

2026 年高三 5 月题库

物理试题参考答案

1. A A. 电场强度既有大小、又有方向是矢量,根据定义式 $E = \frac{F}{q}$,力的单位为牛、电荷量单位为库,推导得电场强度单位为牛/库,符合要求,故 A 正确. B. 磁通量是标量,没有方向,不满足矢量的平行四边形运算规则,故 B 错误; C. 磁感应强度是矢量,但其国际单位为特斯拉,法拉是电容的单位,故 C 错误; D. 电势只有大小、没有方向,是标量,单位为伏特,故 D 错误; 故选 A.
2. B 2 小时 15 分 33 秒是时间间隔,不是时刻, A 错误; 以运动员为参考系,树木是运动的, B 正确; 18.7 km/h 是用路程除以时间得到的平均速率,而平均速度是位移除以时间,小于该值, C 错误; 研究技术动作时,运动员的形状、姿态不能忽略,不能看成质点, D 错误.
3. A 把机器人看成质点,在斜面上受到三个力作用,临界稳定时,重力沿斜面方向的分力与最大静摩擦力平衡,此时动摩擦因数取最小值. 则有 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$, 得: $\mu = \tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$, A 正确.
4. D 由竖直上抛运动规律,上升时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.4 \text{ s}$,总运动时间 $t_{\text{总}} = 2t = 0.8 \text{ s}$, A 错误; 在空中上升过程中,运动员仅受重力,处于完全失重状态, B 错误; 起跳过程中,测试板对运动员的支持力作用点位移为零,支持力不做功,动能全部由运动员自身化学能转化,并非测试板做功, C 错误; 起跳过程与落回过程,测试板对运动员的冲量方向均为竖直向上, D 正确.
5. C AB. 设拨浪鼓半径为 R ,细绳长为 l ,小球在水平面内做匀速圆周运动,设细绳与竖直方向夹角为 θ ,则有 $mg \tan \theta = m(R + l \sin \theta) \omega^2$, 解得 $l = \frac{\frac{g}{\omega^2} - R}{\cos \theta}$, 由题意可知两小球角速度相同,由于 $L_A < L_B$, 则根据公式可知 $\alpha < \beta$, 故 A、B 错误; C. 两小球轨道半径满足 $r_A < r_B$, 角速度 $\omega_A = \omega_B$, 则 $v_A < v_B$, 故 C 正确; D. 绳子的拉力可表示为 $F = \frac{mg}{\cos \theta}$, 由于 $\alpha < \beta$, 则可得 $F_A < F_B$, 故 D 错误. 故选 C.
6. C 电场强度是矢量,包含大小和方向,两点的电场强度大小相等、方向不同(N 点电场线斜向右上, P 点电场线斜向左上), 故电场强度不相同, A 错误. 电场线的疏密表示电场强度的大小, 电场线越密, 场强越大. 由图可知, N 点的电场线比 M 点更密, 因此 DNA 分子在 M 点的加速度比 N 点小, B 错误. DNA 的运动轨迹向电场线的内侧弯曲, 说明 DNA 所受电场力方向与电场线方向相反, 说明 DNA 带负电, 沿电场线方向电势降低. M 点电势小于 N 点电势, 由 $E_p = q\varphi$ 可得, M 点电势能大于 N 点, C 正确. 公式 $U = Ed$ 仅适用于匀强电场, 本题为非匀强电场不能直接用该公式, 且 $LN = NP$ 仅为轨迹长度, 不是沿电场方向的距离, 由对称性可知 $U_{NP} = 0$, 而 U_{LN} 不为零, D 错误.
7. B A. 小球运动过程中, 受到竖直向下的重力、与杆垂直的洛伦兹力和弹力, 由于洛伦兹力和弹力不做功, 所以小球的机械能守恒, 故 A 错误; BC. 小球上滑时, 根据牛顿第二定律 $mg \sin \theta = ma_{\uparrow}$. 下滑时, 根据牛顿第二定律 $mg \sin \theta = ma_{\downarrow}$, 所以根据 $x = \frac{1}{2}at^2$ 可知, 上滑时间等于下滑时间, 小球向上滑动的最大位移为 $x = \frac{v_0^2}{2a_{\uparrow}} = \frac{v_0^2}{2g \sin \theta}$, 故 B 正确, C 错误; D. 小球向下滑动时受到竖直向下的重力、垂直杆向上的洛伦兹力、与杆垂直的弹力, 小球向下加速时, 根据 $F_{\text{洛}} = qvB$ 可知, 小球受到的洛伦兹力增大, 若小球回到出发点加速到 v_0 时, 小球受到的洛伦兹力仍小于小球垂直杆方向的分力, 则根据平衡条件可知, 杆对小球的弹力方向不变, 且大小一直减小, 故 D 错误. 故选 B.
8. D 近地圆轨道 I 由万有引力提供向心力: $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T_0^2} R$, 地球密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$, 代入得 $\frac{3\pi}{GT_0^2}$, 而本题中 T 是椭圆轨道 I 的周期, 不是近地圆轨道 II 的周期, A 错误. 根据开普勒第二定律, 卫星与地球的连线在相等时间

