

答案详解

第八章 静电场

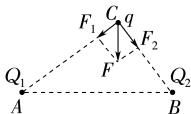
第 42 课时

考点 1

保持不变 感应 得失电子 1.60×10^{-19} 整数 电荷量
质量 大小、形状 真空 点电荷 正比 反比 9.0×10^9
真空中 静止点电荷

情境辨析 (1)√ (2)× (3)√

典例 1 B [根据电荷 q 受到的静电力方向,可以判断出点电荷 Q_1 、 Q_2 对 q 的静电力的方向,设 Q_1 、 Q_2 对 q 的静电力分别为



F_1 和 F_2 , 如图所示,根据库仑定律有 $F_1 = k \frac{Q_1 q}{AC^2}$, $F_2 = k \frac{Q_2 q}{BC^2}$, 根据几何关系 $AB : AC : BC = 5 : 4 : 3$, 可知 $\angle A = 37^\circ$, $\tan 37^\circ = \frac{F_1}{F_2}$, 联立可得 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{4}{3}$, 故 B 正确。]

拓展思考 解析: A、B 位置的两个等量正点电荷对 O 点的 $-2q$ 的点电荷的库仑力为引力, 其合力方向由 C 指向 O, C 位置的 $-2q$ 的点电荷对 O 点的电荷的库仑力为斥力, 方向也由 C 指向 O, 可知 O 点处固定的 $-2q$ 的点电荷所受库仑力的合力方向由 C 指向 O, 根据几何关系, 三个点电荷到中心 O 的间距

为 $r = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}a}{3}$, A、B 位置的两个点电荷对 O 点的点电荷的库仑力的合力为 $F_1 = 2 \cdot \frac{kq \cdot 2q}{r^2} \cdot \cos 60^\circ = \frac{6kq^2}{a^2}$, C 位置的点电荷对 O 点的点电荷的库仑力为 $F_2 = \frac{k \cdot 2q \cdot 2q}{r^2} = \frac{12kq^2}{a^2}$, 则中心 O 点处点电荷受到的库仑力为 $F = F_1 + F_2 = \frac{18kq^2}{a^2}$, 方向由 C 指向 O。

答案: $\frac{18kq^2}{a^2}$, 方向由 C 指向 O

典例 2 BC [三个自由点电荷在同一直线上处于平衡状态, 根据“两大夹一小, 两同夹一异”可知, b 受方向相反的两个库仑力的作用, 所以 a 和 c 是同种电荷, 对 a 分析, c 给它向左的库仑斥力, 所以 b 给它向右的库仑引力, 故 b 与 a 、 c 的电性不同, 由题意知 a 带正电, 所以 b 带负电, c 带正电, 故 A 错误, B 正确;

根据库仑定律和点电荷受力平衡, 有 $k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q_1 q_3}{(2r)^2} = k \frac{q_2 q_3}{r^2}$, 解得 $q_1 : q_2 : q_3 = 4 : 1 : 4$, 故 C 正确, D 错误。]

考点 2

1. 正电荷 无关 矢量和

2. 匀强电场

判断正误 (1)× (2)× (3)√ (4)×

典例 3 BD [由题图乙知, 两直线都是过原点的倾斜直线, 由电场强度的定义式可知, 其斜率的绝对值为各点的电场强度大小, 则 $E_A = \frac{F_A}{q_A} = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$, $E_B = \frac{F_B}{|q_B|} = 0.5 \times 10^3 \text{ N/C} = \frac{E_A}{4}$, 同一点电荷在 A 点受到的静电力比在 B 点的大, C 错误, D 正确; 由题图乙可知正检验电荷在 A 点受到的静电力方向为正, 负检验电荷在 B 点受到的静电力方向也为正, 可知 A、B 两点电场强度方向相反, 则点电荷 Q 在 A、B 之间, 且为负电荷, A 错误, B 正确。]

考点 3

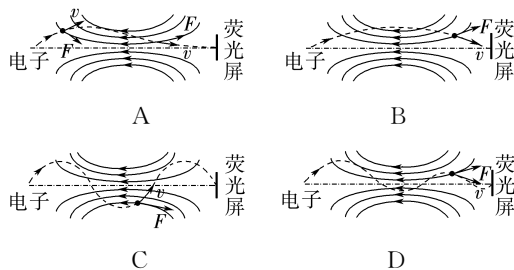
1. (1)假想 不存在 (2)正 无穷远 不闭合 (3)相交 相切 疏密程度

2. 小 大 最小 不为 0 0 最大 减小 最小 先变大后变小 同向 反向

判断正误 (1)× (2)× (3)× (4)√

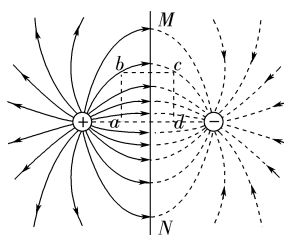
典例 4 AC [等量异种点电荷连线的中垂线是一条等势线, 电场强度方向与等势线垂直, 因此 E、F 两点的电场强度方向相同, 由于 E、F 是连线中垂线上相对 O 对称的两点, 则其电场强度大小也相等, 故 A 正确; 根据对称性可知, A、D 两点处电场线疏密程度相同, 则 A、D 两点的电场强度大小相同, 由题图甲看出, A、D 两点电场强度方向相同, 故 B 错误; 由题图甲看出, B、O、C 三点比较, O 点的电场线最稀疏, 电场强度最小, 故 C 正确; 由题图甲可知, 电子从 E 点向 O 点运动的过程中, 电场线逐渐变密, 则电场强度逐渐增大, 电子所受静电力逐渐增大, 故 D 错误。]

典例 5 A [电子只受静电力的作用, 在电场中做曲线运动, 电子做曲线运动时, 运动轨迹应处在静电力方向与速度方向之间, 且静电力方向沿电场线的切线方向、速度方向沿轨迹的切线方向, 画出电子在某一点的受力方向和速度方向如图所示, 可知 A 正确, B、C、D 错误。



素养提升 5

典例 1 B [由题意可知, 点电荷 $+Q$ 和导体板 MN 周围空间电场与等量异种点电荷产生的电场等效, 所以 a 点的电场强度 $E = k \frac{Q}{(\frac{L}{2})^2} + k \frac{Q}{(\frac{3L}{2})^2} = \frac{40kQ}{9L^2}$, 故



A 错误; 等量异种点电荷周围的电场线分布如图所示, 由图可

知 $E_a > E_b$, 故 B 正确; M, N 右侧无电场, d 点的电势为 0, 正电荷从 $a \rightarrow d$ 电势能的变化量不为 0, 故 C、D 错误。]

典例 2 A [由已知条件可得薄板与点电荷在 P 点的电场强度等大反向, 则薄板在 P 点的电场强度大小 $E_1 = \frac{kq}{(4d)^2} = \frac{kq}{16d^2}$, 根据对称性可知薄板在 Q 点的电场强度大小 $E_2 = E_1 = \frac{kq}{16d^2}$, 方向相反, 则 Q 点电场强度大小为 $E_Q = \frac{kq}{4d^2} + \frac{kq}{16d^2} = \frac{5kq}{16d^2}$, 故选 A。]

典例 3 B [将 AB 部分补上, 使球壳变成一个均匀带正电的完整的球壳, 根据题千条件, 则完整球壳的电荷量为 $Q = \frac{3}{2}q$, 为保证电荷量不变, 球面 AB 带负电荷量为 q , 则该球壳带正电的部分在 M 点产生的电场强度为 $E_M = \frac{kQ}{(2R)^2} = \frac{3kq}{8R^2}$, 根据对称性可知, 带正电的部分球壳在 N 点产生的电场强度大小为 $E_N = \frac{3kq}{8R^2}$, 球面 AB 带负电荷量为 q , 在 N 点产生的电场强度大小为 $2E$, 两者方向相反, 则 N 点的电场强度大小为 $E_N' = \left| \frac{3kq}{8R^2} - 2E \right|$, 故 B 正确。]

典例 4 B [把圆环分为 n 等份 (n 足够大), 每一份的电荷量为 Δq , 则有 $n = \frac{q}{\Delta q}$, 每小份可以看成点电荷, 由点电荷的电场强度公式可知每小份产生的电场在 P 点的电场强度大小均为 $E_0 = \frac{k\Delta q}{(AP)^2}$, 由几何关系 $\sin 37^\circ = \frac{r}{AP}$, 可得 $E_0 = \frac{9k\Delta q}{25r^2}$ 。在 P 点, E_0 在垂直 x 轴方向的分量大小为 E_y , 根据对称性, n 个 E_y 的矢量和为 0, E_0 在 x 轴方向的分量大小为 $E_x = E_0 \cos 37^\circ$, n 个 E_x 的矢量和就是圆环产生的电场在 P 点的电场强度, 即 $E = nE_x$, 解得 $E = \frac{36kq}{125r^2}$, A、C、D 错误, B 正确。]

第 43 课时

考点 1

- 有关 无关
- (2) 无穷远处 大地表面
- (1) 减少量 $E_{pA} - E_{pB}$ 减少 增加
- (1) 电势能 (3) 标 (4) 相对性
- 电压 $\varphi_A - \varphi_B$

情境辨析 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$

典例 1 AC [根据沿着电场线方向电势降低, 可知 M 点的电势比 N 点的低, 污泥絮体带负电, 污泥絮体从 M 点移到 N 点, 静电力对其做正功, 电势能减小, 故 A、C 正确; 根据电场线的疏密程度可知 N 点的电场强度比 P 点的小, 故 B 错误; M 点和 P 点在同一等势面上, 则污泥絮体在 M 点的电势能与在 P 点的电势能相等, 结合 A、C 两项分析, 可知污泥絮体在 P 点的电势能比其在 N 点的大, 故 D 错误。故选 AC。]

典例 2 BC [由两个等量异种点电荷所形成电场的对称性可知, A、B、C、D 四点电场强度大小相等, 但方向不都相同, 所以同一个带电粒子在这四个点受到的静电力不都相同, 故 A 错

误; 由等势面的对称性可知, A、C 两点电势相等, 故同一个带电粒子在这两点的电势能相等, 故 B 正确; 由于等量异种点电荷连线中垂线上的电势等于无穷远处的电势 (取无穷远处的电势为 0), 又 A、B 和 C、D 关于该中垂线对称, 它们之间的电势差为 U_0 , 故有 $\varphi_A = \varphi_C = \frac{U_0}{2}$, $\varphi_B = \varphi_D = -\frac{U_0}{2}$, 由静电力做功的公式 $W = qU$ 得, 把带电粒子从无穷远处分别移到 B、C 两点静电力做的功为 $W_B = q\frac{U_0}{2}$, $W_C = -q\frac{U_0}{2}$, 故 C 正确, D 错误。]

考点 2

- (1) Ed 电场方向 (2) 电势降低 电场方向 电势判断正误 (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$

典例 3 C [取 ac 边的中点 d , 则在匀强电场中有 $\varphi_d = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2} = 4 \text{ V} = \varphi_b$, 所以 bd 连线为该电场的等势线, 又电场方向垂直于等势线, 且由高电势指向低电势, 可知 a 点的电场方向由 a 指向 c , C 正确。]

拓展思考 AC [电场线的疏密程度表示电场强度的大小, 电场线越密电场强度越大, 故 $E_A > E_B > E_C$, A 正确; 沿电场线方向电势降低, 故 $\varphi_A > \varphi_B > \varphi_C$, B 错误; 因为 $U = Ed$, 所以相同距离时, 电场强度越大, 电势降低越快, 而 AB 间的平均电场强度大于 BC 间的平均电场强度, 故 $U_{AB} > U_{BC}$, C 正确, D 错误。]

典例 4 B [避雷针带正电, 电场线从避雷针指向云层下表面, 可知实线为电场线, 虚线为等势线, 选项 A 错误; 电子由 C 点沿电场线运动到 A 点的过程中静电力做正功, 则动能增加, 选项 B 正确; 因 AB 部分电场线密集, 电场强度较大, 根据 $U = Ed$ 可知 $U_{AB} > U_{BC}$, 选项 C 错误; 因 A 点的电场线较 D 点密集, 可知 $E_A > E_D$, 沿电场线方向电势降低, 可知 $\varphi_A > \varphi_D$, 选项 D 错误。]

考点 3

- (1) 电势相同 (2) 不做功 高 低 越大 密集 越小判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$ (4) $\checkmark$

典例 5 BCD [根据沿电场线方向电势降低可知, 带电体带正电, 根据粒子的运动轨迹及粒子做曲线运动所受合外力指向轨迹凹侧可知, 粒子带正电, A 错误; 根据等差等势面越密集, 电场强度越大可知, M 点的电场强度小于 N 点的电场强度, B 正确; 粒子在运动过程中, 静电力先做负功后做正功, 粒子动能先减小后增大, 粒子在电势最高处动能最小, C 正确; 根据 $E_p = q\varphi$ 可知, 带正电的粒子在电势高的地方电势能大, 因此粒子在 M 点的电势能大于在 N 点的电势能, D 正确。]

典例 6 C [由题意可知相邻两等势线间的电势差相等, 则题图中的等势线为等差等势线, 等差等势线越密集的地方电场强度越大, 由题图可知 a 点的电场强度最大, c 点的电场强度最小, A、B 错误; 一个电子从 b 点移动到 c 点的过程, 静电力做功为 $W_{bc} = qU_{bc}$, 又 $q = -e$, $U_{bc} = \varphi_b - \varphi_c$, 代入数据解得 $W_{bc} = 2 \text{ eV}$, C 正确; 同理, 一个电子从 a 点移动到 d 点的过程, 静电力做功为 $W_{ad} = qU_{ad}$, 又 $U_{ad} = \varphi_a - \varphi_d$, 代入数据解得 $W_{ad} = 4 \text{ eV}$, 该过程电子的电势能减少了 4 eV , D 错误。]

考点 4

1. (2)相反 停止

2. 密集

判断正误 (1)√ (2)√ (3)√

典例 7 D [由题图可知,高压电源的负极接电晕极,正极接收尘极,水平面内的电场分布类似于负点电荷周围的电场,金属圆筒内电场线由收尘极指向电晕极,越靠近收尘极电势越高,向收尘极运动的尘埃带负电荷,电场强度由电晕极到收尘极逐渐减小,由 $F=qE$ 可知带电尘埃向收尘极运动的过程中所受静电力越来越小,故 A、B、C 错误;依题意,带电尘埃向收尘极运动过程中静电力做正功,电势能越来越小,故 D 正确。]

