

其中 $v_y = \sqrt{2ay} = \sqrt{\frac{2qE}{m}}y = 3\sqrt{3} \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分

联立解得 $v_0 = 3 \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分

(2) 带电粒子进入磁场的速度为 $v = \frac{v_0}{\cos 60^\circ} = 2v_0 = 6 \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分

进入磁场后由题图乙可知在 $0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 时间内, 由洛伦兹力提供向心力得 $qvB_0 = m \frac{v^2}{R_1}$ 1 分

解得轨迹半径为 $R_1 = \frac{mv}{qB_0} = 0.4 \text{ m}$,

运动周期为 $T_1 = \frac{2\pi R_1}{v} = \frac{2\pi m}{qB_0}$ 1 分

则运动时间为 $t_1 = \frac{\pi m}{qB_0} = \frac{T_1}{2}$ 1 分

在 $\frac{\pi m}{qB_0} \sim \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时间内, 由洛伦兹力提供向心力得 $qv \cdot \frac{2}{3}B_0 = m \frac{v^2}{R_2}$ 1 分

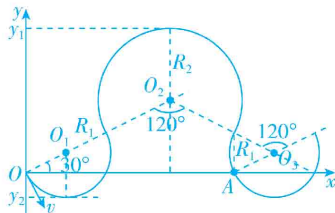
解得轨迹半径为 $R_2 = \frac{3mv}{2qB_0} = 0.6 \text{ m}$,

运动周期为 $T_2 = \frac{2\pi R_2}{v} = \frac{3\pi m}{qB_0}$,

则运动时间为 $t_2 = \frac{2\pi m}{qB_0} = \frac{2T_2}{3}$ 1 分

在 $\frac{3\pi m}{qB_0} \sim \frac{13\pi m}{3qB_0}$ 时间内, 运动半径仍为 R_1 , 运动时间为 $t_3 = \frac{4\pi m}{3qB_0} = \frac{2T_1}{3}$ 1 分

所以粒子进入磁场后的运动轨迹如图所示,



要形成完整的轨迹, 从轨迹图中可看出磁场沿 y 轴方向的最小区间的上限的纵坐标 $y_1 = (2R_1 + R_2) \sin 30^\circ + R_2 = 1.3 \text{ m}$ 1 分

下限的纵坐标 $y_2 = -(R_1 - R_1 \sin 30^\circ) = -0.2 \text{ m}$ 1 分

(3) 若粒子在 $y < 0$ 区域垂直打在荧光屏上, $x_1 = R_1 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ m}$,

由图可知轨迹圆心 O_1 到 O_3 之间的距离 $\Delta x = 2(R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \sqrt{3} \text{ m}$,

所以 $x_2 = x_1 + \Delta x$, $x_3 = x_1 + 2\Delta x$, $x_n = x_1 + (n-1)\Delta x = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ m} + (n-1)\sqrt{3} \text{ m} = (n-0.8)\sqrt{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots)$ 2 分

若粒子在 $y > 0$ 区域垂直打在荧光屏上, 则有 $x'_1 = (2R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \frac{7\sqrt{3}}{10} \text{ m}$,

根据对称轨迹圆心 O_2 到 O_4 之间的距离 $\Delta x' = 2(R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \sqrt{3} \text{ m}$ 1 分

则 $x'_n = x'_1 + (n-1)\Delta x' = \frac{7\sqrt{3}}{10} \text{ m} + (n-1)\sqrt{3} \text{ m} = (n-0.3)\sqrt{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots)$ 1 分

失分注意

注意区分合速度与分速度, 粒子的实际速度是合速度

高分关键

本题中的磁场是交变磁场, 结合图像合理选择时间区间

分情况讨论, 按步骤给分, 中间数学计算推导过程可省略, 结果正确就给分

2025 年河北省高考名校名师联席命制
物理信息卷(八)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	A	D	C	A	A	D	BD	AC	AB

1. B 【热点】核能+比结合能

【深度解析】由题图可知, $^{16}_8\text{O}$ 核的比结合能约为 8 MeV , $^{16}_8\text{O}$ 核的核子数为 16, 因此结合能约为 $16 \times 8 \text{ MeV} = 128 \text{ MeV}$, A