内扫过的面积相等. 在极短时间 Δt 内, A 点扫过的面积 $S_A = \frac{1}{2}Rv_1\Delta t$, B 点扫过的面积 $S_B = \frac{1}{2}Rv_2\Delta t$, 速度比, $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r}{R}$, B 错误. 圆轨道 I 中, $\alpha = \frac{v_0^2}{R}$ (v_0 为近地圆轨道 I 的速度), 椭圆轨道 II 在 A 点做离心运动, $v_1 > v_0$, C 错误. 由开普勒第二定律, 椭圆轨道 II 在 B 点的速度 $v_2 = \frac{v_1R}{r}$, 变轨过程中, 卫星在 B 点从椭圆轨道 II 进入圆轨道 III, 重力势能不变(同一位置), 因此机械能的增加量等于动能的增加量: $\Delta E = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{v_1R}{r}\right)^2$, D 正确.

9. B 从 $t_1 = 1.5$ s 到 $t_2 = 2.5$ s, 时间间隔 $\Delta t = 1$ s, 向左传播的半个波长, $\Delta x_1 = 2$ m, 故 $v_1 = \Delta x_1 / \Delta t = 2$ m/s, $\lambda_1 = 4$ m, $T_1 = 2$ s. 设波源到 P 距离为 x , $t_2 = 2.5$ s 时向左波传播到 P 左侧 4 m 处, 故 $x + 4 = v_1 t_2 = 5$ m, 解得 $x = 1$ m. A 错误. $t_2 = 2.5$ s 向右波传播的距离 $x_2 = v_2 t_2 = 4.75$ m, 故 $v_2 = 1.9$ m/s, 同一波源 $T_2 = T_1 = 2$ s, $\lambda_2 = 3.6$ m, B 正确. 波源起振后向下运动, 1.5 s 时波源振动了 $3/4$ 个周期, 在波峰位置, C 错误. P 点距波源 1 m, 振动滞后时间 $t_P = 0.5$ s = $T_1/4$, 相位滞后波源 $\varphi_P = \pi/2$; Q 距波源 4 m, 振动滞后时间 $t_Q = 4/1.9 = 2.105$ s, 相位滞后 $\varphi_Q = \frac{2.105}{2} \times 2\pi = 2.105\pi$, 相当于 0.105π , P、Q 相位差为 0.395π , D 错误.