第 44 课时

进阶点 1

典例 1 B [小球所受的库仑力 $F=k\frac{Qq}{r^2}$, 由于 $r_e > r_b$, 则小球在 e 点所受的库仑力小于在 b 点所受的库仑力, 故 A 错误。带电小球从 c 点到 d 点所受的库仑力为斥力, 方向沿半径向外, 与运动方向垂直, 则从 c 到 d 库仑力不做功, 电势能不变; 从 d 点到 e 点带电小球受到的库仑力做正功, 电势能减小, 故 B 正确。由于 $r_f > r_d$, $\varphi_d > \varphi_f$, 由电势能公式 $E_p = q\varphi$ 知 $E_{pd} > E_{pf}$, 根据能量守恒知, 小球过 f 点的动能大于过 d 点的动能, C 错误。带电小球从 a 点到 b 点, 库仑力做负功, 小球的动能减少, 即小球过 b 点的速度小于过 a 点的速度, D 错误。]

典例 2 AD [小滑块在 B 点处的加速度为 0, 则沿斜面方向有 $mg \sin 30^\circ = \frac{kq^2}{l^2} \cos 30^\circ$, 解得 $l = \sqrt{\frac{3kq^2}{mg}}$, A 正确, B 错误; 小滑块从 A 到 C 的过程, 由动能定理有 $W + mg \sin 30^\circ = 0$, 解得静电力对小滑块做的功为 $W = -\frac{mgs}{2}$, C 错误; 根据静电力做功与电势差的关系并结合 C 项分析可知, AC 之间的电势差 $U_{AC} = \frac{W}{q} = -\frac{mgs}{2q}$, D 正确。]

进阶点 2

典例 3 BC [由 O 点到 C 点, 电场方向不变, 电势一直降低, 故 A 错误; 电场强度大小一直在变化, 粒子做变加速运动, 故 B 正确; 根据 E 随 x 变化规律可知, 由 A 到 C 电场强度平均值大于 OA 段电场强度平均值, 粒子运动到 A 点的动能为 E_k , 则从 O 到 A 静电力做功为 E_k , 从 A 到 C 静电力做功大于 $2E_k$, 则粒子运动到 C 点时动能大于 $3E_k$, 故 C 正确; AB 段平均电场强度大于 BC 段平均电场强度, 则粒子在 AB 段受到的平均静电力大于在 BC 段受到的平均静电力, 则 AB 段静电力做的功大于 BC 段静电力做的功, 所以粒子在 AB 段电势能的减少量大于 BC 段电势能的减少量, 故 D 错误。]

典例 4 D [由图可知, 在 x 正半轴沿 x 轴正方向电势降低, 则 P 点的电场强度方向沿 x 轴正方向, 故 A 错误; $\varphi-x$ 图像斜率的正负表示电场强度的方向, 由图可知 M 、 N 点的电场强度大小相等, 方向相反, 故 B 错误; 电子在电势低处电势能大, 故电子在 P 点的电势能小于在 N 点的电势能, 根据能量守恒定律可知, 电子在 P 点的动能大于在 N 点的动能, 故 C 错误; 电子在电势低处电势能大, 故电子在 M 点的电势能大于在 P 点的电势能, 故 D 正确。故选 D。]

典例 5 BD [根据 E_p-x 图像斜率的绝对值表示静电力的大小可知, 题图甲中, 检验电荷在 O 点受到的静电力不为 0, A 错误; 题图甲中, 沿 x 轴正方向, 电势能增大, 静电力做负功, 又因检验电荷带负电, 则电场强度沿 x 轴正方向, B 正确; 题图乙中 x_1 处的斜率大于 x_2 处的斜率, 即 $F_{x1} > F_{x2}$, 故 $E_{x1} > E_{x2}$, C 错误; 负电荷在电势越高处电势能越小, 故题图乙中 $\varphi_{x1} > \varphi_{x2}$, D 正确。]

第 45 课时

考点 1

1. (1)绝缘 (2)绝对值 (3)异种电荷 电场能

2. 电荷量 Q 电势差 U 10^6

情境辨析 (1)× (2)√ (3)√

典例 1 C [电容器不论是充电过程还是放电过程, 电流都是逐渐减小的, 充电过程电容器两极板的电荷量增加, 由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电容器两极板间电势差增大, 放电过程电容器两极板的电荷量减少, 电势差减小, A 错误, C 正确; 根据电路结构可知, 不论是充电过程还是放电过程, 电容器的上极板都是带正电荷的, 充电过程, 流过电阻 R 的电流由 N 点流向 M 点, 放电过程, 流过电阻 R 的电流由 M 点流向 N 点, B、D 错误。]

典例 2 AD [根据电容公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 可知把 A 极板稍向左平移, 板间距离 d 变大, 电容变小, A 正确; 由于断开了开关, 因此电容器所带电荷量 Q 不变, 又 $Q = CU = CEd$, 解得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 可知电容器间的电场强度将不变, B 错误; P 点电势 $\varphi_P = 0 - EL_{AP}$, 因为电场强度不变, A 极板向左平移, 因此 P 点的电势将降低, C 错误; 电势能 $E_p = q\varphi_P$, 因为 P 点电势降低, 而 P 点处固定的为负电荷, 因此其电势能变大, D 正确。]

拓展思考 解析: 根据电容公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$, 可知如果把 A 极板稍向下平移一点, 极板的正对面积 S 会减小, 电容变小; 由于断开了开关, 因此电容器所带电荷量 Q 不变, 又 $Q = CU = CEd$, 解得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 可知电容器极板间的电场强度将变大。

答案: 变小 变大

典例 3 D [由电容的定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 和平行板电容器的电容决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知, 当极板间距 d 减小时, 电容 C 增大, 而断电后电荷量 Q 不变, 故电势差 U 减小 (也可由以上两式联立得到 $U = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S} d$ 推知)。又因绝缘弹性物体的特殊结构, 可知当 F 较小时, 弹性结构易被压缩, 极板间距 d 容易减小, 此时极板间电势差 U 明显减小; 随着 F 的增大, d 减小得越来越慢, U 也减小得越来越慢, 即 $U-F$ 图像中图线的斜率越来越小, 故选 D。]

考点 2

判断正误 (1)√ (2)√ (3)×

典例 4 解析: (1)金属微粒的加速度大小为 $a = \frac{Eq}{m}$

微粒第一次到达下极板有 $\frac{d}{2} = \frac{1}{2} at^2$

$$\text{解得 } t = \sqrt{\frac{md}{Eq}}.$$

(2)由题意分析可知,金属微粒的运动过程可视为初速度为零的匀加速直线运动,设微粒第一次从上极板回到O点时的速度大小为v

$$v^2 = 2ax$$

$$x = 2d$$

$$p = mv$$

$$\text{联立可得 } p = 2\sqrt{mqEd}.$$

另解:微粒始终做匀加速运动,对全过程应用动能定理,有

$$qE \cdot 2d = \frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

$$\text{又 } p = mv \quad ②$$

$$\text{由①②得 } p = 2\sqrt{qEmd}.$$

$$\text{答案: (1)} \sqrt{\frac{md}{Eq}} \quad (2) 2\sqrt{mqEd}$$

考点3

判断正误 (1)× (2)√ (3)×

典例5 解析:(1)从A点到MN的过程中,由动能定理得 eE_1L

$$= \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{2eEL}{m}}.$$

(2)电子在电场 E_1 中做初速度为0的匀加速直线运动,设加速度为 a_1 ,运动时间为 t_1 ,由牛顿第二定律和运动学公式得 $a_1 = \frac{eE_1}{m} = \frac{eE}{m}$, $v = a_1t_1$

$$\text{解得 } t_1 = \sqrt{\frac{2mL}{eE}}$$

$$\text{从MN到屏的过程中运动的时间 } t_2 = \frac{2L}{v} = \sqrt{\frac{2mL}{eE}}$$

$$\text{则运动的总时间为 } t = t_1 + t_2 = 2\sqrt{\frac{2mL}{eE}}.$$

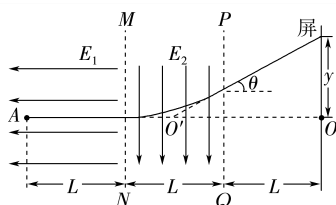
(3)设电子射出电场 E_2 时平行电场线方向的速度为 v_y ,在电场 E_2 中运动的时间为 t_3 ,根据牛顿第二定律得,电子在电场 E_2 中的加速度为 $a_2 = \frac{eE_2}{m} = \frac{2eE}{m}$, $t_3 = \frac{L}{v}$, $v_y = a_2t_3 =$

$$\sqrt{\frac{2eEL}{m}}, \tan \theta = \frac{v_y}{v}$$

$$\text{解得 } \tan \theta = 1$$

如图所示,电子离开电场 E_2 后,将速度方向反向延长交于 E_2 电场的中点 O' 。由几何关系知

$$\tan \theta = \frac{y}{\frac{L}{2} + L}, \text{解得 } y = \frac{3}{2}L.$$



$$\text{答案: (1)} \sqrt{\frac{2eEL}{m}} \quad (2) 2\sqrt{\frac{2mL}{eE}} \quad (3) \frac{3L}{2}$$

第46课时

进阶点1

典例1 解析:设小球在C点的速度大小为 v_C ,对轨道的压力大小为 N_C ,则对于小球由A到C的过程中,由动能定理得

$$qE \cdot 2R - mgR = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0$$

$$\text{解得 } v_C = 2 \text{ m/s}.$$

(2)在C点的圆轨道径向应用牛顿第二定律,有

$$N_C - qE = m \frac{v_C^2}{R}$$

$$\text{解得 } N_C = 3 \text{ N}$$

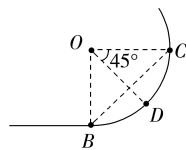
根据牛顿第三定律,小球在C点对轨道的压力大小为3 N。

(3)因为 $mg = qE = 1 \text{ N}$,可知当小球受到合力的方向垂直于B、C两点的连线BC时(BC弧中点D为等效重力的最低点),此处小球速度最大。从A到D由动能定理得

$$qER(1 + \sin 45^\circ) - mg \cdot R(1 - \cos 45^\circ) = E_{\max}$$

$$\text{解得 } E_{\max} = \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ J}.$$

$$\text{答案: (1)} 2 \text{ m/s} \quad (2) 3 \text{ N} \quad (3) \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ J}$$



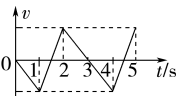
进阶点2

典例2 D [由牛顿第二定律可知,带电粒子

在第1 s内的加速度大小 $a_1 = \frac{qE}{m}$,第2 s内

加速度大小 $a_2 = \frac{2qE}{m}$,故 $a_2 = 2a_1$,因此先加速1 s再减速

0.5 s,此时速度为0,接下来的0.5 s将反向加速,同理可知此后的运动情况,故 $v-t$ 图像如图所示,由图可知该粒子不是始终向同一方向运动,故A错误;根据速度-时间图像与坐标轴围成的面积表示位移可知,在 $t=2 \text{ s}$ 时,带电粒子没有回到出发点,故B错误;由图可知,3 s末的瞬时速度为0,故C错误;因为第3 s末粒子的速度刚好减为0,根据动能定理可知,前3 s内,静电力做的总功为0,故D正确。]



典例3 D [根据题意可知,小球所受合力方向沿虚线向下,则其所受静电力方向水平向右,小球从O点运动到与O点等高的过程做类平抛运动,小球的速度增大,动能增大,由于小球所受静电力与小球速度的夹角一直为锐角,则静电力做正功,小球电势能减小,A、B、C错误,D正确。]

典例4 解析:(1)根据椭圆的性质可知,B点到F点的距离

$$r_{BF} = a$$

$$\text{则B点的电势 } \varphi_B = \frac{kQ}{r_{BF}} = \frac{kQ}{a}.$$

(2)由(1)问可知,A点到F点的距离 $r_{AF} = a - \frac{c}{2}$

$$\text{则A点的电势 } \varphi_A = \frac{kQ}{r_{AF}} = \frac{kQ}{a - \frac{c}{2}} = \frac{2kQ}{2a - c}$$

根据静电力做功与电势能变化的关系可知

$$W_{AB} = -\Delta E_{\text{pAB}} = E_{\text{pA}} - E_{\text{pB}}$$

$$\text{又 } E_{PA} = -q\varphi_A, E_{PB} = -q\varphi_B$$

$$\text{联立解得 } W_{AB} = -\frac{kQqc}{a(2a-c)}.$$

$$(3) \text{ 设题图乙中图线斜率为 } k_0, \text{ 由题图乙有 } v^2 = k_0 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2a} \right)$$

$$\text{检验电荷运动过程中动能与电势能之和 } E_{\text{总}} = -\frac{kQq}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{变形得 } v^2 = \frac{2kQq}{mr} + \frac{2E_{\text{总}}}{m}$$

$$\text{对比分析可知 } k_0 = \frac{2kQq}{m}, \frac{2E_{\text{总}}}{m} = -\frac{k_0}{2a}$$

$$\text{解得 } E_{\text{总}} = -\frac{kQq}{2a}$$

可知 $E_{\text{总}}$ 为一定值, 则检验电荷运动过程中动能与电势能之和守恒。

$$\text{答案: (1) } \frac{kQ}{a} \quad (2) -\frac{kQqc}{a(2a-c)} \quad (3) \text{ 见解析}$$

第 47 课时

典例 1 解析: (1) 检测电池电压时, 电流从电池正极流出, 多用电表要求电流“红进黑出”, 故红表笔接电池正极。

(2) 当开关 S 接“1”时, 电容器充电, 充电完成后电容器两端电压最大, 当开关 S 接“2”时电容器放电, 电流从正极板经小灯泡后流向负极板, 小灯泡迅速变亮, 随着电流通过, 正、负极板电荷中和, 电容器所带电荷量减小, 根据 $C = \frac{Q}{U_C}$ 可知, 电容器两端电压降低, 则小灯泡亮度逐渐减弱至熄灭, C 正确。