错误; ^4_2He 核的比结合能比 ^6_3Li 核更大, 则 ^4_2He 核比 ^6_3Li 核更稳定(关键: 比结合能越大, 原子核中核子结合得越牢固, 原子核越稳定), B 正确; ^2_1H 核的比结合能小, 更不稳定, 则两

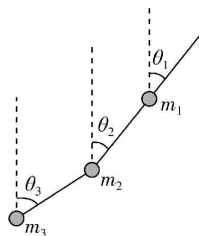
个 ${}^2_1\text{H}$ 核结合成比结合能大的 ${}^4_2\text{He}$ 核时释放能量, C 错误;由题图可知, ${}^{235}_{92}\text{U}$ 核中核子的平均结合能比 ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ 核中的小(关键:比结合能也叫作平均结合能), D 错误。

2. A 【热考点】连接体受力平衡+整体法与隔离法

【深度解析】设每个小球受到的风力为 F , 令 $m_1 = 2\text{ kg}$ 、 $m_2 = 3\text{ kg}$ 、 $m_3 = 1\text{ kg}$, 绳子与竖直方向夹角如图所示, 分别对三个小球整体、小球 m_2 和 m_3 整体、小球 m_3 受力分析可得

$$\tan \theta_1 = \frac{3F}{(m_1+m_2+m_3)g} = \frac{3F}{6g} = \frac{F}{2g}, \tan \theta_2 = \frac{2F}{(m_2+m_3)g} = \frac{2F}{4g} = \frac{F}{2g}, \tan \theta_3 = \frac{F}{m_3g} = \frac{F}{g},$$

所以 $\theta_1 = \theta_2 < \theta_3$, A 正确。



技巧必背 处理多物体平衡问题的技巧

- (1) 合理选择研究对象: 在分析两个或两个以上物体间的相互作用时, 一般采用整体法与隔离法进行分析, 在使用时有时需要先整体再隔离, 有时需要先隔离再整体, 或者交替使用整体法和隔离法。
- (2) 转换研究对象: 用隔离法直接分析一个物体的受力情况不方便时, 可转换研究对象, 先隔离分析与其相互作用的另一个物体的受力情况, 再根据牛顿第三定律分析该物体的受力情况。

3. D 【热考向】 $x-t$ 图像+匀变速直线运动规律

【深度解析】因为物体做匀变速直线运动, 则有 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, 由题图可知, 当 $t = 2\text{ s}$ 时, $x = 6\text{ m}$, 当 $t = 4\text{ s}$ 时, $x = 0$, 联立解得 $v_0 = 6\text{ m/s}$, $a = -3\text{ m/s}^2$ (易错: 加速度是矢量, 注意加速度的正负), 根据速度—时间公式可知, 在 $t = 4\text{ s}$ 末物体的速度为 $v = 6\text{ m/s} + (-3) \times 4\text{ m/s} = -6\text{ m/s}$, 即此时速度大小为 6 m/s , D 正确。

4. C 【热情境】宇宙速度+卫星变轨+机械能

【深度解析】

选项	分析	结论
A	嫦娥六号并没有摆脱地球引力的束缚, 返回地球时最大速度不超过第二宇宙速度	×
B	第一宇宙速度是绕地球做圆周运动的最大环绕速度, 则嫦娥六号在第三个过程中, 反弹离开大气层到达最高点时的运动速度一定小于第一宇宙速度	×
C	嫦娥六号从环月轨道经 Z 点时加速, 做离心运动, 然后变轨到月地转移轨道	✓
D	嫦娥六号在环月轨道上 P 点和 Z 点时机械能相等, 由于嫦娥六号从环月轨道经 Z 点时需要加速变轨到月地转移轨道, 则嫦娥六号在月地转移轨道 Z 点处的机械能大于在环月轨道上 P 点处的机械能	×

