) $\frac{(k+1)E_{\text{k1}}}{c^2}$

【解析】(1) 根据题意得 $\frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5730\text{年}}}$,

解得 $t = 28 650 \text{ 年}$.

(2) 根据质量数和电荷数守恒, 核反应方程为 ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$.

(3) 根据动量守恒定律得 $m_\beta v_\beta = m_N v_N$, 根据牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB}$,

β 粒子与氮核做圆周运动的半径之比 $\frac{r_\beta}{r_N} = \frac{7}{1}$.

(4) 根据 $E_k = \frac{p^2}{2m}$ 可知 $\frac{E_{\text{kN}}}{E_{\text{k}\beta}} = \frac{m_\beta}{m_N} = k$, 又 $E_{\text{k}\beta} = E_{\text{k1}}$, 解得 $E_{\text{kN}} = kE_{\text{k1}}$,

突破点: 根据动能与动量关系求解

衰变过程, 根据爱因斯坦质能方程有 $\Delta mc^2 = kE_{\text{k1}} + E_{\text{k1}}$,

解得 $\Delta m = \frac{(k+1)E_{\text{k1}}}{c^2}$.

第四~第六章高考强化

刷真题

1. B 【解析】普朗克认为黑体辐射的能量是一份一份的, 是量子化的, 并不连续, 故 **A 错误**; 发生光电效应的条件是 $\nu \geq \nu_c$, 紫光的频率高于红光, 红光能使金属发生光电效应, 则紫光也能使该金属发生光电效应, 故 **B 正确**; 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, 电子获得一定动

量, 光子动量变小, 根据波长 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可知波长变长, 故 **C 错误**; 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**.

2. C 【解析】由题意知, 若所用电子的能量为 50 eV , 可以使 He^+ 离子跃迁到 $n=2$ 、 $n=3$ 的激发态, 发生能级跃迁, 可以辐射光子, 故 **A 错误**; 电子的能量大于能级之差, 注意与光子的区别, 故 **B 错误**, **C 正确**, **D 错误**.

射出三种波长的谱线,由辐射能量越小,波长越大,可知波长最长的谱线对应的跃迁为 $n=3 \rightarrow n=2$ 能级, **C 正确**.

3. A 【解析】氢原子第 $n=20$ 能级的能量为 $E_{20} = \frac{E_1}{20^2} = -0.034 \text{ eV}$,

由于 $n=20$ 的氢原子恰好失去一个电子变成氢离子,被吸收的光子的能量为 $E=0.034 \text{ eV}$,对比题图可知,被吸收的光子是红外线波段的光子,故 **A 正确**.

4. BC 【解析】根据光电效应方程及动能定理得 $U_c e = \frac{1}{2} m v_m^2 = h\nu - W_{\text{逸出功}}$, Q 的遏止电压大于 R 的,故 Q 的频率大于 R 的频率, Q 的波长小于 R 的波长,单缝衍射中央亮纹的宽度与波长成正比,则 Q 的中央亮纹比 R 窄, **A 错误**;同理可知, P 、 Q 产生的光电子在 K 处 Q 的最大初动能比 P 的大,根据 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知, $\lambda_{\min} = \frac{h}{\sqrt{2mE_{\text{km}}}}$,最小德布罗意波长 P 大于 Q , **B 正确**; 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, **C 正确**;对应于题图 2 中的 M 点, P 和 Q 的光电流相等,故 P 和 Q 单位时间到达阳极 A 的光电子数目相等, **D 错误**.

5. B 【解析】

选项	分析	结论
A	原子核衰变后释放能量,根据质能方程可知,新核总质量应小于原核质量	×
B	半衰期的定义是放射性元素的原子核有半数发生衰变所需的时间	✓
C、D	半衰期由原子核内部自身的因素决定,与温度、压强、化学状态无关,环境温度升高或化学方法均不改变半衰期	×

易错分析 1. 混淆“质量数守恒”与“质量守恒”,误认为衰变后质量不变(忽略质量亏损).

2. 误认为半衰期受外界条件(温度、压强等)影响.

6. B 【解析】采集时 ${}^7_4\text{Be}$ 原子个数设为 x ,由题意可知,经过 106 天, ${}^7_4\text{Be}$ 经历两个半衰期,原子个数变为原来的四分之一, ${}^{10}_4\text{Be}$ 不考虑衰变,采集时 ${}^{10}_4\text{Be}$ 原子个数设为 y ,保持不变,

关键点: 106 天相对于 139 万年可忽略不计,故可认为 ${}^{10}_4\text{Be}$ 数量不变

总数变为原来的 $\frac{3}{4}$,则有 $\frac{\frac{1}{4}x+y}{x+y} = \frac{3}{4}$,解得 $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$, **B 正确**.