(3) 接通瞬间, 电容器两端电压为 0, 电阻 R 两端电压等于电池电压, 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 刚接通时 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$, 由于 $R_2 > R_1$, 所以 $I_1 > I_2$, 则题图(b)中实线是电阻箱阻值为 R_2 时的结果; 根据平均电流定义式 $\bar{I} = \frac{Q}{t}$, 可知 $Q = \bar{I}t$, 故曲线与坐标轴所围图形的面积等于该次充电完成后电容器上的电荷量。

答案: (1) 正极 (2) C (3) R_2 电荷量

典例 2 解析: (1) 闭合开关 S_2 , S_1 接 1 后, 电路中的电流瞬间达到最大值, 然后电源给电容器充电, 电压表的示数逐渐增大, 电路中的电流逐渐减小, 当电压表示数稳定后, 电路中的电流减为 0, 即电流表的示数先增大, 后逐渐减小为 0, B 正确。

(2) 闭合开关 S_2 , S_1 接 1 时, 电源正极与电容器上极板相连, 则电容器上极板带正电, 因此 S_2 接 2 的电容器放电过程通过 R 的电流方向为 $a \rightarrow b$ 。根据 $I-t$ 图像与坐标轴围成图形的面积表示电荷量可知, 0~2 s 过程电容器放出的电荷量 Q_1 与 2 s 后至放电结束过程电容器放出的电荷量 Q_2 之比为 8:7, 根据电容的定义式可知, $Q_1 = C\Delta U_1$, $Q_2 = C\Delta U_2$, 由电路图可知 $\Delta U_1 = U_0 - I_1 R$, $\Delta U_2 = I_1 R$, 其中 $U_0 = 12.3 \text{ V}$, $I_1 = 1.10 \times 10^{-3} \text{ A}$, 解得 $R \approx 5.2 \text{ k}\Omega$ 。

答案: (1) B (2) $a \rightarrow b$ 5.2

典例 3 解析: (1) 采样周期为 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5000} \text{ s} = 2 \times 10^{-4} \text{ s}$ 。

(2) 由题图乙可知开关 S_1 闭合瞬间流经电阻 R_1 的电流为 15.0 mA。

(3) 放电结束后电容器两极板间的电压等于 R_2 两端的电压, 根据闭合电路欧姆定律, 可知电容器两极板间的电压为 $U_C =$

$$\frac{E}{R_1 + R_2} R_2 = 2 \text{ V}.$$

(4) 充电结束后电容器两端的电压为 $U'_C = E = 6 \text{ V}$, 故可得 $\Delta Q = C(U'_C - U_C) = 0.0188 \text{ C}$

$$\text{解得 } C = 4.7 \times 10^3 \mu\text{F}$$

设 $t = 1 \text{ s}$ 时电容器两极板间电压为 U''_C , 则 $C(U''_C - U_C) = 0.0038 \text{ C}$

$$\text{代入数值解得 } U''_C \approx 2.8 \text{ V}.$$

答案: (1) 2×10^{-4} (2) 15.0 (3) 2 (4) 4.7×10^3 2.8

第九章 电路及其应用 电能

第 48 课时

考点 1

1. 定向移动
2. 自由电荷 电压
3. 正电荷

情境辨析 (1) × (2) √ (3) × (4) ×

典例 1 B [题图 并联电路 $\frac{I_a}{I_b} = \frac{2R_b}{R_a}$ 规律 $\frac{I_a}{I_b} = \frac{2S_1 l_2}{S_2 l_1}$ 电阻定律: $R_a = \frac{\rho l_1}{S_1}$ $R_b = \frac{\rho l_2}{S_2}$ $\frac{I_a}{I_b} = \frac{S_1 v_a}{S_2 v_b}$ $\frac{v_a}{v_b} = \frac{2l_2}{l_1}$, B 正确。]

电流的微观表达式: $I_a = n_a e S_1 v_a$ $I_b = n_b e S_2 v_b$ $\frac{I_a}{I_b} = \frac{S_1 v_a}{S_2 v_b}$ $\frac{v_a}{v_b} = \frac{2l_2}{l_1}$, B 正确。

典例 2 C [根据电流的定义式可得

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1.0 \times 10^{19} \times 1 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ s}} = 1.6 \text{ A}.$$

考点 2

判断正误 (1) × (2) √ (3) ×

典例 3 B [根据电阻定律和欧姆定律可得 $\Delta R = \rho \frac{\Delta L}{S}$, $\Delta U =$

$$I \cdot \Delta R, \text{ 整理可得 } \rho = \frac{S}{I} \cdot \frac{\Delta U}{\Delta L}, \text{ 结合题图可知导体 } L_1, L_2 \text{ 的电阻率之比 } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{0.2}{0.25} : \frac{0.5-0.2}{1.00-0.25} = \frac{2}{1}, \text{ 故选 B。}]$$

考点 3

1. (1) > <
2. $I_1 = I_2 = \dots = I_n$ $I_1 + I_2 + \dots + I_n$ $U_1 + U_2 + \dots + U_n$ $U_1 = U_2 = \dots = U_n$ $R_1 + R_2 + \dots + R_n$

判断正误 (1) × (2) √ (3) ×

典例 4 C [$I-U$ 图像上的点的横坐标与纵坐标之比表示在该点时的电阻, 由题图可知, 电阻 a 的阻值随电流的增大而减小, 选项 A 错误; 在 $I-U$ 图像上, 由于横、纵坐标轴的长度单位不同, 则不能由 $R = \frac{1}{\tan \alpha} \Omega = 1 \Omega$ 求解电阻 b 的阻值, 只能通过 $R = \frac{U}{I} = \frac{10}{5} \Omega = 2 \Omega$ 求解, 选项 B 错误; 根据 $R = \frac{U}{I}$ 可知在

图线交点处,电阻 a 的阻值等于电阻 b 的阻值,选项 C 正确,D 错误。]

典例 5 解析: (1) 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 得 $I = \frac{1}{R}U$, $I-U$ 图线上的

点与原点所连直线的斜率为 $k = \frac{1}{R}$, $I-U$ 图线上的点与原点所连直线的斜率逐渐增大,则电阻逐渐减小,A、C 错误;由电阻定律得 $R = \rho \frac{l}{S}$,又该电阻的长度 l 和横截面积 S 不变,则该电阻材料的电阻率 ρ 逐渐减小,B 正确,D 错误。

(2) 结合 $I-U$ 图线可知,当电阻两端电压为 $U = 1.8 \text{ V}$ 时,流过电阻的电流为 $I = 0.125 \text{ A}$,由公式 $P = UI$ 得电阻的功率为 $P = 0.225 \text{ W}$ 。

(3) 为了获得该电阻两端的电压和通过该电阻的电流,电压表要测该电阻两端的电压,电流表要测通过该电阻的电流,又因为通过该电阻的电流从 0 开始变化,故滑动变阻器应采用分压式接法,C 正确,A、B、D 错误。

答案: (1) B (2) 0.225 (3) C

典例 6 C [由题图可知,甲采用的是电流表外接法测电阻,测量

值为电压表与电阻 R 并联的阻值,为 $\frac{RR_V}{R+R_V} \approx 80.4 \Omega$;乙采

用的是电流表内接法测电阻,测量值是电流表与电阻 R 串联的阻值,为 $R+R_A = 87.5 \Omega$,故 C 正确。]

典例 7 解析: (1) 由题图(a)可知,当 S 接 A 端时, R_1 和 R_2 串联接入电路,和电流表并联,满偏时电流表两端的电压为 $U_m = I_m r = 250 \times 10^{-6} \times 1.2 \times 10^3 \text{ V} = 0.3 \text{ V}$

此时通过 R_1 和 R_2 的电流为 $I = \frac{U_m}{R_1 + R_2} = \frac{0.3}{40 + 360} \text{ A} =$

$0.75 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.75 \text{ mA}$

所以总电流为 $I_{\text{总}} = I_m + I = 1 \text{ mA}$

即量程为 $0 \sim 1 \text{ mA}$ 。

(2) 当开关 S 接 B 端时,由题图(a)可知, R_1 和电流表串联后再和 R_2 并联,由于和电流表并联的电阻变小,当电流表满偏时,流过 R_2 的电流变大,则干路电流变大,即量程变大,所以量程比接在 A 端时大。

(3) 题图甲是电流表的外接法,误差是由于电压表的分流引起的;题图乙是电流表的内接法,误差是由于电流表的分压引起的,因为题目中电压表电阻未知,故采用题图乙的方法可以修正由电表内阻引起的实验误差。

答案: (1) 1 (2) 大 (3) 乙

第 49 课时

考点 1

$UI t$ $I^2 R t$ UI $I^2 R$

情境辨析 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 1 解析: (1) 根据电路可知, M 、 N 间的电阻 R 满足

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_C + R_B}$$

可知当 $R_C = 0$ 时, M 、 N 间电阻 R 的阻值最小,为 $R_{\min} = 12 \Omega$

当 $R_C = 240 \Omega$ 时, M 、 N 间电阻 R 的阻值最大,为 $R_{\max} = 22 \Omega$

故 M 、 N 间电阻 R 的变化范围为

$12 \Omega \leq R \leq 22 \Omega$ 。

(2) 当 $R_C = 240 \Omega$ 时,流过电热器 B 的电流为

$$I = \frac{U}{R_C + R_B} = \frac{5}{6} \text{ A}$$

则电热器 B 消耗的功率为 $P = I^2 R_B \approx 16.7 \text{ W}$ 。

答案: (1) $12 \Omega \leq R \leq 22 \Omega$ (2) 16.7 W

典例 2 解析: (1) 由电路中的电压关系可得电阻 R 的分压 $U_R =$

$U - U_V = (160 - 110) \text{ V} = 50 \text{ V}$

流过电阻 R 的电流 $I_R = \frac{U_R}{R} = \frac{50}{10} \text{ A} = 5 \text{ A}$

即通过电动机的电流 $I_M = I_R = 5 \text{ A}$ 。

(2) 电动机的分压 $U_M = U_V = 110 \text{ V}$

输入电动机的电功率 $P_{\text{电}} = I_M U_M = 550 \text{ W}$ 。

(3) 电动机的发热功率 $P_{\text{热}} = I_M^2 r = 20 \text{ W}$

电动机输出的机械功率 $P_{\text{出}} = P_{\text{电}} - P_{\text{热}} = 530 \text{ W}$

又因 $P_{\text{出}} = mgv$,所以 $m = \frac{P_{\text{出}}}{gv} = 53 \text{ kg}$ 。

答案: (1) 5 A (2) 550 W (3) 53 kg

拓展思考 解析: 转子突然被卡住,电路变为纯电阻电路,

根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R+r}$, $U_V = Ir$

可得 $U_V \approx 11.9 \text{ V}$ 。

答案: 11.9 V

考点 2

1. (1) 正比 反比 (3) Ir $I^2 r$

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$

典例 3 A [闭合开关 S,在滑动变阻器 R 的滑片向右滑动的过程中,滑动变阻器接入电路的电阻变大,电路总电阻变大,根据闭合电路的欧姆定律可知,干路电流变小,电流表 A_1 的示数变小,选项 A 正确;由于干路电流变小,根据 $U_{\text{外}} = E - Ir$ 可知外电路两端的电压变大,而电阻 R_1 两端的电压 $U_1 = IR_1$ 变小,则并联部分电路两端的电压变大,即电压表 V 的示数变大,通过电阻 R_2 的电流变大,即电流表 A_2 的示数变大,选项 B、C 错误;根据 $P_1 = I^2 R_1$ 可知,通过 R_1 的电流变小,则电阻 R_1 的电功率变小,选项 D 错误。]

典例 4 D [开关 S 闭合时的等效电路图如图甲所示,电容器 C 两极板间的电势差等于 R_3 两端的电压 U_3 ,已知电路总电阻

$R = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_2 + R_3 + R_1} + r = 4 \Omega$,由闭合电路欧姆定律可知干路电

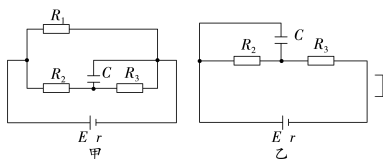
流 $I = \frac{E}{R} = 1.5 \text{ A}$,路端电压 $U = E - Ir = 4.5 \text{ V}$,则 $U_3 =$

$\frac{R_3}{R_2 + R_3} U = 1.8 \text{ V}$,此时电容器所带电荷量 $Q_1 = CU_3 = 3.6 \times$

10^{-6} C ,且上极板带负电,下极板带正电,故 A、B 错误;开关 S 断开时的等效电路图如图乙所示,稳定后电容器 C 两极板间

的电势差等于 R_2 两端的电压 U_2 ,此时 $U_2 = \frac{E}{R_2 + R_3 + r} R_2 =$

3 V, 电容器所带电荷量 $Q_2 = CU_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$, 且上极板带正电, 下极板带负电, 故通过 R_0 的电荷量 $Q = Q_1 + Q_2 = 9.6 \times 10^{-6} \text{ C}$, 故 C 错误, D 正确。



考点 3

1. $\frac{E^2}{4r}$

2. 越大

判断正误 (1)× (2)× (3)×

典例 5 C [根据 $P = UI = U \frac{E-U}{r} = \frac{E}{r} U - \frac{1}{r} U^2$, 由题图可知, 当 $U_1 = 3 \text{ V}$ 时, $P_1 = 9 \text{ W}$, 当 $U_2 = 6 \text{ V}$ 时, $P_2 = 0$, 解得 $E = 6 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$, 故 A 错误; 由以上分析得 $P = \frac{E}{r} U - \frac{1}{r} U^2 = 6U - U^2$, 可知当路端电压为 4 V 时, 电源输出功率为 8 W, 故 B 错误; 外电阻的阻值为 3Ω 时, 得 $\eta = \frac{IU}{IE} \times 100\% = \frac{U}{E} \times 100\% = \frac{R_1}{R_1 + r} \times 100\% = 75\%$, 故 C 正确; 外电阻为 1Ω 时, 路端电压 $U_3 = \frac{ER_2}{R_2 + r} = 3 \text{ V}$, 电源输出功率 $P_3 = 9 \text{ W}$, 当外电阻为 2Ω 时, 路端电压 $U_4 = \frac{ER_3}{R_3 + r} = 4 \text{ V}$, 电源输出功率 $P_4 = 8 \text{ W}$, 故 D 错误。]