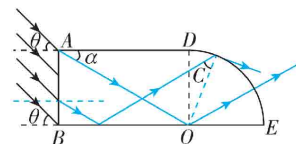
5. A 【热模型】平抛运动与斜面结合

【深度解析】将运动员在空中的运动沿平行赛道和垂直赛道方向分解, 可知运动员在垂直赛道方向上做斜抛运动, 则运动员从 A 运动到 P 点和从 P 点运动到 B 点所用时间相等, 运动员沿平行赛道方向做加速度为 $g \sin \theta$ 的匀加速直线运动, 因此运动员沿平行赛道方向从 A 运动到 P 点的时间与从 P 点运动到 B 点的时间相等, 设整个运动时间为 t , 则平行赛道方向的位移之差 $CB - AC = g \sin \theta \left(\frac{t}{2} \right)^2$ 。将运动员在空中的运动沿水平方向和竖直方向分解, 运动员在水平方向上做匀速直线运动, 又运动员从 A 运动到 P 点与从 P 点运动到 B 点所用的时间相等, 则运动员从 A 到 P 点与从 P 点到 B 点的水平位移相等, 根据几何知识得 $AD = DB$, 则 $CB - AC = (CD + DB) - AC = (CD + AD) - AC = CD + AC + CD - AC = 2CD = g \sin \theta \cdot \left(\frac{t}{2} \right)^2$, $CD = \frac{1}{2} g \sin \theta \left(\frac{t}{2} \right)^2$, 运动员做平抛运动, 有 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2} g t^2$, 又 $\tan \theta = \frac{y}{x}$, 解得 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g}$, 则 $CD = \frac{v_0^2 \sin \theta \tan^2 \theta}{2g}$, A 正确。

技巧必背 当运动员的速度与赛道平行时, 竖直分速度与水平分速度的比值等于赛道倾角的正切值, 当运动员处于运动全过程的中间时刻时, 运动员距赛道最远。

6. A 【热考点】光的折射和全反射

【深度解析】作出从 A 点入射的平行光的光路图如图所示, 设折射角为 α , 根据几何关系有 $\tan \alpha = \frac{OD}{AD} = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 解得 $\alpha = 30^\circ$, 根据折射定律有 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha} = \sqrt{2}$, 设发生全反射的临界角为 C , 则有 $\sin C = \frac{1}{n}$, 解得临界角 $C = 45^\circ$, 作出入射光进入透明材料经 BE 面反射后恰好在圆弧面上发生全反射的光路图, 根据几何关系可知, 圆弧面上有光射出部分的圆弧对应的圆心角为 45° , 则圆弧面上有光射出部分的弧长 $l = \frac{45^\circ}{360^\circ} \times 2\pi R = \frac{1}{4} \pi R$, A 正确。



7. D 【热考点】电场性质+静电平衡

【深度解析】金属导体球 B 上会产生感应电荷, 由于感应电荷对场源电荷的影响, 结合沿着电场线方向电势逐渐降低, 可得 $\varphi_a > \varphi_b = \varphi_c > \varphi_d > \varphi_e$, A 错误; b、c 两点处电场强度大小相等, 方向不同 (易错: 电场强度是矢量, 既要考虑大小, 也要考虑方向), B 错误; 点电荷 A 在 d 处产生的场强大小 $E = \frac{kQ}{(2L)^2 - L^2} = \frac{kQ}{3L^2}$, 但金属导体球 B 外表面场强不为零, 则金属导体球 B 上的感应电荷在外表面 d 处产生的场强大小不等于 $\frac{kQ}{3L^2}$, C 错误; 点电荷 A 在 O' 处产生的场强大小 $E = \frac{kQ}{4L^2}$, 方向沿 x 轴正方向, 金属导体球 B 内部电场强度为零, 则金属导体球 B 上的感应电荷在球心 O' 处产生的场强大小为 $\frac{kQ}{4L^2}$, 方向沿 x 轴负方向, D 正确。

技巧必背 处于静电平衡状态的导体的特点:

- ①感应电荷的电场强度 $E_{\text{感}}$ 与外电场的电场强度 $E_{\text{外}}$ 叠加抵消使得导体内部电场强度处处为 0。
- ②整个导体是一个等势体,导体表面是一个等势面,表面和内部各点电势处处相等。
- ③导体表面处的电场强度方向与导体表面垂直。
- ④导体内部没有净剩电荷,电荷只分布在导体的外表面上。
- ⑤在导体外表面越尖锐的位置电荷的密度(单位面积上的电荷量)越大,凹陷的位置几乎没有电荷。

8. BD 【热考点】远距离输电+变压器动态分析

【深度解析】 $R_{\text{变}}$ 的滑片向下滑动, $R_{\text{变}}$ 接入电路的阻值减小, 将降压变压器及 $R_{\text{变}}$ 等效为一个电阻 $R_{\text{等}}$, 则 $R_{\text{等}} = n^2 R_{\text{变}}$, 则升压变压器的输出电压 $U_2 = I_3(R + R_{\text{等}}) = I(R + n^2 R_{\text{变}})$, U_2 不变, $R_{\text{变}}$ 减小, 可知输电线上的电流 I_3 增大, 输电线上的损耗功率变大, 又因为升压变压器输出电压 U_2 不变, 则降压变压器的输入电压减小, 则降压变压器的输出电压减小, 电压表的示数 U 减小, **A 错误, B 正确**; $R_{\text{变}}$ 的滑片向上滑动, $R_{\text{变}}$ 接入电路的阻值增大, 结合上述分析可知输电线中的电流 I_3 减小, 则降压变压器的输入电压 U_3 增大, U_2 依旧不变, 输电效率为 $\eta = \frac{I_3 U_3}{I_3 U_2}$, 可知输电效率提高, **C 错误**; 根据闭合电路的欧姆定律可知, 降压变压器原线圈两端的电压 $U_3 = U_2 - I_3 R$, 根据理想变压器电压比与匝数比之间的关系有 $\frac{U_3}{U} = n$, 可得 $U = \frac{U_3}{n} = \frac{U_2 - I_3 R}{n}$, 根据理想变压器匝数比与电流比之间的关系有 $\frac{I_3}{I} = \frac{1}{n}$, 联立可得 $U = \frac{U_2}{n} - \frac{R}{n^2} \cdot I$, 由于升压变压器原线圈无负载, 因此 U_2 始终不变, 则根据以上函数关系可知 $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{R}{n^2}$, **D 正确**。

9. AC 【热考点】机械波传播规律+波的多解问题

【深度解析】由题图可知, 简谐横波的振幅为 2 cm, 周期为 0.2 s, 当 $t=0$ 时, 由质点 a 的振动图像可得 $1 \text{ cm} = 2 \sin \theta \text{ cm}$, 得 $\theta = \frac{\pi}{6}$, 则质点 a 的振动方程为 $y = 2 \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ cm} = 2 \sin \left(10\pi t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ cm}$, **A 正确**; 在 0.1 ~ 0.15 s, 质点 b 由平衡位置向波谷运动, 则质点 b 做加速度逐渐变大的减速运动, **B 错误**; 经分析可知, a 、 b 两质点间距离为 $\left(n + \frac{1}{12} \right) \lambda = 0.5 \text{ m}$ ($n=0, 1, 2, \dots$), 波的传播速度为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{5}{2 \left(n + \frac{1}{12} \right)} \text{ m/s}$ ($n=0, 1, 2, \dots$), 传播速度为 30 m/s 时, $n=0$, 传播速度为 15 m/s 时, $n = \frac{1}{12}$, 则此波的传播速度可能为 30 m/s, 不可能为 15 m/s, **C 正确, D 错误**。

技巧必背 解决波的多解问题的思路

通常采用从特殊到一般的思维方法, 即找出一个周期内满足条件关系的 Δt 或 Δx , 若满足时间关系, 则 $t = nT + \Delta t$ ($n=0, 1, 2, \dots$); 若满足距离关系, 则 $x = n\lambda + \Delta x$ ($n=0, 1, 2, \dots$)。