10. D 设 A、B 的质量为 m , 由图可知, 图线 I 所示斜率的绝对值为 $k = 2mg = \frac{6.0kl^2}{3l} = 2kl$, 解得 $m = \frac{kl}{g}$, A 错误; 设 B 与 A 碰撞前的速度为 v_0 , 根据自由落体运动规律可知 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$, 解得 $v_0 = \sqrt{2gh}$, 由于 A、B 碰撞过程动量守恒, 则有 $mv_0 = 2mv$, 解得 $v = \frac{1}{2}v_0 = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$, 碰后 A、B 的动能 $E_{k1} = \frac{1}{2} \times 2mv^2 = mv^2$, 对两薄板从碰后到最低点, 由能量守恒可得 $E_{k1} + E_{p1} + E_{pG1} = E_{p2} + E_{pG2}$, 结合图像可知 $E_{p1} = 0.5kl^2$, $E_{pG1} = 6.0kl^2$, $E_{p2} = 8.0kl^2$, $E_{pG2} = 0$, 解得 $E_{k1} = 1.5kl^2$, 又因为 $m = \frac{kl}{g}$, 联立解得 $h = 3l$, 故 B 错误; 碰后的最大速度处加速度为 0, 即 $2mg = kx$, 可得碰后最大速度对应的弹簧伸长量为 $x = \frac{2mg}{k} = 2l$, 所以最大速度在 A、B 碰撞后下落 l 处; 从 A、B 碰后到最大速度时由动能定理可得 $2mgl - \frac{kl + 2kl}{2}l = \frac{1}{2} \times 2mv_m^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_0^2$, 解得 $v_m = \sqrt{2gl}$, 故 C 错误; 在最低点时弹簧的伸长量为 $4l$; 碰后假设最高点处弹簧刚好恢复原长, 从最低点到最高点由能量守恒可得, $E_{p2} = E_{pG3}$, 即 $8.0kl^2 = 2mgh'$, 解得 $h' = 4l$, 恰好恢复原长, 假设成立; 碰撞后 A、B 上升的最大高度在 O 上方 $h' - h = 4l - 3l = l$ 处, 故 D 正确.

11. BD 黑体的特点, 吸收本领最强, 辐射本领也最强, A 错误. 光电效应证明光具有能量, 是一份一份的光子, 康普顿效应证明光子不仅有能量, 还有动量, 进一步证实光的粒子性, B 正确. 相对论时间延缓, 运动的时钟变慢, 对地面观察者, 高速运动的粒子寿命更长, 低速时更接近固有寿命, C 错误. 玻璃表面的反射光是偏振光, 用偏振片可以滤掉反射光, 让后面的景物更清晰, D 正确.

12. BC 因液体不可压缩, 流量守恒, 单位时间内活塞推动的液体体积等于喷口喷出的液体体积. 流量 $Q = v_0 S$ (喷口截面积为 S , 喷出速度 v_0), 故选项 A 错误. 设活塞移动速度为 v , 单位时间活塞推动的液体体积为 vL^2 , 由 $vL^2 = v_0 S$, 得 $v = Sv_0/L^2$, 选项 B 正确. 活塞推动的液体速度为 v , 喷口液体速度为 v_0 , 单位时间流出液体质量 $m = \rho Q = \rho v_0 S$. 单位时间动能变化 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho v_0 S \left(v_0^2 - \frac{S^2 v_0^2}{L^4} \right) = \frac{1}{2}\rho S \left(1 - \frac{S^2}{L^4} \right) v_0^3$, 选项 C 正确. 活塞受安培力 $F = BIL$, 稳定时安培力的功率等于装置输出功率: $P = Fv = BIL \frac{Sv_0}{L^2} = \frac{BISv_0}{L}$ 联立: $\frac{BISv_0}{L} = \frac{1}{2}\rho S \left(1 - \frac{S^2}{L^4} \right) v_0^3$, 解得 $I = \frac{\rho L}{2B} \left(1 - \frac{S^2}{L^4} \right) v_0^2$, D 错误.