素养提升 6

典例 1 BD [小灯泡与电源 1 连接时的电阻为 $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{3}{5} \Omega$, 小灯泡与电源 2 连接时的电阻为 $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5}{6} \Omega$, 所以在两种连接状态下, 小灯泡的电阻之比是 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{18}{25}$, A 错误; 小灯泡与电源 1 连接时, 消耗的功率为 $P_1 = U_1 I_1 = 15 \text{ W}$, 小灯泡与电源 2 连接时, 消耗的功率为 $P_2 = U_2 I_2 = 30 \text{ W}$, 所以在两种连接状态下, 小灯泡消耗的功率之比是 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2}$, B 正确; 电源 1 的内阻为 $r_1 = \left| \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} \right| = \frac{10}{7} \Omega$, 电源 2 的内阻为 $r_2 = \left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I_2} \right| = \frac{10}{11} \Omega$, 电源 1 和电源 2 的内阻之比 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{11}{7}$, C 错误; 由题图可知电源 1 和电源 2 的电动势都为 10 V, 则电源 1 和电源 2 的电动势之比是 1:1, D 正确。]

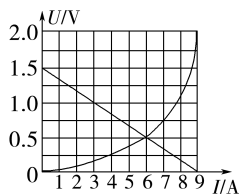
典例 2 D [由闭合电路欧姆定律可得, 当电流为 0 时, 图线 a 的纵截距表示电源电动势, 所以 $E = 5 \text{ V}$, 故 A 错误; 由题图可知在该光照强度下将它们组成闭合回路时, 光敏电阻两端的电压为 $U = 4 \text{ V}$, 通过的电流为 $I = 0.2 \text{ A}$, 则光敏电阻的阻值为 $R = \frac{U}{I}$

$= \frac{4}{0.2} \Omega = 20 \Omega$, 故 C 错误; 光敏电阻的功率为 $P = UI = 0.8 \text{ W}$,

故 B 错误; 太阳能电池的内阻为 $r = \frac{E-U}{I} = 5 \Omega$, 故 D 正确。]

典例 3 D [根据题意, 由闭合电路欧姆定律有 $U = E - Ir$, 代入题中数据解得 $E = 3.0 \text{ V}$, $r = 1.5 \Omega$, 故 A、B 错误; 根据题意可知, 当用该电源直接与小灯泡 L 连接成闭合电路时, 小灯泡 L 两端的电压为 0.75 V, 流过小灯泡的电流为 1.5 A, 由欧姆定律可得, 小灯泡 L 接入电源时的电阻为 $R_L = \frac{U}{I} = 0.5 \Omega$, 小灯泡 L 实际消耗的电功率为 $P = UI = 1.125 \text{ W}$, 故 C 错误, D 正确。]

典例 4 D [根据电源的 $U-I$ 图像在纵轴的截距表示电动势, 斜率的绝对值表示电源内阻可知, $E = 1.5 \text{ V}$, $r = \frac{1}{6} \Omega$, 选项 A 错误; 根据小灯泡的 $U-I$ 图像上某点的纵、横坐标的比值表示电阻可知, 小灯泡的电阻随电流的增大而增大, 由 $P = I^2 R$ 可知, 小灯泡的电阻随着电功率的增大而增大, 选项 B 错误; 当小灯泡两端的电压为 $U = 0.5 \text{ V}$ 时, 对应小灯泡中的电流为 $I = 6 \text{ A}$, 根据小灯泡的 $U-I$ 图像上某点的纵、横坐标的比值表示电阻可知, 此时小灯泡的电阻 $R = \frac{U}{I} = \frac{1}{12} \Omega$, 选项 C 错误; 把电源和小灯泡组成闭合回路, 在题图乙中画出题图甲对应的图像, 如图所示, 两图像的交点表示电路的工作状态, 根据小灯泡的 $U-I$ 图像上某点的纵、横坐标的乘积表示消耗的电功率可知, 此时小灯泡的功率约为 3 W, 选项 D 正确。]



第 50 课时

考点 1

- (1) 游标尺 (3) 0.1 0.1 0.05 0.05 0.02 0.02
- (2) 0.5 0.5 0.01 0.01 (3) 0.01
- (1) 0.1 0.1 (2) 0.5 (3) 0.02

判断正误 (1)× (2)√ (3)× (4)×

典例 1 解析: (1) 题图甲读数: 整毫米是 17 mm, 不足 1 毫米数是 $6 \times 0.1 \text{ mm} = 0.6 \text{ mm}$, 最后结果是 $17 \text{ mm} + 0.6 \text{ mm} = 17.6 \text{ mm}$;

题图乙读数: 整毫米是 23 mm, 不足 1 毫米数是 $5 \times 0.05 \text{ mm} = 0.25 \text{ mm}$, 最后结果是 $23 \text{ mm} + 0.25 \text{ mm} = 23.25 \text{ mm}$;

题图丙读数: 整毫米是 3 mm, 不足 1 毫米数是 $10 \times 0.02 \text{ mm} = 0.20 \text{ mm}$, 最后结果是 $3 \text{ mm} + 0.20 \text{ mm} = 3.20 \text{ mm}$ 。

(2) ① 用螺旋测微器测量小球直径时, 先转动粗调旋钮 D 使测微螺杆 F 靠近被测小球, 再转动微调旋钮 H 使测微螺杆 F 夹住小球, 直到棘轮发出声音为止, 拨动止动旋钮 G 使 F 固定后读数, 读数为 $6.5 \text{ mm} + 20.0 \times 0.01 \text{ mm} = 6.700 \text{ mm}$ 。

② 己图: $(4 + 4.0 \times 0.01) \text{ mm} = 4.040 \text{ mm}$

庚图: $(1 + 10.0 \times 0.01) \text{ mm} = 1.100 \text{ mm}$

辛图: $(3.5 + 1.6 \times 0.01) \text{ mm} = 3.516 \text{ mm}$ 。

答案: (1) 17.6 23.25 3.20 (2) ① D H G 6.700

② 4.040 (4.039~4.041) 1.100 3.516 (3.515~3.517)

典例 2 解析:(1)电流表使用 $0\sim 0.6\text{ A}$ 量程时,刻度盘上的每一小格为 0.02 A ,表针示数为 0.44 A ;当使用 $0\sim 3\text{ A}$ 量程时,每一小格为 0.1 A ,表针示数为 2.20 A 。

(2)电压表使用 $0\sim 3\text{ V}$ 量程时,每小格表示 0.1 V ,表针示数为 1.70 V ;使用 $0\sim 15\text{ V}$ 量程时,每小格表示 0.5 V ,表针示数为 8.5 V 。

答案:(1)0.02 0.44 0.1 2.20 (2)0.1 1.70 0.5 8.5

拓展思考 解析:电阻为 $1\ 987\ \Omega$ 。最简单的操作方法是先将“ $\times 1\text{ k}$ ”挡旋钮调到 2,再将“ $\times 100$ ”挡旋钮调到 0。每个电阻箱的最大阻值是 $9\ 999\ \Omega$,用两个这样的电阻箱串联可得到的最大电阻是 $2\times 9\ 999\ \Omega=19\ 998\ \Omega$,故用两个这样的电阻箱,可得到的电阻范围为 $0\sim 19\ 998\ \Omega$ 。

答案:1 987 将“ $\times 1\text{ k}$ ”挡旋钮调到 2,再将“ $\times 100$ ”挡旋钮调到 0 $0\sim 19\ 998\ \Omega$

考点 2

U_x+U_A 大于 小于 大阻值 小阻值

典例 3 解析:根据题图乙可知 $I=0.50\text{ A}$, $U=2.60\text{ V}$,根据欧姆定律可得 $R_1+R_A=\frac{U}{I}$,可得 R_1 的真实值 $R_1=\frac{U}{I}-R_A=$

$$\frac{2.60}{0.50}\ \Omega-0.10\ \Omega=5.10\ \Omega.$$

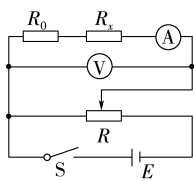
答案:5.10

典例 4 解析:根据欧姆定律有 $R=\frac{U}{I}=3\ \Omega$,由题图可看出电流表采用外接法,则电流表多测了流过电压表的电流,则用该电路得到的电阻测量值小于真实值。

答案:3 小于

考点 3

典例 5 解析:(1)因待测电阻 R_x 的电阻和电流表的内阻都较小,为保护电路,应将定值电阻 R_0 与它们串联,又要求电流表和电压表的示数从 0 开始变化,故滑动变阻器采用分压式接法,由于电流表的内阻已知,故电流表采用内接法,实验电路的原理图如图所示。



(2)由(1)分析可知,该电路中 R_0 的作用是:①保护电路;②增大电压表读数范围,降低读数误差。

(3)根据 $I-U$ 图像可知斜率为 $k=\frac{I}{U}=\frac{0.5}{12}\ \Omega^{-1}=\frac{1}{R_x+R_0+R_A}$,代入数据解得 $R_x=4\ \Omega$ 。

答案:(1)见解析图 (2)①保护电路;②增大电压表读数范围,降低读数误差(答方便读数也可) (3)4

第 51 课时

1. (3)红 黑

2. 直流电压 高 直流电流 红

3. (1)OFF (2)左 右 欧姆调零 电源

4. (1)很小 很大 (2)正 负 负 正

典例 1 解析:(1)表头两端电压 $U_0=400\times 2\times 10^{-3}\text{ V}=0.8\text{ V}$,当选择开关置于“6”时, R_1 和 R_2 串联后与表头并联,然后与 R_5 和 R_6 串联,多用电表测量的是电压。通过 R_5 和 R_6 的最大电流 $I_m=I_g+\frac{U_0}{R_1+R_2}=10.0\text{ mA}$, $U_1=I_m(R_5+R_6)+U_0=100\text{ V}$,故其量程为 $0\sim 100\text{ V}$ 。

(2)多用电表的内阻 $R=\frac{E}{I_m}=150\ \Omega$,根据电阻表的中值电阻等于其内阻,可知电阻表选择的是“ $\times 10$ ”挡,由题图乙可知,电阻的阻值为 $13\times 10\ \Omega=130\ \Omega$ 。

答案:(1)电压 $0\sim 100\text{ V}$ (2)150 130

典例 2 解析:(1)多用电表作为电压表使用时,电流需从红表笔流入、黑表笔流出。在题图(a)电路中,电流从电源正极流出,经滑动变阻器、元件、电流表回到负极。 a 点电势高于 b 点,所以红表笔应接高电势的 a 点。

(2)选择直流电压挡“ 0.5 V ”,表盘刻度需对应题图(c)中表盘中间刻线 50 分格读数,每小格代表 0.01 V 。指针所指位置在 37~38 格之间偏右,读数为 $37.7\times 0.01\text{ V}=0.377\text{ V}$ 。

(3)由题图(b)可知,在同样电流的情况下,图线乙对应的电压值最大,说明多用电表测得的电压是元件和电流表两端的电压之和,故图线乙应该是 $I-U_{ac}$ 曲线。

(4)由题意可知, $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 曲线是图(b)中的实线,当元件阻值较小时,在题图(b)中的 $I-U$ 图线上的点与坐标原点连线的斜率 $k=\frac{I}{U}=\frac{1}{R}$ 较大,由题图(b)可知,当图线上的点与坐标

原点的连线的斜率 $k=\frac{I}{U}=\frac{1}{R}$ 越大,即元件阻值越小时,甲曲线与 $I-(U_{ac}-U_{bc})$ 曲线更接近。

答案:(1)a (2)0.377(0.376~0.378 均可) (3) $I-U_{ac}$ (4)甲

典例 3 解析:(1)根据多用电表的使用方法,测电压时,红表笔应接电势较高的点,故 A 正确;测电流时,电流从红表笔进入,且串联在电路中,故 B 正确;测电阻时,应将待测电阻与电源断开,故 C 错误;测二极管的反向电阻时,红表笔应接二极管正极,黑表笔应接二极管负极,故 D 错误。

(2)选择开关应置于直流电压挡测电压,故选择开关应置于 C。若 R_0 断路,则 $U_{ce}\neq 0$,故 A 错误;若 R_0 短路, $U_{ab}=U_{bc}=U_{ce}=0$,电压全加在 $e、f$ 间,故 B 正确;若 R 断路,则电压全加在 $e、f$ 间,故 C 正确;若 R 短路,则 $U_{ef}=0$,故 D 错误。

(3)指针读数为 $18\ \Omega$, R_0 没有短路,因此是 R 断路,多用电表指针几乎不偏转。

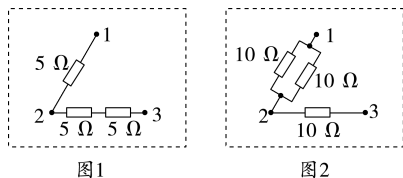
答案:(1)AB (2)C BC (3)18 几乎不偏转 R 断路

典例 4 解析:(1)日常用电插座的电压为交流电压 220 V ,所以应把多用电表的选择开关旋转到如题图(a)所示的 H 位置。

(2)指针偏转过小,说明欧姆表指针对应的电阻过大;电阻的测量值=欧姆表指针所指示数 $\times$ 倍率,为了减小欧姆表指针对应的示数,应选择更大的挡位,可将选择开关旋到“ $\times 1\text{ k}$ ”挡;然后将两表笔短接,进行欧姆调零;将两表笔分别连接到被测电阻

的两端,读出阻值 R_x ,断开两表笔;最后旋转选择开关至“OFF”挡(或交流电压最大量程处),并拔出两表笔,所以操作顺序是 daeb。

(3)1、2 之间的电阻为 $5\ \Omega$,2、3 之间的电阻为 $10\ \Omega$,则 1、2 之间为一个 $5\ \Omega$ 的定值电阻,2、3 之间为两个 $5\ \Omega$ 的定值电阻串联;或者 1、2 之间为两个 $10\ \Omega$ 的定值电阻并联,2、3 之间为一个 $10\ \Omega$ 的定值电阻,同时保证了 1、3 之间的电阻为 $15\ \Omega$ 。如图所示。