10. AB 【热模型】单杆切割磁感线模型+含电阻电路

【深度解析】设金属杆匀速运动时的速度为 v_0 , 则产生的感应电动势 $E = BLv_0$, 感应电流 $I_0 = \frac{E}{R} = \frac{BLv_0}{R}$, 受到的安培力

$$F = BI_0 L = \frac{B^2 L^2 v_0}{R}, \text{ 由于 } 0 \sim T \text{ 时间内金属杆和重物匀速运动,}$$

故 $F = mg$, 解得 $v_0 = \frac{mgR}{B^2 L^2}$, 所以 $0 \sim T$ 时间内通过电阻 R 的电荷量 $q_1 = I_0 T = \frac{mgT}{BL}$, 电阻 R 上产生的热量 $Q_1 = I_0^2 RT = \frac{m^2 g^2 RT}{B^2 L^2}$, 金属杆移动的位移大小 $x_1 = v_0 T = \frac{mgRT}{B^2 L^2}$, 剪断细线

以后, 从剪断细线到速度减为原来的一半的过程中, 定值电阻 R 上产生的热量 $Q_2 = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m \left(\frac{1}{2} v_0 \right)^2 = \frac{3m^3 g^2 R^2}{8B^4 L^4}$, 故

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\frac{m^2 g^2 RT}{B^2 L^2}}{\frac{3m^3 g^2 R^2}{8B^4 L^4}} = \frac{8B^2 L^2 T}{3mR}, \text{ B 正确; 设剪断细线后任一时刻}$$

金属杆速度为 v , 所受安培力为 F' , 则有 $F' = \frac{B^2 L^2 v}{R}$, 经过一小段时间 Δt ($\Delta t \rightarrow 0$), 速度变化量为 Δv , 根据动量定理可知

$$-F' \Delta t = m \Delta v, \text{ 即有 } -\frac{B^2 L^2 v}{R} \Delta t = m \Delta v, \text{ 对从剪断细线到金属杆速度减半的过程求和可得 } -\frac{B^2 L^2 x_2}{R} = m \left(\frac{1}{2} v_0 - v_0 \right), \text{ 解得}$$

$$x_2 = \frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}, \text{ 同理, 设从速度减半到停下来, 金属杆前进的位移大小为 } x_3, \text{ 则有 } -\frac{B^2 L^2 x_3}{R} = m \left(0 - \frac{1}{2} v_0 \right), \text{ 解得 } x_3 = x_2 =$$

$$\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4} < \frac{m^2 g R^2}{B^4 L^4}, \text{ 故 } t = 2T \text{ 以后金属杆又前进的距离不可能为}$$

$$\frac{m^2 g R^2}{B^4 L^4}, \text{ D 错误; 设金属杆停止运动前任一时刻的速度为 } v',$$

$$\text{电流为 } I', \text{ 则有 } I' = \frac{E'}{R} = \frac{BLv'}{R}, \text{ 经过一小段时间 } \Delta t, \text{ 通过电阻}$$

$$R \text{ 的电荷量 } \Delta q = I' \Delta t, \text{ 求和可得 } q = \sum \Delta q = \frac{BL}{R} \sum v' \Delta t = \frac{BLx}{R}, \text{ 可知通过电阻 } R \text{ 的电荷量与金属杆前进的距离成正比, 则}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{\frac{mgRT}{B^2 L^2}}{\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}} = \frac{2B^2 L^2 T}{mR}, \text{ A 正确, C 错误。}$$

(4)若敲击木条侧面时小球获得一个较小的水平速度,小球将做平抛运动,平抛运动的竖直方向的分运动为自由落体运动,故对实验测量结果**没有**影响。

(5)**小明**的方法更合理,因为**小明的手机接收两次声音滞后的时间几乎相等,时间间隔测量更准确**。

12. (1)图 2(2分) (2)①Ⅱ(1分) ②图 5(2分)

③9.00(8.98~9.02)(2分) 0.500(0.460~0.540)(2分)

【热考点】电容器充、放电+测电源电动势和内阻

【深度解析】(1)在电容器的充、放电过程中,电流会先增大后减小,且可能会反向。题图 2 中的电流表指针指向中间,且左右两边都有刻度,说明它可以测量交变电流,即电流方向改变时,指针可以向左右两边偏转,因此适合本实验。而题图 3 中的电流表只能测量单向电流,不适合本实验,则应