7. D 【解析】核反应方程遵循质量数守恒和电荷数守恒,则 ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ 衰变成 ${}^{90}_{39}\text{Y}$ 的核反应方程为 ${}^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$, **A 错误**; ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 衰变成 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 的核反应方程为 ${}^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + {}^4_2\text{He}$, **B 错误**;相同数目的 ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ 经 50 年,衰变超过一半,剩余的 ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ 数目少于一半, ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 经 50 年,还没有半数发生衰变,剩余的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$

数目多于一半,则剩余的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 数目多, **C 错误**;相同数目的 ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ 经 87 年,经过三个半衰期,剩余的数目是原来的 $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$, ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 经 87 年,刚好有半数发生衰变,剩余的数目是原来的 $\frac{1}{2}$,则剩余的 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 数目多, **D 正确**.

8. C 【解析】设 $t=0$ 时刻半衰期为 t_0 的元素原子核数为 x ,另一种元素原子核数为 y ,依题意有 $x+y=N$,经历 $2t_0$ 后有 $\frac{1}{4}x + \frac{1}{2}y = \frac{N}{3}$,联立可得 $x = \frac{2}{3}N$, $y = \frac{1}{3}N$,在 $t=4t_0$ 时,原子核数为 x 的元素经历了 4 个半衰期,原子核数为 y 的元素经历了 2 个半衰期,则此时未衰变的原子核总数为 $n = \frac{1}{2^4}x + \frac{1}{2^2}y = \frac{N}{8}$,故 **C 正确**.

9. B 【解析】根据核反应方程中电荷数守恒和质量数守恒,有 $10+1=a+4$, $5+0=3+b$,解得 $a=7$, $b=2$, **B 正确**.

10. B 【解析】由题意可知该核反应方程为 ${}^{232}_{90}\text{Th} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{233}_{92}\text{U} + {}^0_{-1}\text{e}$,根据核反应过程中质量数守恒及电荷数守恒得 $x = 233-232=1$, $y = 92-90=2$, **B 正确**.

11. C 【解析】设 X 的质量数为 a ,电荷数为 b ,根据核反应过程中质量数守恒及电荷数守恒,可得 $a=18$, $b=8$, X 为 ${}^{18}_8\text{O}$, **A 错误**;该反应为正 β 衰变,不是核聚变, **B 错误**; $1 \text{ g } {}^{18}_9\text{F}$ 经过一个半衰期,质量变为原来的 $\frac{1}{2}$,还剩下 0.5 g , **C 正确**; ${}^0_0\nu$ 的电荷数为 0,在磁场中不受洛伦兹力,不会发生偏转, **D 错误**.

12. A 【解析】反氢原子的基态能量和氢原子的基态能量完全相等, **A 正确**;由电荷守恒可知,一个中子可以转化为一个质子和一个负电子, **B 错误**;一对正负电子等速率对撞,总动量为 0,如果湮灭为一个光子,违反动量守恒定律,则它们

关键点: 光子也具有动量

至少湮灭为两个光子, **C 错误**;反氦核和反氦核的核聚变反应会放出能量, **D 错误**.

13. AC 【解析】该反应过程中释放出核能,故该反应有质量亏损, **A 正确**;该反应是轻核聚变, **B 错误**;碰撞过程由动量守恒定律有 $m_\alpha v_\alpha = m_n v_n$,解得 $v_n = 4v_\alpha$,又 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$,则 $E_{k\alpha} : E_{kn} = 1 : 4$,由题意得 $E_{k\alpha} + E_{kn} = 17.5 \text{ MeV}$,联立解得 $E_{k\alpha} = 3.5 \text{ MeV}$, $E_{kn} = 14 \text{ MeV}$, **C 正确**, **D 错误**.

14. C 【解析】根据质能方程 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$,并结合题意知 $\Delta m \cdot c^2 t = E$,代入能量量级有 $\Delta m \cdot (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \times 60 \text{ s} = 10^{48} \text{ J}$,解得 $\Delta m = 1.85 \times 10^{29} \text{ kg/s}$,所以每秒钟平均减少的质量量级为 10^{29} kg , **C 正确**.