答案:(1)H (2)daeb (3)见解析图

第 52 课时

S R 斜率

典例 1 解析:(1)根据螺旋测微器的读数规则可知,其读数为 $d = 2\text{ mm} + 0.01 \times 45.0\text{ mm} = 2.450\text{ mm}$ 。

(2)由于电压表示数变化更明显,说明电流表分压较多,因此电流表应采用外接法,即测量铅笔芯电阻时应将 K 掷到 1 端。

(3)根据题图丙结合欧姆定律可得 $R_Y = \frac{2.5\text{ V}}{1.3\text{ A}} \approx 1.92\ \Omega$ 。

(4)根据电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$ 可得 $\rho = \frac{RS}{l}$,分别代入数据可知 $\rho_X > \rho_Y$ 。

答案:(1)2.450 (2)1 (3)1.92 (4)大于

典例 2 解析:(1)根据题图丙可知,多用电表电阻挡选用“ $\times 100$ ”倍率,则有 $R_{CD} = 3.3 \times 100\ \Omega = 330\ \Omega$ 。

(2)根据题图甲可知该实验中的滑动变阻器采用限流式接法,所以测 C、D 间电阻时应选用与 R_{CD} 更接近的 R_2 ,即选 F。

(3)由题图甲可知电压表测电流表与金属块两端电压,对比题图丁可知,实物连线连错的区域是②。

(4)为了保护电路,连通电路时应使滑动变阻器的最大阻值接入电路,即滑片应置于最右端。

(5)根据测量电路可知,测量所得的电阻值为金属块电阻与电流表内阻的总电阻,根据两种测量所选用的电流表内阻可知,测量 A、B 间电阻时,所得测量值的相对误差约为 $\frac{1}{4}$,测量 C、

D 间电阻时,所得测量值的相对误差约为 $\frac{4}{330}$,所以由 C、D 间测得的电阻计算电阻率更准确,则小明的说法是错误的。

答案:(1)330 (2)F (3)② (4)右 (5)见解析

典例 3 解析:(1)直径的平均值 $\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \frac{0.499 + 0.498 + 0.503}{3}\text{ mm} = 0.500\text{ mm}$ 。

(2)滑动变阻器采用限流式接法必须一上一下接入电路,故电流表的“+”接线柱需要和滑动变阻器的接线柱 a 相连;在闭合开关前,滑动变阻器接入电路的阻值应最大,保证电路接通时

电路电流最小,电路安全,故滑动变阻器的滑片应置于左端。

(3)由题意知合金丝接入电路的长度 $l = 70.00\text{ cm} - 20.00\text{ cm} = 50.00\text{ cm}$,因合金丝与电阻箱等效替代,当电流相等时,二者电阻相等,由题图乙所示的电阻箱读数可知合金丝接入电路中的电阻为 $3.2\ \Omega$,合金丝的横截面积 $S = \pi \left(\frac{\bar{D}}{2}\right)^2$,根据 $R = \rho \frac{l}{S}$,

得 $\rho = \frac{RS}{l} = \frac{\pi R(\bar{D})^2}{4l} = 1.256 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot \text{m} \approx 1.3 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot \text{m}$ 。

(4)本实验通过等效替代法测电阻,电源内阻对本实验无直接影响,换用内阻更小的电源,不能减小误差,A 错误;电流表内阻不影响电阻测量结果,B 错误;换用 $0 \sim 99.99\ \Omega$ 的电阻箱,电阻箱测量阻值时更精确,能减小误差,C 正确;多次测量合金丝不同区间等长度样品的电阻率,再求平均值,可减小偶然误差,D 正确。

答案:(1)0.500 (2)a 左 (3) 1.3×10^{-6} (4)CD

典例 4 解析:(1)题图乙中游标卡尺的读数 $d = 11\text{ mm} + 10 \times 0.05\text{ mm} = 11.50\text{ mm} = 1.150\text{ cm}$ 。

(2)由电阻定律 $R_x = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{4L}{\pi d^2}$,解得 $\rho = \frac{\pi R_x d^2}{4L}$ 。

(3)水样的电阻率越小,电阻越小,水中溶解的离子浓度越大。

(4)为保证在转换开关 S_2 和调节电阻箱时滑动变阻器的分压几乎不变,不管是 R_x 或是 R_0 与滑动变阻器左侧部分的并联电阻应该变化不大,所以滑动变阻器的阻值应该很小,故应选用 R_1 。

(5)由欧姆定律可知 $I_1(R_x + R_G) = I_2(R_0 + R_G)$,解得 $R_x = 39\ 900\ \Omega$ 。

答案:(1)1.150 (2) $\rho = \frac{\pi R_x d^2}{4L}$ (3)大 (4) R_1 (5)39 900

第 53 课时

2. 滑动变阻器

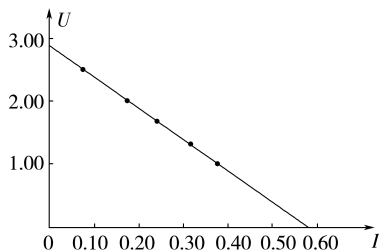
3. (1) $0 \sim 0.6$ $0 \sim 3$ (2)大

4. (2)E $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$

5. (2) $< < = >$

典例 1 解析:(1)为了测量精确,方便调节电路,滑动变阻器选择最大阻值较小的 R_1 。

(2)图像如图所示。



(3)根据闭合电路欧姆定律有 $U = E_{\text{测}} - I(R_0 + r_{\text{测}})$

结合图线可得 $E_{\text{测}} = 2.90\text{ V}$, $R_0 + r_{\text{测}} = \frac{2.90}{0.58}\ \Omega$

解得 $r_{\text{测}} = 2.00\ \Omega$ 。

(4)将电压表和电源等效为新的电源,故此时根据图像得到的

电动势和内阻为等效电源的电动势和内阻,等效电源的电动势

$$\text{为 } E_{\text{测}} = \frac{E_{\text{真}}}{r_{\text{真}} + R_0 + R_V} \cdot R_V$$

故 $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$;

将 R_0 等效进电源的内阻中,可得等效新电源的内阻为 $r_{\text{测}}$

$$= \frac{(r_{\text{真}} + R_0)R_V}{r_{\text{真}} + R_0 + R_V}.$$

答案:(1) R_1 (2)见解析图 (3)2.90 2.00 (4)小于

$$r_{\text{测}} = \frac{(r_{\text{真}} + R_0)R_V}{r_{\text{真}} + R_0 + R_V}$$

典例2 解析:(1) R_0 能避免电路中的电流过大,起到保护作用。

(2)对整个回路由闭合电路欧姆定律有 $E = I(R + R_0 + r)$,整理得

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{E}(R + R_0 + r).$$

(3)结合(2)中关系式与题图(b)可知,干电池的电动势 $E = \frac{1}{k}$

$$= \frac{25-0}{24-7} \text{ V} \approx 1.47 \text{ V}, \text{内阻 } r = \frac{b}{k} - R_0 = \frac{7 \times (25-0)}{24-7} \Omega -$$

$9.0 \Omega \approx 1.3 \Omega$ 。

(4)结合(2)(3)两项分析可知,实验测量的是干电池与电流传感器的总电阻,所以电流传感器的电阻对本实验中干电池内阻的测量结果有影响。

答案:(1)保护 (2) $\frac{1}{E}(R + R_0 + r)$ (3)1.47 1.3 (4)有

典例3 解析:根据题意可知,通过电源的电流为 $I = \frac{U}{R}$,则根据

闭合电路欧姆定律可得 $E = U + Ir = U + \frac{U}{R}r$,变形得 $U =$

$-r \frac{U}{R} + E$,结合 $U - \frac{U}{R}$ 图像纵截距可知 $E = 1.0 \text{ V}$,结合

$U - \frac{U}{R}$ 图像斜率的绝对值可知 $r = \left| \frac{0.4-1}{180 \times 10^{-6}} \right| \Omega \approx 3.3 \text{ k}\Omega$ 。

答案:1.0 3.3

第54课时

进阶点1

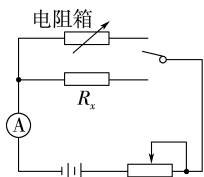
典例1 解析:(1)由电流表的表盘可知电流 I_1 大小为 0.34 A

电压表的百分比变化为 $\eta_1 = \frac{1.75-1.65}{1.75} \times 100\% \approx 5.7\%$

电流表的百分比变化为

$\eta_2 = \frac{0.34-0.33}{0.33} \times 100\% \approx 3.0\%$,可知电压表的示数变化更明显,故采用电流表外接法。

(2)①电路图如图。



②电阻箱读数为 5 Ω ,两次电路中电流相同,可得 $R_x = 5 \Omega$ 。

电阻箱的最小分度和待测电阻阻值接近,这样测得的阻值不够精确,如待测电阻阻值为 5.4 Ω ,则实验只能测得其为 $R_x = 5 \Omega$,误差较大。

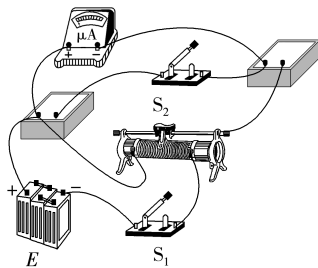
答案:(1)0.34 外 (2)①见解析图 ②5 会 电阻箱的最

小分度与待测电阻比较接近(或其他合理解释)

进阶点2

典例2 解析:(1)根据半偏法的测量原理可知, R_M 与 R_A 相差不大,当闭合 S_2 之后,滑动变阻器上方的电流应变化极小,就需要 R_N 较大。故 R_M 应选 R_1 , R_N 应选 R_2 。

(2)根据电路图连接实物图如图。



(3)半偏法的实验步骤应为:

①将变阻器滑动头 P 移至最左端,将 R_N 调至最大值;

③断开 S_2 ,闭合 S_1 ,调节滑动头 P 至某位置再调节 R_N 使表头满偏;

②闭合开关 S_2 ,调节 R_M ,使微安表半偏,并读出 R_M 的阻值;

④断开 S_1 、 S_2 ,拆除导线,整理好器材。

(4) R_M 调节后面板读数为 1 998.0 Ω ,即待测表头的内阻为 1 998.0 Ω 。闭合 S_2 后, R_M 与 R_A 的并联阻值小于 R_A 的阻值,则流过 R_N 的电流大于原来的电流,则流过 R_M 的电流大于 $\frac{I_{\text{原}}}{2}$,即 $R_M < R_A$,故待测表头的内阻的测量值小于真实值。

(5)若将该微安表改装成量程为 0~2 V 的电压表,则需要串联一个电阻 R_0 ,则有 $U = I_g(R_g + R_0)$

此时有 $U' = I'(R_g + R_0)$

其中 $U = 2 \text{ V}$, $I_g = 100 \mu\text{A}$, $I' = 65 \mu\text{A}$

联立解得 $U' = 1.30 \text{ V}$ 。

(6)根据题意知 OP 间电压不变,

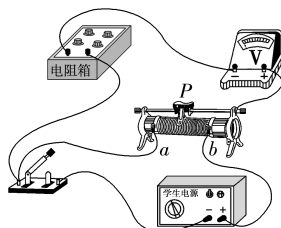
可得 $I(R_A + R_N) = \left(\frac{I}{2} + \frac{\frac{I}{2} R_A}{R_M} \right) R_N + \frac{I}{2} \cdot R_A$

解得 $R_A = \frac{R_N R_M}{R_N - R_M}$ 。

答案:(1) R_1 R_2 (2)见解析图 (3)①③②④ (4)1 998.0 Ω

小于 (5)1.30 (6) $\frac{R_N R_M}{R_N - R_M}$

典例3 解析:(1)根据题图甲将题图乙中的器材连成完整的电路,如图所示。



(2)根据实验原理可知,保持待测部分电压不变,所以调节滑动

变阻器 R 的阻值,使电压表的示数为 3 V ,然后滑动变阻器的滑片 P 位置不变,调节电阻箱 R_0 的阻值,使电压表的示数为 1 V ,此时电阻箱的示数如题图丙所示,则该示数为 $3\ 936\ \Omega$ 。

根据串联分压原理可知 $\frac{R_V}{R_0} = \frac{U_V}{U_0} = \frac{1}{3-1}$,解得 $R_V = 1\ 968\ \Omega$ 。

(3)因该支路电阻变大,则该支路部分实际电压要比原电压大,即 R_0 的分压要大于 2 V ,故 R_V 的实际值要小一些,即真实值小于测量值。

答案:(1)见解析图 (2)位置不变 $3\ 936$

$1\ 968$ (3)小于

进阶点 3

典例 4 解析:(2)闭合 S_2 后,并联部分的电阻减小,电压表的示数变小。加在导电绳两端的电压为 U ,流过导电绳的电流为

$$I_2 - I_1, \text{ 因此导电绳的电阻 } R_x = \frac{U}{I_2 - I_1}。$$

(3)在闭合 S_2 之前,电流表 I_1 的示数包括定值电阻的电流和电压表分得的电流,闭合 S_2 之后,加在电压表两端的电压保持不变,因此流过电压表和定值电阻的总电流仍为 I_1 ,故流过导电绳的电流是 $I_2 - I_1$,与电压表内阻无关,电压表内阻对测量没有影响。

(4)由题图(c)可知,导电绳拉伸后的长度为 51.80 cm 。

答案:(2)变小 $\frac{U}{I_2 - I_1}$ (3)无 (4) 51.80

进阶点 4

典例 5 解析:(1)实验时,先将滑动变阻器和电阻箱的阻值调至接近最大值,闭合开关,再减小电阻箱的阻值时, G_1 分得的电压变大, a 点电势降低,由于发现 G_2 的示数也减小,故通过 G_2 的电流方向由 a 到 b ,则此时 b 点电势比 a 点电势低。

(2)当 G_2 的示数为 0 时,电阻箱的示数为 $450.9\ \Omega$,则有 $\frac{R_g}{R} = \frac{R_1}{R_2}$,

$$\text{可得 } G_1 \text{ 的内阻 } R_g = \frac{R_1}{R_2} R = \frac{400}{600} \times 450.9\ \Omega = 300.6\ \Omega。$$