13. BD 氢原子向低能级跃迁发出 6 种频率的光,由跃迁公式 $N=C_n^2=2n(n-1)$,解得 $n=4$,即基态氢原子受激跃迁至 $n=4$ 能级.选项 A 错误.光电效应中,设截止电压 U_c 满足 $eU_c=E_{km}$,光电子的最小波长 $\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mE_k}}=\frac{h}{\sqrt{2meU_c}}$,则 $\frac{\lambda_a}{\lambda_c}=\frac{\sqrt{U_c}}{\sqrt{U_a}}$,正确.光强 $I_{光}=nh\nu$ (n 为单位时间入射光子数),饱和光电流与单位时间逸出的光电子数成正比,即与光子数 n 成正比.若 $a、c$ 光强相同,则 $n_a h\nu_a=n_c h\nu_c$,得 $\frac{n_a}{n_c}=\frac{\nu_c}{\nu_a}$,由电流 $I=\frac{ne}{t}$,则 $\frac{I_a}{I_c}=\frac{\nu_c}{\nu_a}$,C 错误. $n=2$ 能级氢原子的电离能为 3.40 eV ($E_2=-3.40$ eV,电离需至少吸收 3.40 eV 能量).能使阴极发生光电效应的 3 种光中,其中 b 光为第 3 能级跃迁到第 1 能级,能量 $\Delta E=-1.51-(-13.6)=12.09$ (eV),其光电子的最大初动能 $E_{km}=12.09$ eV $-W_0$,即使 W_0 较小,光电子仍可能具有大于 3.40 eV 的能量,可使 $n=2$ 能级氢原子电离.选项 D 正确.

- 14 - I. (1)C (2)5.2 mm, $a=\frac{d^2}{2Lt^2}$ (3)0.671 J, 0.720 J(4)C(每空 1 分)

解析:(1)A 选项:底座螺丝高度一致 \neq 导轨水平,可能桌面不水平,无法最终判定,错误.B 选项:细线与导轨平行是为了保证拉力沿导轨方向,与导轨是否水平无关,错误.C 选项:打开气源后,滑块不受拉力时若能保持静止,说明滑块合力为 0,导轨水平,正确.D 选项:无外力牵引的情况下遮光条通过两光电门时间相等说明滑块做匀速运动,故验证水平,但实验提供的是一个光电门,通过光电门的时间跟滑块释放的位置有关,跟推滑块的初速度有关,故 D 错误.故选 C.

(2)①游标卡尺读数:5 mm + 2 \times 0.1 mm = 5.2 mm

②滑块由静止释放,做匀加速直线运动,遮光条通过光电门的瞬时速度用平均速度近似: $v=\frac{d}{t}$,由匀变速直线运动公式 $v^2=2aL$,代入得: $(\frac{d}{t})^2=2aL$,整理得加速度: $a=\frac{d^2}{2Lt^2}$

(3)①系统减小的重力势能 $\Delta E_p=mgx\approx 0.671$ J

②先求滑块(含遮光条)和槽码的共同速度: $v=\frac{d}{t}=2.00$ m/s,系统增加的动能为滑块与槽码的动能之和: $\Delta E_k=\frac{1}{2}(M+m)v^2$,代入数据: $\Delta E_k=0.720$ J

(4)A. 存在空气阻力,空气阻力会使动能减少,导致 $\Delta E_k < \Delta E_p$,故 A 错误;B. 细绳与滑轮间有摩擦力,摩擦力会消耗能量,导致 $\Delta E_k < \Delta E_p$,故 B 错误;C. 遮光条宽度的测量值偏大, d 偏大则 v 偏大,计算出的 ΔE_k 偏大,可能出现 $\Delta E_k > \Delta E_p$,故 C 正确;D. 槽码质量未远小于滑块质量,该条件是“探究加速度与力、质量的关系”中拉力近似等于槽码重力的要求,与本实验(系统机械能守恒)无关,不影响 ΔE_k 与 ΔE_p 的大小关系,故 D 错误.

- 14 - II. (1)a(1 分) (2)左(2 分) (3)可拆变压器不是理想变压器,存在电阻,接负载后副线圈产生电流,副线圈存在电阻分压,导致输出电压降低.(2 分)

解析:(1)待测电阻 R_L 约几欧姆,电表内阻 $R_A\approx 2$ Ω ,电压表内阻 $R_V\approx 3000$ Ω ,满足 $R_L < \sqrt{R_A R_V}$,属于小电阻,应采用电流表外接法减小误差,因此电压表右端接 a .

(2)接通开关瞬间,原线圈电流从零增大,穿过副线圈的磁通量增加,灵敏电流计向右偏转;滑片快速向右滑动时,滑动变阻器接入电阻变大,原线圈电流减小,穿过副线圈的磁通量减小,磁通量变化趋势与接通开关时相反,因此感应电流方向相反,灵敏电流计向左偏转.