选择的电流表表头为题图 2。

(2)①根据题中电路图 5 测量数据描绘的 $U-I$ 图线中,图像的斜率的绝对值等于电池内阻和电流表内阻之和,则斜率的绝对值较大,则应为题图 7 中Ⅱ;

②根据题中条件,因为电流表内阻已知(关键:选用电路图 5,计算内阻时可以减去电流表内阻),则本次实验应选择题中电路图 5;

③综合分析,根据题图 7 中的图线Ⅱ以及 $U=E-I(r+R_A)$,可得该电源电动势 $E=9.00\text{ V}$,内阻为 $r=\frac{\Delta U}{\Delta I}-R_A$,代入数据得 $r=\frac{9.0-8.5}{0.5}\Omega-0.5\Omega=0.500\Omega$ 。

计算题超详解及评分标准

13. (1) $\frac{7p_0}{6}$ (2) $\frac{6}{7}$

【热情境】真空旅行壶中气体变质量问题+气体实验定律

【深度解析】(1)静置一小段时间过程中,壶内空气的体积不变,静置前壶内空气温度 $T_1=27\text{ }^\circ\text{C}=300\text{ K}$,静置后壶内空气温度 $T_2=77\text{ }^\circ\text{C}=350\text{ K}$ (关键:确定气体变化前后的状态参量),根据查理定律有 $\frac{p_0}{T_1}=\frac{p_1}{T_2}$ 1分

解得 $p_1=\frac{7p_0}{6}$ 1分

(2)壶容量为 2.0 L,装入 0.8 L 的开水后,壶内空气的体积为 $V_1=2.0\text{ L}-0.8\text{ L}=1.2\text{ L}$ 1分

迅速打开壶盖过程中壶内空气的温度不变,压强变为大气压 p_0 ,根据玻意耳定律有 $p_1V_1=p_0V_2$ 1分

解得 $V_2=1.4\text{ L}$ 1分

设此时壶内剩余空气的密度为 ρ ,则壶内剩余空气的质量为 $m_1=\rho V_1$ 1分

原来装入水后壶内空气的总质量为 $m=\rho V_2$ 1分

此时壶内剩余空气的质量与原来装入水后壶内空气质量的比值 $k=\frac{m_1}{m}=\frac{6}{7}$ 1分

14. (1) $\frac{2\pi mv_0^2}{qL}$ (2) $\frac{(90+143\pi)L}{45v_0}$ (3) $7v_0$

【热考点】带电粒子在电磁场中的运动

【深度解析】(1)粒子在 PO 间做类平抛运动,平行于 x 轴方向有 $6L=3v_0t_1$ 1分

解得 $t_1=\frac{2L}{v_0}$,

平行于 y 轴方向有 $4L=\frac{1}{2}at_1^2$ 1分

根据牛顿第二定律得 $qE=ma$ 1分

解得 $a=\frac{2v_0^2}{L}$, $E=\frac{2mv_0^2}{qL}$ 1分

(2)设粒子经过 O 点时速度方向与 x 轴正方向的夹角为 θ ,

沿 y 轴方向的分速度 $v_{1y}=at_1=4v_0$,则 $\tan\theta=\frac{v_{1y}}{3v_0}=\frac{4}{3}$,

解得 $\theta=53^\circ$ 1分

粒子在磁场中运动的速度大小 $v_1=\frac{3v_0}{\cos 53^\circ}=5v_0$ 1分

粒子在 y 轴右侧磁场中的运动轨迹如图 1 所示,

失分注意

计算时要把摄氏温度转换成热力学温度

按步骤给分, V_1 的求解过程不能省略

比值 k 写反不给分

高分关键

根据运动的合成与分解,平抛运动过程中,水平方向与竖直方向具有同时性

圆上任意一点的切线与过该点的半径垂直

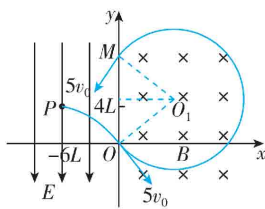


图 1

由几何关系得 $\angle OO_1M = 74^\circ$, 粒子在 y 轴右侧做圆周运动的时间 $t_2 = \frac{360^\circ - 74^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi r}{v_1} \dots\dots 1$ 分