(3)根据 $\frac{R_g}{R} = \frac{R_1}{R_2}$ 可知该电源的内阻对 G_1 的内阻 R_g 的测量结果没有影响。

答案:(1)低 (2) 300.6 (3)没有

第十章 磁 场

第 55 课时

考点 1

1. (1)力 (2)方向 (3)相等 相同 (4)南极 北极 相等 向北

2. (1)切线 (2)强弱 (3)N 极 S 极 S 极 N 极 (4)相交

情境辨析 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 1 B [磁感线越密集的地方磁感应强度越大,故可知 $B_b > B_a > B_c$,故选 B。]

拓展思考 解析:根据右手螺旋定则可知,地表电荷为负电荷;由于地表电荷为负电荷,则环形电流方向与地球自转方向相反;

若地表所带电荷的电荷量增加,则等效电流增大,地磁场强度变大;若地球自转角速度减小,则等效电流减小,地磁场强度减小。

答案:负电荷 相反 变大 减小

典例 2 A 根据题意,作出 L_1 、 L_2 中电流

的某种情况,如图所示,设 L_1 在 M 点、 O 点、 N 点产生的磁感应强度大小分别为 B_{1M} 、 B_{1O} 、 B_{1N} , L_2 在 M 点、 O 点产生的磁感应强度大小分别为 B_{2M} 、 B_{2O} ,则由右手螺旋定则可知 L_1 和 L_2 在 M 点产生的磁感应强度方向相反, L_1 和 L_2 在 O 点产生的磁感应强度方向相同,则有 $B_{1M} - B_{2M} = B_1$, $B_{1O} + B_{2O} = B_2$,由于 L_1 、 L_2 中电流大小相等,且 O 、 M 两点距 L_1 的距离与 O 点距 L_2 的距离相等,则在大小关系上有 $B_{1M} = B_{1O} = B_{2O}$, $B_{2M} = B_{1N}$,联立可得 $B_{2M} = B_{1N} = \frac{1}{2} B_2 - B_1$,故保持 L_1 中电流不变,仅将 L_2 撤去, N 点的磁感应强度大小为 $B_{1N} = \frac{1}{2} B_2 - B_1$, A 正确, B、C、D 错误。]

考点 2

1. 通电导线

2. (1) ILB (2) $ILB \sin \theta$

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 3 AC [方法一 微元法

如图所示,取通电半圆形铜环的一小段 Δl ,可将其视为直导线,根据左手定则可知,该小段导线受到的安培力方向如图所示,其大小 $\Delta F = BI \Delta l$,根据对称性,对称的两小段所受的安培力在水平方向的分力大小相等、方向相反,相互抵消,则通电后半圆形铜环受到的安培力方向竖直向下,根据受力分析可知,通电后两绳拉力变大,故 A 正确, B 错误;对每小段导线所受安培力在竖直方向的分力求和,可得 $F = \sum \Delta F_y = \sum BI \Delta l \sin \theta = 2rBI$,故 C 正确, D 错误。

方法二 等效法

通电半圆形铜环的等效长度为 $2r$,电流方向 $a \rightarrow b$,根据左手定则可知半圆形铜环受到的安培力方向竖直向下,大小为 $F = BI \times 2r = 2rIB$,根据受力分析可得,通电后,绳子总拉力 $F_T = mg + F = mg + 2rIB > mg$,则两根细绳拉力均比未通电流时的大。故选 AC。]

考点 3

典例 4 B [金属棒受力平衡,根据左手定则, cd 棒中的电流方向从 c 到 d , a 端接电源的负极, A 错误; B 和 I 相互垂直,故金属棒受到的安培力大小为 ILB , B 正确;如图所示,根据共点力平衡

条件有 $ILB = mg \tan \theta$,可得 $m = \frac{ILB}{g \tan \theta}$, C、D 错误。]

典例 5 BC [电磁炮弹从静止到飞出轨道瞬间,由动能定理得 $Fs = \frac{1}{2} mv^2$,解得 $F = 1.1 \times 10^6\text{ N}$,根据 $F = ILB$ 可知, $B =$

55 T, 根据牛顿第二定律 $F=ma$, 解得 $a=\frac{F}{m}=5\times 10^5 \text{ m/s}^2$,

故 A 错误, B、C 正确; 当电磁炮弹的速度最大时功率最大, 则 $P_m=ILB\cdot v=1.1\times 10^{10} \text{ W}$, 故 D 错误。]

第 56 课时

考点 1

运动电荷 0 qvB 垂直 正电荷 洛伦兹力 不做功

情境辨析 (1)× (2)√ (3)×

典例 1 A [小球刚进入磁场时速度方向竖直向下, 由左手定则可知, 小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力方向水平向右, A 正确; 小球运动过程中, 受重力和洛伦兹力的作用, 且合力不为 0, 所以小球运动过程中的速度变化, B 错误; 小球受到的重力不变, 洛伦兹力时刻变化, 则合力时刻变化, 加速度时刻变化, C 错误; 洛伦兹力永不做功, D 错误。]

典例 2 AC [题图甲, 由竖直上抛运动规律得 $h_1=\frac{v_0^2}{2g}$, 题图丙,

当加上电场时, 在竖直方向上有 $v_0^2=2gh_3$, 即 $h_3=\frac{v_0^2}{2g}$, 所以 $h_1=h_3$, A 正确; 题图乙, 洛伦兹力改变速度的方向, 当小球在磁场中运动到最高点时, 小球应有水平速度, 设此时小球的动能为 E_k , 则由能量守恒定律得 $mgh_2+E_k=\frac{1}{2}mv_0^2$, 又 $\frac{1}{2}mv_0^2=mgh_1$, 所以 $h_1>h_2$, D 错误; 题图丁, 因不知道小球的电性, 则不能判断 h_4 与 h_1 、 h_2 的大小关系, B 错误, C 正确。]

考点 2

1. 匀速直线

2. 匀速圆周 (3)无关 比荷 磁感应强度 (4) $\frac{\theta}{2\pi}T$

判断正误 (1)√ (2)× (3)√

典例 3 C [粒子的运动轨迹如图所示, 在磁场中, 根据洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$, 可得粒子做圆周运动的半径 $r=$

$\frac{mv}{qB}$, 根据几何关系可得 P 点至 O 点的距

离 $L_{PO}=r+\frac{r}{\cos 45^\circ}=(1+\sqrt{2})\frac{mv}{qB}$, 故 C 正确, A、B、D 错误。]

典例 4 BC [粒子的运动轨迹如图所示,

设粒子 a 做圆周运动的轨迹半径为 r_1 , 由几何关系可知粒子 a 射出磁场时速

度偏转角为 $\frac{2\pi}{3}$, $r_1=\frac{R}{\tan 60^\circ}=\frac{\sqrt{3}}{3}R$, 选

项 A 错误; 同理, 由几何关系得 $r_2=\sqrt{3}R$, 由洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$, 可得 $v\propto r$, 故可得 $\frac{v_0}{v_b}=\frac{1}{3}$, 即 $v_b=3v_0$, 选

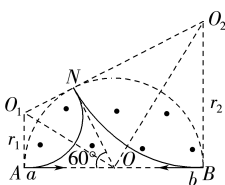
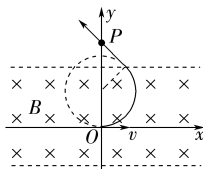
项 B 正确; 又根据 $qvB=m\frac{v^2}{r}$, 可得粒子的比荷为 $\frac{q}{m}=\frac{\sqrt{3}v_0}{BR}$,

选项 C 正确; 由 $T=\frac{2\pi m}{qB}$ 可知两粒子在磁场中做圆周运动的周

期相同, 由几何关系可知 $\angle AO_1N=\frac{2\pi}{3}$, $\angle BO_2N=\frac{\pi}{3}$, 又有

$t=\frac{\theta}{2\pi}T$, 故两粒子在磁场中的运动时间之比为 $\frac{t_a}{t_b}=\frac{2}{1}$, 选项 D

错误。]



考点 3

判断正误 (1)× (2)× (3)×

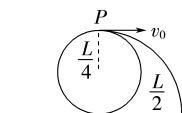
典例 5 BD [因质子带正电, 且经过

C 点, 其可能的轨迹如图所示, 所有圆弧所对应的圆心角均为 60° , 所以质子运行半径 $r=\frac{L}{n}$ ($n=1, 2, 3,$

$\dots$), 由洛伦兹力提供向心力得 $qvB=m\frac{v^2}{r}$, 即 $v=\frac{Bqr}{m}=Bk\cdot\frac{L}{n}$ ($n=1, 2, 3, \dots$), 选项 B、D 正确。]

典例 6 A [电子在磁场中做匀速圆周运动,

半径为 $R=\frac{mv_0}{eB}$, 如图所示。当 $R_1=\frac{L}{4}$ 时,



电子恰好与下板相切; 当 $R_2=\frac{L}{2}$ 时, 电子恰好从下板边缘飞出

两平行板 (即飞出磁场)。由 $R_1=\frac{mv_1}{eB}$, 解得 $v_1=\frac{eBL}{4m}$, 由 R_2

$=\frac{mv_2}{eB}$, 解得 $v_2=\frac{eBL}{2m}$, 所以欲使电子不与平行板相碰撞, 电子

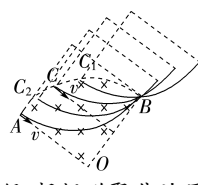
初速度 v_0 应满足 $v_0>\frac{eBL}{2m}$ 或 $v_0<\frac{eBL}{4m}$, A 正确, B、C、D

错误。]

素养提升 7

典例 1 AD [由题意知, 粒子从 A 点进入

磁场并从 B 点离开, 由左手定则可以确定粒子带正电, 故 A 正确; 由题意知, 当粒子从 A 点入射时, 从 B 点离开磁场, 则粒子做圆周运动的半径等于圆弧磁场区域的半径, 根据磁聚焦的原理可知, 当入射方向平行时, 这些粒子将从同一点射出, 如图所示, 从点 A、C、C₁、C₂ 以相同的方向进入磁场, 则这些粒子从同一点 B 射出, 从图中看出, C 点越靠近 B 点, 偏转角越小, 运动时间越短, 离 B 点越远, 偏转角越大, 运动时间越长, 故 D 正确, B、C 错误。]



典例 2 AC [初速度沿 y 轴正方向的粒子

经过磁场后, 粒子的速度方向沿 x 轴的正

方向, 则粒子的轨迹半径 $r=R$, 由 $qvB=$

$\frac{mv^2}{r}$ 可得粒子轨迹半径都为 R; 结合题意

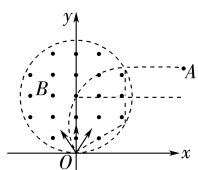
和几何关系可知, 粒子源在平面第一、二象限射入的粒子从磁场射出时, 速度一定沿 x 轴正方向, 设经过 A 点的粒子在磁场中运动的轨迹所对的圆心角为 α , 根据几何关系有 $R+R\sin(\alpha-90^\circ)=\frac{3}{2}R$, 解得 $\alpha=120^\circ$, 故 A 正确, B 错误; 该粒

子在磁场中的运动时间为 $t=\frac{120^\circ}{360^\circ}\times\frac{2\pi m}{qB}=\frac{2\pi m}{3qB}$, 故 C 正确, D

错误。]

典例 3 BC [根据磁聚焦原理, 粒子在半径为 r_0 的圆形磁场区

域中运动, 粒子运动的轨迹半径为 r_0 , 有 $qvB_0=m\frac{v^2}{r_0}$, 解得



$B_0 = \frac{mv}{qr_0}$, 要使会聚到 O 点的粒子经正方形区域内的磁场偏转后宽度变为 $2r_0$, 且粒子仍沿水平向右射出, 作出轨迹如图所示, 由几何关系可知粒子在正方形区域磁场中的轨迹半径为 $2r_0$, 正方形中磁场区域应该为圆形磁场的一部分, 有 $qvB_1 = m \frac{v^2}{2r_0}$, 解得 $B_1 = \frac{mv}{2qr_0} = \frac{1}{2}B_0$, 由左手定则可知, 该磁场方向垂直纸面向里, A 错误, B 正确; 如图所示, 正方形区域中匀强磁场的最小面积为阴影部分面积, $S_{\min} = 2(\pi - 2)r_0^2$, C 正确, D 错误。]

第 57 课时

进阶点 1

典例 1 CD [带电粒子在磁场中的运

动半径 $r = \frac{mv}{qB} = d$, 选项 A 错误; 设从某处 E 进入磁场的粒子, 其轨迹恰好与 AC 相切(如图所示), 则 E 点与 A 点的距离为 $AO - EO = 2d - d = d$, 粒子在距 A 点 $0.5d$ 处射入, 会进入 II 区域, 选项 B 错误; 粒子在距 A 点 $1.5d$ 处射入, 不会进入 II 区域, 在 I 区域内的轨迹为半圆, 运动的时间为 $t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$, 选项 C 正确; 进入 II 区域的粒子, 弦长最短时的运动时间最短, 且最短弦长为 d , 与半径相同, 故对应圆心角为 60° , 最短时间为 $t_{\min} = \frac{T}{6} = \frac{\pi m}{3qB}$, 选项 D 正确。]

进阶点 2

典例 2 解析: (1) 粒子从 ab 边离开磁场时, 在磁场中运动的时间最长, 如图甲所示

$$有 qBv_0 = \frac{mv_0^2}{R}, 又 T = \frac{2\pi R}{v_0}$$

$$解得 T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

又由几何关系得 $\theta = 74^\circ$

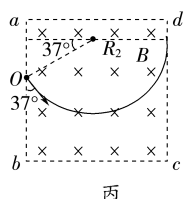
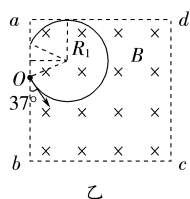
$$则粒子在磁场中运动的最长时间 t = \frac{360^\circ - 74^\circ}{360^\circ} T = \frac{143\pi m}{90qB}$$