15. D 【解析】核反应过程中质量数和电荷数守恒,核反应方

高中必刷题 物理

程式为 ${}^2_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+{}_0^1\text{n}$, **A 错误**;核反应过程中,生成物比反应物要稳定,比结合能越大,原子核越稳定,故氦核的比结合能比氦核的小, **B 错误**;核力是短程力,数量级在 10^{-15} m 内才会发生核聚变,故氦核与氦核的间距达到 10^{-10} m 不会发生核聚变, **C 错误**;一个氦核与一个氦核聚变反应质量亏损 $\Delta m=(2.014\ 1+3.016\ 1-4.002\ 6-1.008\ 7)\text{ u}=0.018\ 9\text{ u}$,聚变反应释放的能量是 $\Delta E=\Delta m\cdot 931.5\text{ (MeV)}\approx 17.6\text{ MeV}$,4 g 氦完全参与聚变释放出能量 $E=\frac{4}{2}\times 6.0\times 10^{23}\times \Delta E\approx 2.11\times 10^{25}\text{ MeV}$,数量级为 10^{25} MeV , **D 正确**.

16. B 【解析】能量是以球面波的方式向周围辐射的,由能量守恒有 $Pt=n\cdot 4\pi R^2\cdot h\frac{c}{\lambda}$,则点光源每秒辐射的光子能量 $E=Pt=113\times 1\text{ J}=\frac{3\times 10^{14}\times 4\times \pi\times R^2\times 6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^8}{6\times 10^{-7}}\text{ J}$,解得 $R\approx 3\times 10^2\text{ m}$,故 **B 正确**.

17. AC 【解析】波长、波速与周期的关系为 $T=\frac{\lambda}{c}$,则光的频率 $\nu=\frac{1}{T}=\frac{c}{\lambda}$, **A 正确**;光子能量 $E=h\nu=h\frac{c}{\lambda}$, **B 错误**;光子动量为 $p=\frac{h}{\lambda}$, **C 正确**;在时间 t 内发射的光子的总能量为 Pt ,即 $n\cdot h\frac{c}{\lambda}=Pt$,解得 $n=\frac{Pt\lambda}{hc}$, **D 错误**.

18. C 【解析】原子从 E_1 能级跃迁到 E_2 能级所辐射出的光子能量 $\varepsilon=2.20\text{ eV}$,光子频率 $\nu=\frac{\varepsilon}{h}=\frac{3.52\times 10^{-19}\text{ J}}{6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}}=5.31\times 10^{14}\text{ Hz}$, **C 正确**.

19. A 【解析】当入射光的能量大于金属的逸出功时会发生光电效应,故能量为 2.20 eV 的光子射到金属铷上会发生光电效应,有光电子逸出, **A 正确**.

20. BD 【解析】金属的逸出功与金属本身有关,与入射光无关, **A 错误**;光子的能量 $E=h\nu$,与入射光强度无关, **B 正确**;根据爱因斯坦光电效应方程 $h\nu=E_{k0}+W_0$ 可知,逸出的光电子的最大初动能与入射光的强度无关, **C 错误**;入射光的强度增加,可知单位时间内入射的总能量增加,每个光子的能量不变,故单位时间内入射的光子数增多,则单位时间内逸出的光电子数增多, **D 正确**.

易错分析 入射光的强度反映入射光的总能量,每个光子的能量只与频率有关.

21. B 【解析】光电子最大初动能与遏止电压的关系为 $E_k=eU_c$,由题图可知,遏止电压关系为 $U_{c2}>U_{c3}>U_{c1}$,可得 $E_{k2}>E_{k3}>E_{k1}$, **B 正确**.

22. (1) $\frac{W_0}{h}$ **(2)** $h\nu-W_0$

【解析】(1)在光电效应中,金属的截止频率对应光电子的最大初动能为0,可得 $h\nu_0-W_0=0$,解得 $\nu_0=\frac{W_0}{h}$.

(2)频率为 ν 的入射光能使该金属发生光电效应,由光电效应方程可得 $h\nu-W_0=E_k$,解得 $E_k=h\nu-W_0$.

23. C 【解析】根据公式 $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$,可知动能相同时 $\lambda\propto\frac{1}{\sqrt{m}}$.油的密度 ρ 约为 $0.8\times 10^3\text{ kg/m}^3$,油滴的体积为 $V=\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3$,则 $m_{\text{油}}=\rho V\approx 2.7\times 10^{-14}\text{ kg}$,电子和油滴的德布罗意波长之比为 $\frac{\lambda_e}{\lambda_{\text{油}}}=\sqrt{\frac{m_{\text{油}}}{m_e}}=\sqrt{\frac{2.7\times 10^{-14}}{9.11\times 10^{-31}}}\approx 1.7\times 10^8$,即对应的数量级为 10^8 , **C 正确**.