由洛伦兹力提供向心力,有 $qv_1B = \frac{mv_1^2}{r}$ 1 分

代入 $B = \frac{mv_0}{2qL}$,

联立解得 $t_2 = \frac{143\pi L}{45v_0}$ 1 分

从 P 点运动到 M 点的总时间 $t=t_1+t_2=\frac{2L}{v_0}+\frac{143\pi L}{45v_0}=\frac{(90+143\pi)L}{45v_0}$ 1 分

(3) 粒子离开 M 点回到 y 轴左侧后, 对粒子受力分析, 如图 2 所示,

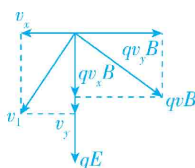


图 2

粒子从 M 点到 N 点, 在 x 轴方向上, 分速度减为 0, 由动量定理得 $-\sum qv_y B \cdot \Delta t = 0 - mv_x$,

其中 $v_x = v_1 \cos 53^\circ = 3v_0$, 设 $\sum v_y \cdot \Delta t = d$,

则 $-qBd = -3mv_0$ 1 分

解得 $d=6L$,

从 M 点到 N 点,洛伦兹力不做功,由动能定理得 $qEd = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 2 分

解得 $v_2 = 7v_0$ 1 分

技巧必背 当力与速度成正比($F=kv$)时,此力的冲量可以用微元法累积出位移 x ,即 $I = \sum kv_i t_i = kx$ 。

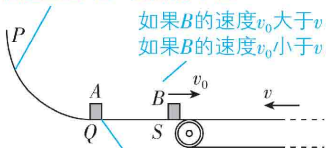
15. (1) 4 m/s (2) 162 J (3) $34 \text{ N} \cdot \text{s}$

【热模型】含传送带的动量、能量综合问题

【题图剖析】

A、B在圆弧轨道上运动，机械能守恒

如果B的速度 v_0 大于 v ，则返回速率为 v
如果B的速度 v_0 小于 v ，则返回速率为 v_0



A、B碰撞，损失机械能；

A、B返回后，A静止，损失机械能

【深度解析】(1) 传送带足够长, 则物块 B 在传送带上向右滑动的速度一定能减小到 0, 传送带的速度大小 $v = 8 \text{ m/s}$, 小于物块 B 初始的速度大小 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 则物块 B 第一次滑离传送带时速率等于传送带的速率 $v = 8 \text{ m/s}$; 设物块 A 、 B 第一次碰撞之后速度大小为 $v_{\text{共}}$, 对物块 A 、 B 碰撞过程, 根据动量守恒定律有 $Mv = (M+m)v_{\text{共}}$ 2 分
解得 $v_{\text{共}} = 4 \text{ m/s}$,

物块 A 、 B 碰撞之后,第一次沿圆弧轨道向上运动和返回过程中系统的机械能守恒,即 A 、 B 分开前瞬间它们的速度大小 $v_{\text{共}} = 4 \text{ m/s}$,

所以 A 、 B 分开时物块 B 的速度大小为

$$v_1 = v_{\text{共}} = 4 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

最后结果没有通分也给分

失分注意

注意公式左侧有个负号,没写不给分

▶ 运用动能定理时注意右侧应该用末态-初态

信息卷
(八)

► 高分关键

因为传送带足够长,所以物块 B 滑离传送带时,会与传送带共速

这里也可以用动能定理求解,从第一次碰撞到第一次分开,整个过程重力做功为0,所以动能不变,只是速度方向改变了

(2) 物块 B 第一次滑上传送带向右减速运动, 根据牛顿第二定律有

$$\mu Mg = Ma \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得减速运动的加速度大小 $a = 2 \text{ m/s}^2$,

$$\text{物块 } B \text{ 减速到零的时间 } t_1 = \frac{v_0}{a} = 5 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