(2) 当粒子轨迹与 ad 边相切时, 如图乙所示

设此时速度为 v_{01} , 轨迹半径为 R_1

$$由几何关系可得 R_1 + R_1 \sin 37^\circ = 0.4l$$

$$又 qBv_{01} = \frac{mv_{01}^2}{R_1}, 解得 v_{01} = \frac{qBl}{4m}$$



当粒子运动轨迹与 cd 边相切时, 如图丙所示, 设此时速度为 v_{02} , 轨迹半径为 R_2

$$由几何关系可得 R_2 + R_2 \cos 37^\circ = l$$

$$又 qBv_{02} = \frac{mv_{02}^2}{R_2}, 解得 v_{02} = \frac{5qBl}{9m}$$

$$综上可得 \frac{qBl}{4m} < v_0 \leq \frac{5qBl}{9m}$$

$$答案: (1) \frac{143\pi m}{90qB} \quad (2) \frac{qBl}{4m} < v_0 \leq \frac{5qBl}{9m}$$

进阶点 3

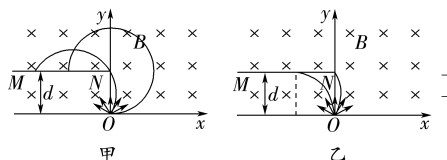
典例 3 C [粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向

心力有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 解得粒子的运动半径为 $r = d$, A 错误; 当

粒子恰经过薄板最右端打到薄板上表面时, 粒子打到薄板上表面的位置距 N 点最远, 当粒子沿 x 轴正方向射出时, 粒子打到薄板上表面的位置距 N 点最近, 对应运动轨迹如图甲所示, 由几何关系可知, 薄板的上表面接收到粒子的区域长度 $\Delta x_1 = 2r \cos 30^\circ - r = (\sqrt{3} - 1)d$, B 错误; 结合 B 项分析可知, 粒子能

打到薄板下表面的最右端, 当粒子的运动轨迹与薄板相切时, 粒子打到薄板下表面的位置距 N 点最远, 轨迹如图乙所示, 由几何关系可知, 薄板的下表面接收到粒子的区域长度 $\Delta x_2 = d$, C 正确; 粒子在磁场中的运动周期 $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$, 又 $t =$

$\frac{\theta}{360^\circ} T$, 故粒子运动轨迹所对圆心角越大, 运动时间越长, 结合 B、C 项分析可知, 打在薄板下表面右端的粒子运动时间最短, 结合几何关系有 $t_{\min} = \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{3qB}$, D 错误。



第 58 课时

考点 1

一、2. 相等

3. 磁感应强度 B D 形盒半径 R 无关

情境辨析 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$

典例 1 AD [粒子在电场中被加速, 在磁场中做匀速圆周运动, 洛伦兹力不做功, 所以粒子只从电场中获得能量, 故 A 正确; 交流电源的周期等于粒子在磁场中做圆周运动的周期, 即 $T = \frac{2\pi m}{qB}$, 故 B 错误; 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提

供向心力, 有 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ ①, 粒子离开 D 形金属盒时, 速度最大, 此时轨道半径为 R , 根据 $qv_m B = \frac{mv_m^2}{R}$, 可得最大速度 $v_m =$

$$\frac{qBR}{m} \text{ ②, 根据动能定理可知, 第一次进入 } D_1 \text{ 盒时 } Uq = \frac{1}{2}mv_1^2 \text{ ③,}$$

$$\text{第一次进入 } D_2 \text{ 盒时 } 2Uq = \frac{1}{2}mv_2^2 \text{ ④, 由 ①③④ 联立解得 } R_1 :$$

$$R_2 = 1 : \sqrt{2}, nUq = \frac{1}{2}mv_m^2 \text{ ⑤, 由 ②⑤ 联立可得加速的次数 } n =$$

$$\frac{qB^2 R^2}{2mU}, \text{ 故 C 错误, D 正确。}]$$

二、2. (1) $\frac{1}{2}mv^2$

判断正误 (1)√ (2)× (3)√

典例 2 解析: (1) 带电粒子在电场中加速, 根据动能定理有 qU

$$= \frac{1}{2}mv^2$$

由洛伦兹力提供向心力, 有 $qvB_0 = m \frac{v^2}{r}$

$$\text{可得 } d = 2r = \frac{2}{B_0} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

则粒子的比荷为 $\frac{q}{m} = \frac{8U}{B_0^2 d^2}$

$$(2) S_2 \rightarrow M: R_1 = \frac{\frac{1}{4}d + \frac{1}{20}d}{2} = \frac{3}{20}d$$

$$qvB_1 = m \frac{v^2}{R_1}, \text{得 } B_1 = \frac{10}{3}B_0$$

$$S_1 \rightarrow G: R_2 = \frac{2d - \frac{1}{20}d}{2} = \frac{39}{40}d$$

$$qvB_2 = m \frac{v^2}{R_2}, \text{得 } B_2 = \frac{20}{39}B_0$$

综上可得 $\frac{20}{39}B_0 \leq B \leq \frac{10}{3}B_0$

答案: (1) $\frac{8U}{B_0^2 d^2}$ (2) $\frac{20}{39}B_0 \leq B \leq \frac{10}{3}B_0$

考点 2

典例 3 解析: (1) 设粒子经过 N 孔时的速度大小为 v_N , 则对粒子从 M 到 N 的运动过程, 根据动能定理有

$$qU = \frac{1}{2}mv_N^2$$

$$\text{解得 } v_N = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

(2) 粒子在 C_2 中做类平抛运动, 设粒子经过 P 点时沿 y 轴方向的速度大小为 v_y , 速度方向与 y 轴正方向的夹角为 θ , 粒子在 C_2 中的运动时间为 t , 则根据牛顿第二定律有

$$\frac{qU}{d} = ma$$

根据匀变速直线运动规律, 在沿 y 轴方向有

$$d = \frac{1}{2}at^2, v_y = at$$

$$\text{又 } \tan \theta = \frac{v_N}{v_y}$$

联立解得 $\theta = 45^\circ$

(3) 粒子在 P 点处时的速度大小为

$$v_P = \sqrt{v_N^2 + v_y^2}$$

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律有

$$qv_P B = \frac{mv_P^2}{R}$$

由几何关系可知 $R = \sqrt{2}d$

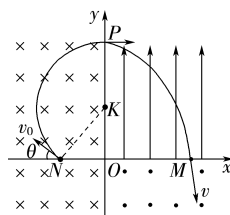
$$\text{联立解得 } B = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

答案: (1) $\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ (2) 45° (3) $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$

典例 4 解析: (1) 由题意得电子在磁场 I 中的运动轨迹如图所

示, 圆心在 K 点, 设电子在磁场 I 中运动的半径为 r_1 , 则有 r_1

$$= \frac{L}{\sin \theta}, ev_0 B = m \frac{v_0^2}{r_1}, \text{解得 } B = \frac{3mv_0}{5Le}$$



(2) 进入电场后, 电子做类平抛运动, 从 P 点到 M 点的过程中, 设沿静电力方向的位移为 y , 垂直于静电力方向的位移为 x ,

$$\text{则 } x = v_0 t = 2L, y = r_1 + r_1 \cos 37^\circ = \frac{1}{2}at^2, Ee = ma, \text{解得 } E = \frac{3mv_0^2}{2eL}$$

(3) 沿电场方向的速度 $v_y = at$

$$\text{到 } M \text{ 点的速度 } v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{10}v_0$$

设 v 的方向与 x 轴正方向成 α 角, 则 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = 3$

设电子在第四象限磁场 II 中做匀速圆周运动的半径为 r_2 , 有

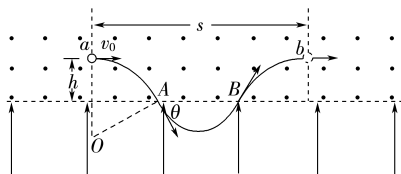
$evB = m \frac{v^2}{r_2}$, 经分析知, 电子第 1 次过 x 轴在 M 点, 再运动一个劣弧第 2 次过 x 轴到第一象限, 再次下来到第 3 次经过 x 轴时的位置坐标 $x = 6L + 2r_2 \sin \alpha$

联立以上各式, 代入数据得 $x = 16L$

则电子从 N 点射出后第 3 次经过 x 轴的坐标为 $(16L, 0)$

答案: (1) $\frac{3mv_0}{5Le}$ (2) $\frac{3mv_0^2}{2eL}$ (3) $(16L, 0)$

典例 5 解析: (1) 根据题意可知, 画出粒子的运动轨迹, 如图所示:



由题意可知 $\theta = 60^\circ$

设粒子在磁场中做圆周运动的半径为 r , 由几何关系有

$$r = r \cos \theta + h$$

解得 $r = 2h$

$$\text{由牛顿第二定律有 } qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$\text{解得 } B = \frac{mv_0}{2qh}$$

(2) 根据题意, 由对称性可知, 粒子射出电场时, 速度大小仍为 v_0 , 方向与水平虚线的夹角为 60° , 由几何关系可得

$$|AB| = s - 2r \sin \theta = 3\sqrt{3}h - 2\sqrt{3}h = \sqrt{3}h$$

$$\text{则粒子在电场中的运动时间为 } t = \frac{AB}{v_0 \cos \theta} = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0}$$

沿电场方向上, 由牛顿第二定律有 $qE = ma$

由运动学公式有 $-v_0 \sin \theta = v_0 \sin \theta - at$

$$\text{联立解得 } E = \frac{mv_0^2}{2qh}$$

答案: (1) $\frac{mv_0}{2qh}$ (2) $\frac{mv_0^2}{2qh}$

素养提升 8

典例 1 D [根据平衡条件得 $qvB_1 = qE$, 解得 $v = \frac{E}{B_1}$, 能水平通过的带电粒子的速率 $v = \frac{E}{B_1}$, A 错误。若粒子从左端水平通过

板间区域, 设粒子带正电, 洛伦兹力向上, 根据平衡条件, 静电力向下, 则 P_1 极板带正电, C 错误。如果 P_1 极板带正电, 带电粒子带负电, 从右端射入速度选择器时, 粒子受到的静电力和洛伦兹力均向上, 不可能通过速度选择器; 若增大从左端水平射入的带负电粒子的入射速度, 向下的洛伦兹力增大, 向上的静电力不变, 向下的洛伦兹力大于向上的静电力, 粒子可能落在下极板, B 错误, D 正确。]

典例 2 AC [带正电的粒子受到的洛伦兹力向上, 带负电的粒子受到的洛伦兹力向下, 极板 MN 带正电, 为发电机的正极, A 正确; 粒子受到的洛伦兹力和静电力相互平衡时, 此时令极板间距为 d , 则 $qvB = q\frac{U}{d}$, 可得 $U = Bdv$, 因此增大极板间距 d , U 变大, 增大等离子体的喷入速率 v , U 变大, U 的大小和粒子数密度无关, B、D 错误, C 正确。]

典例 3 C [由左手定则可知, 水平向左入射的正离子受竖直向下的洛伦兹力, 负离子受竖直向上的洛伦兹力, 则正电荷聚集在 N 一侧, 负电荷聚集在 M 一侧, 则 N 点电势高于 M 点电势, A、B 错误; 电压稳定后, 离子所受的洛伦兹力等于静电力, 即 $qBv = q\frac{U}{d}$, 可得流速为 $v = \frac{U}{Bd}$, 则流量 $Q = Sv = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 v = \frac{\pi Ud}{4B}$, C 正确; 电压稳定时, 正、负离子受到的洛伦兹力与静电力平衡, D 错误。]

典例 4 D [由题图知电流方向从左向右, 因此电子定向移动的方向为从右向左, 根据左手定则可知电子向后表面偏转, 因此前表面的电势比后表面的高, 故 A 错误; 电压 U 稳定时, 电子受到的洛伦兹力和静电力平衡, $evB = Ee = \frac{U}{b}e$, $I = neSv = nebcv$, 解得 $U = \frac{BI}{nec}$, 故 D 正确, B、C 错误。]

第 59 课时

考点 1

情境辨析 (1)× (2)✓ (3)×

典例 1 解析: (1) 闭合开关 S, 当滑片处于滑动变阻器中点时, 由串并联电路规律可得电容器两极板间的电压为

$$U = \frac{R}{R+r_0} E_0 = \frac{r_0}{2r_0+r_0} E_0 = \frac{1}{3} E_0$$

粒子从 a 点进入电容器后, 在电容器中受到静电力的作用, 做类平抛运动, 从 b 点离开电容器, 设粒子从 a 点运动到 b 点的时间为 t , 则在水平方向由运动学公式有 $\sqrt{3}d = v_0 t$

在竖直方向由牛顿第二定律有 $\frac{U}{d} q = ma$

由运动学公式有 $\frac{1}{2} d = \frac{1}{2} at^2$

联立解得 $q = \frac{mv_0^2}{E_0}$

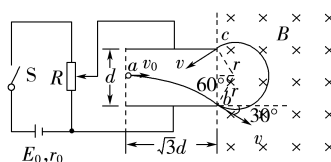
(2) 设粒子经过 b 点时的速度大小为 v , 速度方向与水平方向

的夹角为 θ , 则由平抛运动的推论可知 $\tan \theta = 2 \times \frac{\frac{d}{2}}{\sqrt{3}d} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

则 $\theta = 30^\circ$

由几何关系可知 $v = \frac{v_0}{\cos \theta} = \frac{2\sqrt{3}v_0}{3}$

粒子进入磁场后在磁场中做匀速圆周运动, 从 c 点进入电容器, 设粒子在磁场中的运动半径为 r , 作出粒子从 a 点运动到 c 点的运动轨迹如图所示:



由几何关系可知 $r = \frac{d}{\sin 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3} d$

在磁场中由洛伦兹力提供向心力有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

联立解得 $B = \frac{2E_0}{dv_0}$

(3) **方法一 配速法** 在平行板电容器的右侧再加一个方向水平向右的匀强电场, 则粒子在平行板电容器的右侧不仅受到洛伦兹力的作用, 还受到水平向右的静电力的作用, 则可将粒子在 b 点的速度分解, 使竖直向上的分速度 v_1 产生的洛伦兹力刚好平衡静电力的作用, 如图所示, 则有 $qv_1 B = Eq$

可得 $v_1 = \frac{E}{B} = \frac{2\sqrt{3}}{3} v_0$

由于 v_1 和 v 的大小相等, 则由几何关系可知粒子在 b 点的另一分速度 $v_2 = 2v \cos 30^\circ = 2v_0$, 方向与竖直方向的夹角为 30° , 则粒子在平行板电容器右侧的运动可分解为速度为 v_1 的竖直向上的匀速直线运动和速率为 v_2 的匀速圆周运动, 设粒子做匀速圆周运动的半径为 r' , 则由洛伦兹力