刷原创

1. AD 【解析】电子跃迁辐射的光子的能量为 $h\nu=E_c-E_v$,则 $\nu=\frac{E_c-E_v}{h}$, **A 正确**.由 $\nu=\frac{E_c-E_v}{h}$ 可知,导带底和价带顶的能级差越大,光子的频率也越大,则光子的波长越短,根据双缝干涉条纹间距表达式 $\Delta x=L\frac{\lambda}{d}$ 可知,对应的条纹间距越小, **B、C 错误**.导带底和价带顶的能级差越大,产生的光频率越大,水对其的折射率越大,根据全反射临界角公式 $\sin C=\frac{1}{n}$ 可知,全反射临界角越小, **D 正确**.

2. CD 【解析】逸出的光电子最大初动能与照射光的频率和逸出功有关,增大深蓝光强度并不改变光的频率,所以光电子最大初动能不变, **A 错误**.由 $E_k=h\nu-W_0$ 和 $eU_c=E_k$ 可知,遏止电压 $U_c=\frac{h\nu-W_0}{e}$,减小深蓝光强度,光的频率不变,遏止电压不变, **B 错误**.红光的波长大于该金属的截止波长,则红光照射该金属时不能发生光电效应, **C 正确**. $E_k=h\nu_{\text{蓝}}-W_0=h\frac{c}{\lambda_{\text{蓝}}}-$

→ **关键点:** 发生光电效应的条件是照射光的频率 \geq 截止频率,即照射光的波长 \leq 截止波长

$h\frac{c}{\lambda_{\text{截}}}\approx 6.8\times 10^{-20}\text{ J}$, **D 正确**.

3. D 【解析】发电过程中有能量损耗,释放的核能只有一部分转化为电能,故 **A 错误**.钡核是反应产物,更稳定,比结合能也就更大,故 **B 错误**.质量亏损 $\Delta m=m_{\text{前}}-m_{\text{后}}=0.186\text{ u}$,故 **C 错误**.根据爱因斯坦质能方程可知 $\Delta E=\Delta m\times 931.5\text{ MeV/u}\approx 173.3\text{ MeV}$,故 **D 正确**.

4. C 【解析】由题意可知,该核反应方程为 ${}^2_1\text{H}+{}^3_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+{}_0^1\text{n}$,放出的粒子是中子, **A 错误**;氦核的结合能为 $2.78\times 3\text{ MeV} =$

8. 34 MeV, **B 错误**; 设氘核的比结合能为 E_1 , 氦核的比结合能为 E_2 , 氦核的比结合能为 E_3 , 释放的能量为 ΔE , 根据能量守恒定律

有 $2E_1 + 3E_2 + \Delta E = 4E_3$, 得 $E_3 = 7.03 \text{ MeV}$, **C 正确**; 由爱因斯坦质能方程 $\Delta E = \Delta mc^2$, 可得 $\Delta m = 3.13 \times 10^{-29} \text{ kg}$, **D 错误**.

题型专练一 新定义 新情境专练

刷素养

1. A 【解析】光的频率与波长的关系为 $c = \lambda\nu$, 一个光子的能量为 $E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, 该光源在曝光时间 t 内发出的光能为 $E = Pt$, 设在曝光时间 t 内进入手机摄像头的光能为 E_1 , 有 $\frac{E_1}{E} = \frac{S}{4\pi r^2}$, 则曝光时间 t 内进入手机摄像头快门的光子个数为 $n = \frac{E_1}{E_0} = \frac{P\lambda St}{4\pi r^2 hc}$, 故 **A 正确**.

2. A 【解析】步骤 I 用热水浇淋茶宠时, 腔内气体温度升高, 分子的平均速率增大, 平均动能增大, 但不是每个气体分子的速率均增大, 故 **A 正确, B 错误**; 步骤 II 用热水浇淋茶宠过程, 腔内气体温度升高, 气体体积不变, 根据查理定律 $\frac{p}{T} = C$ 可知, 腔内密封气体压强增大, 故 **C 错误**; 步骤 II 茶宠喷水过程中, 腔内气体体积增大, 外界对气体做负功, 根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可知, 腔内密封气体吸收的热量大于气体内能增加量, 故 **D 错误**.