(3)理想变压器电压比满足 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$,本题中可拆变压器线圈导线存在电阻,空载时损耗较小,电压接近理论值;接带额定电压的小灯泡后,副线圈有工作电流,线圈电阻的电压降带来的能量损耗明显增大,因此副线圈输出电压大幅降低.

14 - Ⅲ. (1)C (2)大于,测量头(每空 1 分)

解析:(1)选项 A,去掉滤光片后,光源发出的白光经单缝、双缝后发生色散,会观察到彩色干涉条纹,而非“一片白光”,因此 A 错误.选项 B,双缝干涉条纹间距公式为 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ (L 为双缝到屏的距离, d 为双缝间距, λ 为光的波长).透镜向左移动时,仅改变单缝的入射光均匀性,不改变 L 、 d 、 λ ,因此条纹间距 Δx 不变,因此 B 错误.选项 C,红光波长 $\lambda_{\text{红}} >$ 绿光波长 $\lambda_{\text{绿}}$,由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知: λ 减小,条纹间距 Δx 变小,因此换绿色滤光片后,条纹间距变小.综上,答案:C.

(2)从图乙可知,分划板的中心刻度线未与条纹中心线平行,会导致 Δx 测量偏大,由 $\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{L}$ 可知,波长的测量值大于真实值.为使条纹中心与刻度线对齐,需调节测量头(改变分划板的位置),使中心刻度线与条纹中心线平行.

15. 解:(1)不变,因为气体向真空自由膨胀时,不对外做功($W=0$);汽缸导热良好,气体可与外界进行热交换,最终温度与初始温度相同(理想气体内能仅与温度有关),因此内能不变. (2分)

(2)初始状态:气体压强 $p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 体积 $V_1 = hS$

稳定后气体压强满足 $p_2 S = p_0 S + mg$

代入数据: $p_2 = p_0 + \frac{mg}{S} = 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$

应用玻意耳定律 $p_1 \cdot hS = p_2 \cdot h_0 S$

解得: $h_0 = \frac{5}{11} \text{ m}$ (3分)

(3)活塞初始位置在汽缸顶部(离缸底高度为 $2h$),末位置在离缸底 h_0 处,所以下降的高度为: $\Delta y = 2h - h_0$

设气体对活塞做的功为 $W_{\text{气对活}}$,对活塞应用动能定理(初末动能均为 0):

$$mg \cdot \Delta y + p_0 S \cdot \Delta y + W_{\text{气对活}} = 0$$

因此: $W_{\text{气对活}} = -(mg + p_0 S)(2h - h_0)$

那么外界对气体做的功 $W_{\text{外对气}}$,等于气体对外做功的相反数:

$$W_{\text{外对气}} = -W_{\text{气对活}} = (mg + p_0 S)(2h - h_0)$$

代入数据计算 $W_{\text{外对气}} = 600 \text{ J}$

热力学第一定律求热量,因为 $\Delta U = 0$,所以: $0 = W_{\text{外对气}} + Q$

$$Q = -W_{\text{外对气}} = -600 \text{ J}$$

负号表示气体向外放出热量,放出的热量大小为 600 J . (3分)

16. 解:(1)圆轨道最高点速度满足 $m_{\text{AG}} = m_{\text{A}} \frac{v_1^2}{R}$

根据机械能守恒 $E_{\text{p}} = m_{\text{AG}} \times 2R + \frac{1}{2} m_{\text{A}} v_1^2$

联立解得: $E_{\text{p}} = 20 \text{ J}$ (3分)

(2)从圆轨道最低点到最高点,机械能守恒:

$$\frac{1}{2} m_{\text{A}} v_2^2 = \frac{1}{2} m_{\text{A}} v_1^2 + m_{\text{AG}} \cdot 2R$$

代入数据: $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 4gR} = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$

由于 $2\sqrt{10} \text{ m/s} \approx 6.32 \text{ m/s} > v_0 = 6 \text{ m/s}$,因此 A 在传送带上做匀减速运动

A 在传送带上滑行 1 m 后与传送带达到共速,最终滑离时速度为 6 m/s (3分)

(3)小车 B 的最小长度

①弹性碰撞: $m_{\text{A}} = 1 \text{ kg}$, $M = 2 \text{ kg}$,碰撞前 A 速度 $v_{\text{A}} = 6 \text{ m/s}$, B 静止.

