

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 $\frac{m_2}{m_1} = \frac{V_2}{V_1} =$

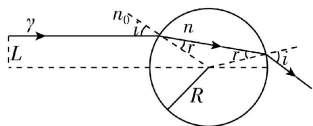
$\frac{17}{18}$, 故 **A 错误, B 正确**; 向上提皮碗的过程, 由玻意耳定律得

$\frac{p_0}{2} \cdot \frac{V_0}{9} = p_2 V_0$, 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 $eU_0 =$

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

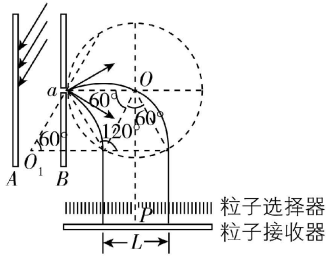
在磁场中,根据洛伦兹力提供向心力有 $evB_0 = \frac{m_0 v^2}{R_1}$,

联立解得 $R_1 = \frac{1}{B_0} \sqrt{\frac{2m_0 U_0}{e}}$.

(2) 光电子以不同的角度进入磁场,其轨迹如图所示,由于光电子进入磁场的速度与 aO 组成的角度范围为 $-30^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$,当光电子在磁场中运动的轨迹半径与圆形磁场的半径相等,均为 R 时,粒子射出磁场时的速度方向垂直接收板,粒

→ **关键点:** 此处可通过建立磁发散模型解题

子接收器可接收到光电子,



题型专练二 开放题专练

刷素养

1. (1) $\frac{m \cdot N_A}{V_{\text{mol}}} \frac{N_A}{V_{\text{mol}}}$ (2) $p = \frac{1}{3} nmv^2$

【解析】(1) 设该理想气体摩尔质量为 M_{mol} , 根据密度定义式有 $\rho = \frac{M_{\text{mol}}}{V_{\text{mol}}}$, 其中 $M_{\text{mol}} = m \cdot N_A$, 整理可得 $\rho = \frac{m \cdot N_A}{V_{\text{mol}}}$, 单位体积的分子数为 $n = \frac{N_A}{V_{\text{mol}}}$.

(2) 设正方体的棱长为 L , Δt 时间内与其中一个面发生碰撞的气体分子个数为 N , 则有 $N = \frac{1}{6} nL^3$, $\Delta t = \frac{L}{v}$, 取碰前速度方向为正, 设气体分子作用在其中一个面的压力大小为 F , 由牛顿第三定律可知, 气体分子受到的压力大小为 $F' = F$, 由动量定理可得 $-F' \Delta t = Nm(-v) - Nmv$, 又因为 $p = \frac{F}{L^2}$, 联立解得 $p = \frac{1}{3} nmv^2$.

2. (1) ${}_0^1\text{n} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_6^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H}$ ${}_6^{14}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$ (2) $1.93 \times 10^6 \text{ V}$
 2.0 T (3) $1.65 \times 10^6 \text{ V}$ (4) 8 957 年

【解析】(1) 中子与 ${}^{14}_7\text{N}$ 发生核反应生成 ${}^{14}_6\text{C}$ 的核反应方程式为 ${}_0^1\text{n} + {}_7^{14}\text{N} \rightarrow {}_6^{14}\text{C} + {}_1^1\text{H}$, ${}^{14}_6\text{C}$ 发生 β 衰变生成 ${}^{14}_7\text{N}$ 的核反应方程式为 ${}_6^{14}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$.

(2) 在加速电场中, 由动能定理得 $qU = \frac{1}{2} mv^2$,

解得 $v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$,

由几何关系可得, $\theta = 30^\circ$ 偏上进入磁场的光电子打在 P 点右

侧 x 处, 根据几何关系有 $x = R \sin 30^\circ = \frac{R}{2}$,

$\theta = 30^\circ$ 偏下进入磁场的光电子打在 P 点左侧 x' 处, 有

$x' = R \sin 30^\circ = \frac{R}{2}$,

粒子接收器上接收到光电子的长度 $L = x' + x = R$.

(3) 当磁感应强度最大时, 对应光电子最大的入射速度, 由洛

伦兹力提供向心力有 $ev_{\text{max}} B_1 = m_0 \frac{v_{\text{max}}^2}{R}$, 解得 $v_{\text{max}} = \frac{eB_1 R}{m_0}$,

A 板处发生光电效应逸出光电子的最大初动能 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$,

经过电场加速后的最大动能 $E'_{\text{km}} = E_{\text{km}} + eU_0 = \frac{1}{2} m_0 v_{\text{max}}^2$,

联立解得 $W_0 = h\nu + eU_0 - \frac{e^2 B_1^2 R^2}{2m_0}$.

在磁场中, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$,

联立解得 $v = \frac{qBR}{m}$, $U = \frac{qB^2 R^2}{2m}$,

相比 ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{12}_6\text{C}$ 的比荷更大, 通过圆弧细管道所需要的电压更大, 由题图 2 知当电压为 $1.93 \times 10^6 \text{ V}$ 时, ${}^{12}_6\text{C}$ 与 ${}^{13}_6\text{C}$ 的离子数百分比为 100%, 故 ${}^{12}_6\text{C}$ 的 C^{3+} 离子所对应的 U 值为 $1.93 \times 10^6 \text{ V}$,

根据 $U = \frac{qB^2 R^2}{2m}$ 可得 $B = \sqrt{\frac{2mU}{qR^2}} = \sqrt{\frac{2 \times 12 \text{ u} \times U}{3eR^2}} = 2.0 \text{ T}$.

(3) 由题意知, ${}^{14}_6\text{C}$ 离子在板间做类斜抛运动,

水平方向 $v_x = \frac{\sqrt{2}}{2} v$, $L = v_x t$,

竖直方向 $v_{y0} = \frac{\sqrt{2}}{2} v$, $a = \frac{qU_1}{m'd}$, $v_{y0} = a \frac{t}{2}$,

联立解得 $U_1 = \frac{qB^2 R^2 d}{m' L} = \frac{3eB^2 R^2 d}{14 \text{ u} \cdot L} = 1.65 \times 10^6 \text{ V}$.

(4) 古木样品中 ${}^{14}_6\text{C}$ 与 ${}^{12}_6\text{C}$ 离子数比值是活木头中的 $\frac{1}{3}$, 说明

经过衰变后 ${}^{14}_6\text{C}$ 只剩下 $\frac{1}{3}$, 已知经过一个半衰期 ${}^{14}_6\text{C}$ 剩下 $\frac{1}{2}$,

设经过 n 个半衰期后 ${}^{14}_6\text{C}$ 剩下 $\frac{1}{3}$, 则 $\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{3}$,

解得 $n = \log_2 3 = \frac{\ln 3}{\ln 2} = \frac{11}{7}$,

则古木被砍伐距今的时间 $t = n \times 5700 \text{ 年} = 8957 \text{ 年}$.