3. BC 【解析】对初始时碗内理想气体, 由玻意耳定律得 $p_0 V_0 = \frac{p_0}{2} V_1$, 得 $V_1 = 2V_0$, 则挤出气体的体积为 $V_2 = V_1 - \frac{V_0}{9} =$

易错点: 注意初、末状态的压强不同

$\frac{17V_0}{9}$, 挤出的气体与最初皮碗中气体质量之比为 $\frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} =$

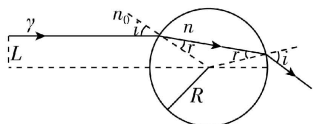
$\frac{17}{18}$, 故 **A 错误, B 正确**; 向上提皮碗的过程, 由玻意耳定律得

$\frac{p_0}{2} \cdot \frac{V_0}{9} = p_2 V_0$, 设碗与物块即将分离时, 物块恰好离开地面, 此时皮碗能提起的物块重力最大, 分析物块受力, 可得 $p_0 S - G - p_2 S = 0$, 解得 $G = \frac{17p_0 S}{18}$, 即皮碗能提起物块的最大重力为

$\frac{17p_0 S}{18}$, 故 **C 正确, D 错误**.

$$4. \frac{hLn_0\gamma}{nR^2} \left(1 - \frac{n_0 \sqrt{R^2 - L^2}}{\sqrt{n^2 R^2 - n_0^2 L^2}} \right)$$

【解析】设入射角为 i , 折射角为 r , 如图所示,



由几何关系可知 $\sin i = \frac{L}{R}$,

根据光的折射定律有 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n}{n_0}$,

光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$,

进入玻璃球的光的偏折角为 $i - r$, 离开玻璃球时, 光的偏折角同样为 $i - r$, 整个过程光偏折了 $2(i - r)$, 通过玻璃球时, 光子的动量变化量 $\Delta p = 2p \sin(i - r)$,

突破点: 由几何关系, $\frac{\Delta p}{\sin 2(i - r)} = \frac{p}{\sin \frac{\pi - 2(i - r)}{2}}$, 整

理得 $\Delta p = 2p \sin(i - r)$

联立可得 $\Delta p = \frac{2hL\gamma}{cnR^2} (\sqrt{n^2 R^2 - n_0^2 L^2} - n_0 \sqrt{R^2 - L^2})$,

光子穿过玻璃球的时间 $t = \frac{2R \cos r}{n_0 c} = \frac{2\sqrt{n^2 R^2 - n_0^2 L^2}}{n_0 c}$,

根据动量定理可知玻璃球对光子的平均作用力大小 $F = \frac{\Delta p}{t} =$

$$\frac{hLn_0\gamma}{nR^2} \left(1 - \frac{n_0 \sqrt{R^2 - L^2}}{\sqrt{n^2 R^2 - n_0^2 L^2}} \right).$$

5. (1) $\frac{91}{30}V$ (2) $\frac{1}{6}V$ (3) $\frac{91}{18}V$

【解析】(1) 对需要充入的氦气, 充入前, 温度 $T_0 = (t_0 + 273) \text{ K} = 273 \text{ K}$,

易错点: 初、末状态氦气温度不同

充入后的温度 $T = (t + 273) \text{ K} = 90 \text{ K}$,

根据理想气体状态方程, 有 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{5p_0 \cdot \frac{1}{5}V}{T}$,

解得 $V_0 = \frac{91}{30}V$.

(2) 气泵发生故障, 无法向贮箱注入氦气后, 对贮箱内的氦气, 压强由 $5p_0$ 降为 $3p_0$, 体积由 $(V - \frac{1}{2}V)$ 变为 $(V - V_1)$, 根据玻意耳定律, 有 $5p_0(V - \frac{1}{2}V) = 3p_0(V - V_1)$, 解得 $V_1 = \frac{1}{6}V$.

(3) 由理想气体状态方程有 $\frac{3p_0 \times \frac{5}{6}V}{T} + \frac{p_0 V_2}{T_0} = \frac{5p_0 \times \frac{5}{6}V}{T}$,

解得 $V_2 = \frac{91}{18}V$.

6. (1) $\frac{1}{B_0} \sqrt{\frac{2m_0 U_0}{e}}$ (2) R (3) $h\nu + eU_0 - \frac{e^2 B_1^2 R^2}{2m_0}$

【解析】(1) 光电子在电场中运动, 根据动能定理有 $eU_0 =$

$$\frac{1}{2} m_0 v^2,$$