由动量守恒: $m_{\text{A}} v_{\text{A}} = m_{\text{A}} v'_{\text{A}} + M v'_{\text{B}}$

由机械能守恒守恒: $\frac{1}{2}m_A v_A^2 = \frac{1}{2}m_A v_A'^2 + \frac{1}{2}M v_B'^2$

联立: $v_B' = \frac{2m_A}{m_A + M} v_A = 4 \text{ m/s}$, $v_A' = \frac{m_A - M}{m_A + M} v_A = -2 \text{ m/s}$

A 经传送带返回后, 以 $v_A'' = 2 \text{ m/s}$ 向右做匀速运动

② 板块相对运动:

C 的加速度 $a_C = \mu_1 g = 4 \text{ m/s}^2$

B 的加速度 $a_B = -\frac{\mu_1 m_C g}{M} = -2 \text{ m/s}^2$

要保证 A、C 不相撞, 则应满足 C 从 B 左端滑离后的速度大于等于 v_A''

故有 $v_A'' = a_C t$, 解得: $t = 0.5 \text{ s}$

B 的位移: $x_B = v_B' t + \frac{1}{2} a_B t^2 = \frac{7}{4} \text{ m}$

C 的位移: $x_C = \frac{1}{2} a_C t^2 = \frac{1}{2} \text{ m}$

相对位移(小车最小长度): $L = x_B - x_C = \frac{7}{4} \text{ m} - \frac{1}{2} \text{ m} = \frac{5}{4} \text{ m}$ (5分)

17. 解: (1) 顺时针方向 (2分)

(2) $t = \frac{L}{v_0}$, $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B_2 S - B_1 S = B_0 S - 0 = B_0 S$

$E = N \frac{\Delta\Phi}{t} = N \frac{SB_0}{\frac{L}{v_0}} = \frac{NSB_0 v_0}{L}$, $I = \frac{E}{R} = \frac{NSB_0 v_0}{RL}$ (3分)

(3) ① 第一步: 求出任意时刻火星车受到的安培力表达式

设 $k = \frac{\Delta B}{\Delta x} = \frac{B_0}{L}$, 则 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{B_0}{L} \cdot v$, 故 $E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NS \frac{\Delta B}{\Delta t} = NS \frac{B_0 v}{L}$

设线圈长 a , 宽为 b , 则 $F_A = NB I b$, 而 $\frac{\Delta B}{\Delta x} = k = \frac{B_0}{L}$, 则 $\Delta B = \frac{B_0}{L} \Delta x = \frac{B_0}{L} a$

故 $F_A = N \frac{B_0}{L} a I b = N \cdot \frac{SB_0}{L} \cdot I$

而 $I = \frac{E}{R} = \frac{NSB_0 v}{RL}$, 则 $F_A = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL^2} v$

另解: 根据能量守恒定律, 火星车克服安培力做功的机械功率等于线圈中产生的焦耳热功率, 即: $F_A v = I^2 R$

$= \frac{E^2}{R}$

将电动势 E 代入, 得到瞬时安培力的大小: $F_A = \frac{1}{v} \cdot \frac{\left(\frac{NSB_0 v}{L}\right)^2}{R} = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL^2} v$

第二步: 应用微元法求安培力的总冲量

$I_A = F_A \cdot \Delta t = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL^2} v \cdot \Delta t = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL^2} \cdot \Delta x = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL^2} \cdot L = \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL}$

第三步: 结合动量定理求解末速度

$F \cdot t - \sum I_A = m v_1 - m v_0$

$F \cdot t - \frac{N^2 S^2 B_0^2}{RL} = m v_1 - m v_0$

$v_1 = v_0 + \frac{Ft}{m} - \frac{N^2 S^2 B_0^2}{mRL}$ (3分)

②任意时刻 t , 火星车速度为 v . 此时线圈产生的感应电动势 $E = NS \frac{B_0}{L} v$.