设物块 B 和传送带运动的位移大小分别为 x_1 和 x_2 , 减速过程中相对滑动的位移大小为

$$\Delta x_1 = x_1 + x_2 = \frac{v_0}{2} t_1 + vt_1 = 65 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

物块 B 在传送带上减速到零后向左加速运动, 加速运动的加速度大小依旧为 $a = 2 \text{ m/s}^2$,

物块 B 向左加速到与传送带速度相等后不再发生相对滑动,

$$\text{加速运动的时间 } t_2 = \frac{v}{a} = 4 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

设加速过程中物块 B 和传送带运动的位移大小分别为 x_3 和 x_4 , 加速过程中相对滑动的位移

$$\text{大小为 } \Delta x_2 = x_4 - x_3 = vt_2 - \frac{v}{2} t_2 = 16 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{整个过程中因摩擦产生的热量为 } Q_1 = \mu Mg(\Delta x_1 + \Delta x_2) = 162 \text{ J} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 物块 A 、 B 第一次碰撞后, 物块 B 以速率 $v_1 = 4 \text{ m/s}$ 滑上传送带, 物块 B 的速率 $v_1 = 4 \text{ m/s}$, 小于传送带的速率, 则物块 B 向右减速到 0 后再向左加速, 减速和加速过程的加速度大小相等, 根据运动的对称性可知物块 B 离开传送带时速度大小也为 $v_1 = 4 \text{ m/s}$, 物块 B 在传送带上运动的时间为

$$T_1 = \frac{-v_1 - v_1}{-a} = 4 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

设物块 A 、 B 第二次碰撞之后速率为 v_2 , 物块 A 、 B 碰撞过程, 根据动量守恒定律有

$$Mv_1 = (M+m)v_2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得 $v_2 = 2 \text{ m/s}$,

物块 B 以速率 $v_2 = 2 \text{ m/s}$ 滑上传送带, 同理, 物块 B 离开传送带时速度大小也为 $v_2 = 2 \text{ m/s}$, 物块 B 在传送带上运动的时间为

$$T_2 = \frac{-v_2 - v_2}{-a} = 2 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

之后重复上述过程, 设物块 A 、 B 第 n 次碰撞之后速度为 v_n , 物块 A 、 B 碰撞过程,

$$\text{根据动量守恒定律有 } Mv_{n-1} = (M+m)v_n \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } v_n = \frac{M}{M+m} v_{n-1} = \frac{1}{2^n} v = \frac{8}{2^n} \text{ m/s} (n=1, 2, 3, \dots),$$

物块 B 以速率 $v_n = \frac{8}{2^n} \text{ m/s} (n=1, 2, 3, \dots)$ 滑上传送带, 物块 B 的速率 v_n 小于传送带的速率,

则物块向右减速到 0 后再向左加速, 减速和加速过程的加速度大小相等, 根据运动的对称性可知物块 B 离开传送带时速度大小也为 v_n , 物块 B 在传送带上运动的时间为

$$T_n = \frac{-v_n - v_n}{-a} = \frac{8}{2^n} \text{ s} (n=1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

物块 B 在传送带上与传送带相对滑动过程中会受到水平向左的滑动摩擦力, 速度与传送带速度相同之后不再受到摩擦力的作用, 则摩擦力的作用时间为 $t = t_1 + t_2 + T_1 + T_2 + \dots + T_n$

当 n 趋于无穷时, 根据等比数列求和公式得

$$T_1 + T_2 + \dots + T_n = \frac{4 \left(1 - \frac{1}{2^n} \right)}{1 - \frac{1}{2}} \text{ s} = 8 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{则摩擦力的冲量大小为 } I = \mu Mgt = 34 \text{ N} \cdot \text{s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

► 注意求解摩擦力产生的热量时, 要代入相对位移计算

► 高分关键

物块 B 在传送带上先减速到 0 再反向加速, 且具有对称性

► 该公式前需要有必要的文字描述运动的整个过程, 否则不给分

► 如继续往下一步一步推导且思路正确, 但没得到最终结果, 可给 2 分

► 高分关键

多次碰撞过程一般都具有对称性, 解题的时候大多数需要用到等比或等差数列的知识