由于线圈电阻为 0, 电容器两端的电压 U_C 始终等于电源电动势 E . 电容器的带电量为 $q = CU_C = CNS \frac{B_0}{L} v$.

回路中的电流 I 等于电荷量的变化率: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = CNS \frac{B_0}{L} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$

因为加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 所以电流 $I = CNS \frac{B_0}{L} a$.

线圈此时受到的宏观安培阻力: $F_A = N \cdot \frac{B_0}{L} \cdot I \cdot S = NS \frac{B_0}{L} \left(CNS \frac{B_0}{L} a \right) = C \left(\frac{NSB_0}{L} \right)^2 a$

据牛顿第二定律 $F - F_A = ma$, $F - C \left(\frac{NSB_0}{L} \right)^2 a = ma$

解得加速度 a : $a = \frac{F}{m + C \left(\frac{NSB_0}{L} \right)^2}$ (4分)

18. 解: (1) ${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$

题目中提到产生的铍核 (${}^7_4\text{Be}$) 处于某一激发态或基态. 根据能量守恒, 核反应释放的总能量分配给铍核和中子. 如果产生的铍核处于激发态, 它保留了部分内能 (E^*), 导致分配给中子和铍核的动能之和减少, 中子获得的动能相应较小. 如果产生的铍核处于基态, 没有内能滞留, 分配给系统的动能最大, 中子获得的动能也最大. 结论: 图 2 中, 峰 B 的能量较高 (1.90 MeV), 对应中子动能较大, 因此产生峰 B 的中子与基态的铍核同时产生. (3分)

(2) 中子轰击聚乙烯膜中的静止氢核 (质子), 发生弹性碰撞. 由于中子与质子质量近似相等 ($m_n \approx m_p$), 在正碰 (峰值对应最大能量, 即正碰) 情况下发生速度交换. $qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$

利用动能公式 $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ 可得 $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$, 代入半径公式: $R = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \frac{1}{qB} \sqrt{2mE_k}$

可见, 轨道半径 R 与动能的平方根成正比: $R \propto \sqrt{E_k}$.

设峰 A 对应的能量为 $E_A = 1.40$ MeV, 峰 B 对应的能量为 $E_B = 1.90$ MeV. $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{E_A}{E_B}} = \sqrt{\frac{1.40}{1.90}} = \sqrt{\frac{14}{19}}$

(4分)

(3) $E_{k,p} + Q = E_{k,Be} + E_{k,n}$ 其中 $E_{k,p} = 4.00$ MeV, $Q = -1.68$ MeV (吸能反应).

$4.00 + (-1.68) = E_{k,Be} + 2.29$

$E_{k,Be} = 0.03$ MeV (3分)

(4) 中子 (质量 m , 初速度 v_0) 碰撞静止质子 (质量 m). 碰后质子速度为 v_p , 方向与水平成 θ 角; 中子速度为 v'_n , 方向与水平成 φ 角.

动量守恒 (矢量): $\vec{p}_0 = \vec{p}'_n + \vec{p}_p$. 由于质量相等, m 可约去, 即速度矢量构成封闭三角形: $\vec{v}_0 = \vec{v}'_n + \vec{v}_p$.

能量守恒: 弹性碰撞动能守恒, $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v'^2_n + \frac{1}{2} m v_p^2$, 即 $v_0^2 = v'^2_n + v_p^2$.

几何关系: 由勾股定理逆定理可知, 速度矢量三角形是直角三角形, 且 \vec{v}_0 为斜边. 如图,

质子速度 v_p 为直角边, \vec{v}_0 为斜边, 夹角为 θ . $v_p = v_0 \cos \theta$

能量关系两边平方并乘以 $\frac{1}{2} m$: $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_p^2 \cos^2 \theta$

即: $E_p = E_n \cos^2 \theta$ (3分)