提供向心力有

$$qv_2 B = m \frac{v_2^2}{r'}$$

解得 $r' = d$

作出粒子圆周运动的大致轨迹如图所示

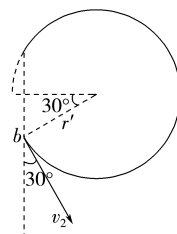
由几何关系可知 $x_m = r' \cos 30^\circ + r' = \frac{2+\sqrt{3}}{2} d$

方法二 正则动量法 当粒子的合速度方向竖直向上时, 粒子相对于电容器右侧的水平距离最大, 设此时速度大小为 v' , 规定竖直向上为正方向, 则对粒子从 b 点运动到该位置的过程, 在竖直方向上由动量定理有

$$\sum qv_x B \Delta t = mv' - (-mv \sin 30^\circ)$$

即 $qBx_m = mv' - (-mv \sin 30^\circ)$

对粒子从 b 点运动到该位置的过程, 由动能定理有



$$Eqx_m = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{联立解得 } x_m = \frac{2+\sqrt{3}}{2}d。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{mv_0^2}{E_0} \quad (2) \frac{2E_0}{dv_0} \quad (3) \frac{2+\sqrt{3}}{2}d$$

考点 2

判断正误 (1)√ (2)√

典例 2 解析: (1) 根据带电粒子在右侧磁场中的运动轨迹结合左手定则可知, 粒子带正电; 粒子在磁场中运动的周期为 $T=2t_0$

$$\text{根据 } T = \frac{2\pi m}{qB}$$

则粒子所带的电荷量

$$q = \frac{\pi m}{Bt_0}。$$

(2) 若金属板的板间距离为 D , 则板长为 $\frac{\pi D}{3}$, 粒子在板间运动时

$$\frac{\pi D}{3} = vt_0$$

出板间电场时竖直速度为 0, 则竖直方向

$$y = 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{U_0 q}{Dm} (0.5t_0)^2$$

在磁场中时

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

其中的

$$y = 2r = \frac{2mv}{qB}$$

联立解得

$$v = \sqrt{\frac{U_0 \pi^3}{24Bt_0}}$$

$$D = \sqrt{\frac{3\pi t_0 U_0}{8B}}。$$

(3) 带电粒子在电场和磁场中的运动轨迹如图。

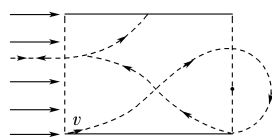
由(2)的计算可知金属板的板间距离

$$D = 3r$$

粒子在 $3t_0$ 时刻再次进入中间的偏转电场, 在 $4t_0$ 时刻进入左侧的电场做减速运动, 速度为 0 后反向加速运动, 在 $6t_0$ 时刻再次进入中间的偏转电场, $6.5t_0$ 时刻碰到上极板, 因粒子在偏转电场中运动时, 在时间 t_0 内静电力做功为 0, 在左侧电场中运动时, 往返一次静电力做功也为 0, 可知整个过程中只有从开始到进入左侧电场时静电力做功和最后 $0.5t_0$ 时间内静电力做功, 则

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{U_0 q}{D} \times \frac{D}{3} = \frac{\pi^3 m U_0}{48Bt_0} + \frac{\pi m U_0}{3Bt_0} = \frac{\pi m U_0 (\pi^2 + 16)}{48Bt_0}。$$

$$\text{答案: (1) 正电} \quad \frac{\pi m}{Bt_0} \quad (2) \sqrt{\frac{3\pi t_0 U_0}{8B}} \quad \sqrt{\frac{U_0 \pi^3}{24Bt_0}}$$



$$(3) \frac{\pi m U_0 (\pi^2 + 16)}{48Bt_0}$$

考点 3

典例 3 解析: (1) 将电子的初速度分解为沿 x 轴方向的速度 v_0 、沿 y 轴方向的速度 v_{y0} , 则电子做沿 x 轴正方向的匀速运动和投影到 yOz 平面内的匀速圆周运动, 又电子做匀速圆周运动的周期为 $T = \frac{2\pi m}{eB}$, 电子均能经过 O 点进入电场, 则 $\frac{L}{v_0} = nT$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

$$\text{联立解得 } B = \frac{2n\pi m v_0}{eL} (n=1, 2, 3, \dots)$$

$$\text{当 } n=1 \text{ 时, } B_{\min} = \frac{2\pi m v_0}{eL}。$$

(2) 由于电子始终未与筒壁碰撞, 则电子投影到 yOz 平面内的圆周运动的最大半径为 r , 由洛伦兹力提供向心力有 $ev_{y0\max} B = m \frac{v_{y0\max}^2}{r}$

$$\text{则 } |\tan \theta| = \left| \frac{v_{y0\max}}{v_0} \right| = \frac{2\pi r}{L}。$$

(3) 电子在电场中做类斜抛运动, 当电子运动到 O 点时沿 y 轴正方向的分速度大小为 $v_{y0\max}$ 时, 电子沿 y 轴正方向的位移最大, 由牛顿第二定律有

$$eE = ma$$

$$\text{由速度-位移关系式有 } 2ay_m = v_{y0\max}^2$$

$$\text{联立解得 } y_m = \frac{2m\pi^2 r^2 v_0^2}{eEL^2}。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{2\pi m v_0}{eL} \quad (2) \frac{2\pi r}{L} \quad (3) \frac{2m\pi^2 r^2 v_0^2}{eEL^2}$$

典例 4 BC [设正方体棱长为 L , 只加磁场时, 粒子做圆周运动, 恰好通过 c 点, 其半径 $R=L$, 由 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R}$, 所用时间 $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi L}{2v_0}$; 只加电场 E_1 , 粒子做类平抛运动, 有 $L = v_0 t_2$, $L = \frac{1}{2} \frac{qE_1}{m} t_2^2$, 联立得 $E_1 = 2v_0 B$, $t_2 = \frac{L}{v_0}$, 可得 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\pi}{2}$, 故 A 错误, B 正确; 空间同时加磁场和电场 E_2 , 粒子做非等距螺旋线运动, 粒子恰好通过 g 点, 所用时间 $t_3 = t_1 = \frac{\pi L}{2v_0}$, 沿电场方向有 $L = \frac{1}{2} \frac{qE_2}{m} t_3^2$, 得 $E_2 = \frac{8v_0 B}{\pi^2}$, 故 C 正确; 粒子在 g 点的速度 $v_g = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{qE_2}{m} t_3 \right)^2} = v_0 \sqrt{1 + \frac{16}{\pi^2}}$, 故 D 错误。]

第十一章 电磁感应及其应用

第 60 课时

考点 1

- (1) BS 投影面积 标量 (2) 磁感线
- (1) 磁通量 (2) 闭合 发生变化 (3) 感应电动势 感应电动势

情境辨析 (1)× (2)√ (3)√

典例 1 A [圆环在匀强磁场中向左平移, 穿过圆环的磁通量不

发生变化,金属圆环中不能产生感应电流;圆环在匀强磁场中绕轴转动,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流;离通有恒定电流的长直导线越远,导线产生的磁感应强度越弱,圆环在通有恒定电流的长直导线旁向右平移,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流;根据条形磁铁的磁场特征可知,圆环向条形磁铁N极平移,穿过圆环的磁通量发生变化,金属圆环中能产生感应电流。故选A。]

考点2

1. (1)阻碍 磁通量

3. (1)磁感线 导线运动 感应电流 (2)切割磁感线

判断正误 (1)× (2)× (3)×

典例2 C [沿N极到S极的方向看,薄片右侧远离磁场,穿过薄片的磁通量减少,由于感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁通量的减少,故感应电流的磁场方向与原磁场方向相同,结合安培定则可以判定,右侧涡电流的方向为顺时针,同理判定左侧涡电流方向为逆时针,故C正确。]

典例3 B [选项A中,根据左手定则可知安培力的方向向上,故A错误;选项B中,根据左手定则可知洛伦兹力的方向向下,故B正确;选项C中,根据右手定则可知感应电流的方向向下,故C错误;选项D中,根据安培定则可知通电导体的电流方向应向下,故D错误。]

考点3

典例4 B [开关闭合时,导线AB中产生电流,其方向由A指向B,根据安培定则可知导线CD所在回路的磁通量垂直于纸面向外增加,由楞次定律的“增反减同”可得导线CD中的感应电流方向为由D指向C,故A错误,B正确;同理,开关断开时,导线AB中电流从有到无,其方向由A指向B,根据安培定则可知导线CD所在回路的磁通量垂直于纸面向外减小,由楞次定律的“增反减同”可得导线CD中的感应电流方向为由C指向D,故C、D错误。]

典例5 AC [根据楞次定律可知,下面的线圈会阻碍磁铁运动而做负功,所以磁铁最终会停止,不会做简谐运动,A正确,B错误;在磁铁远离线圈的过程中,穿过线圈的磁通量向下减小,由楞次定律可知,线圈中的感应电流方向为顺时针(从上往下看),C正确;磁铁向上运动时,根据楞次定律的推论“来拒去留”可知,磁铁对线圈有向上的力,故对线圈受力分析可知,此时桌面对线圈的支持力小于线圈自身的重力,D错误。]

拓展思考 B [从A到最低点的过程中,圆环中的磁场向上且磁通量增大,根据“增反减同”可判断其产生顺时针方向的感应电流(从上往下看),同理可知从最低点到E的过程中,其产生逆时针方向的感应电流(从上往下看),故A错误;由楞次定律的推论“来拒去留”可知,从A到最低点和从最低点到E的过程中,圆环受到的摩擦力方向均向右,从最低点到E的过程中,圆环对桌面的压力小于其自身的重力,故B正确,C错误;由于有部分机械能转化为内能,故磁铁在A、E两处的重力势能不相等,故D错误。]

典例6 AD [根据楞次定律可知,当条形磁铁从高处下落接近回路时,穿过回路的磁通量变大,感应电流产生的磁场阻碍原磁通量的变化,对磁铁产生向上的斥力,因此磁铁的加速度小

于g,同时P、Q将彼此靠拢,减小面积,阻碍原磁通量变大,A、D正确,B、C错误。]

考点4

典例7 BC [MN向右运动,说明MN受到向右的安培力,因为MN处的磁场垂直纸面向里 $\xrightarrow{\text{左手定则}}$ MN中的感应电流方向为M→N $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ L₁中感应电流的磁场方向向上 $\xrightarrow{\text{楞次定律}}$ L₂中磁场方向向上减弱。若L₂中磁场方向向上减弱L₂中磁场方向向下增强 $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ PQ中电流方向为Q→P且减小 $\xrightarrow{\text{右手定则}}$ 向右减速运动;若L₂中磁场方向向下增强 $\xrightarrow{\text{安培定则}}$ PQ中电流方向为P→Q且增大 $\xrightarrow{\text{右手定则}}$ 向左加速运动,故B、C正确,A、D错误。]

第61课时

考点1

1. (2)磁通量

2. (1)磁通量的变化率

情境辨析 (1)√ (2)× (3)× (4)×

典例1 A [根据法拉第电磁感应定律可得 $E=N\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}=10\times\frac{6-0}{2}\text{ V}=30\text{ V}$,所以 $I=\frac{E}{R+r}=1\text{ A}$,故A正确,B错误;由楞次定律可知,电源内部线圈中电流为顺时针方向,a端电势高于b端,故C、D错误。]

考点2

1. 垂直于 R 磁场

判断正误 (1)× (2)√ (3)×

典例2 A [由题知导体棒以速度v向右匀速运动,根据右手定则可知,回路中产生逆时针方向的感应电流,根据左手定则可知,棒ab所受安培力方向向左,B、D错误;由 $E=Bdv$, $I=\frac{E}{R}$, $F=BIl$,可得 $F=\frac{B^2d^2v}{R}$,A正确,C错误。]

典例3 AB [t=0时,线框中能切割磁感线的边只有af边,由右手定则可知af边的电流方向为f到a,则线框中的电流方向为abcdefa,A正确;t=0时,af边的速度方向与磁场方向垂直,且af边的速度大小为v=ωl,感应电动势的大小为E=Blv,解得E=Bl²ω,B正确;线框的转动周期为T= $\frac{2\pi}{\omega}$,则t= $\frac{\pi}{\omega}$ 时,线框转动了180°,此时线框中能切割磁感线的边仍只有af边,且af边的速度方向与磁场方向垂直,所以线框中产生的感应电动势的大小仍为Bl²ω,C错误;t=0时,穿过bcde面的磁通量为Φ₁=-Bl²,t= $\frac{\pi}{\omega}$ 时,磁感线从bcde面的另一面穿过,磁通量为Φ₂=Bl²,由法拉第电磁感应定律得 $\overline{E}=\frac{\Phi_2-\Phi_1}{t}$,解得 $\overline{E}=\frac{2Bl^2\omega}{\pi}$,D错误。]

拓展思考 C [根据右手定则,a端相当于电源正极,b端为负

极, a 端电势高于 b 端电势, 故 A 错误; 当导体杆 ab 和直径重合时, 切割磁感线的有效长度 $l=2R$, 此时产生的感应电动势最大, ab 杆切割磁感线产生的感应电动势为 $E=\frac{1}{2}Bl^2\omega=2BR^2\omega$, 故 B 错误; 根据法拉第电磁感应定律可知, 全过程中, 杆扫过的区域刚好覆盖整个圆形区域, 旋转 180° 所用的时间为 $\Delta t=\frac{\pi}{\omega}$, ab 杆的平均电动势为 $\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B\cdot\pi R^2}{\Delta t}=BR^2\omega$, 故 C 正确; 当 $\theta=120^\circ$ 时, ab 杆切割磁感线的有效长度 $l'=\sqrt{3}R$, ab 杆切割磁感线产生的感应电动势为 $E'=\frac{1}{2}Bl'^2\omega=\frac{3}{2}BR^2\omega$, 故 D 错误。]

考点 3

1. (1)变化 (2)磁通量

2. (1)阻碍 (2)感应电流

3. (1)感应电动势 (2) $L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ (3)大小 匝数

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 4 B [当线圈中通有交变电流时, 感应电炉金属内的磁通量也不断随之变化, 金属中产生交变感应电流, A 错误, B 正确; 若线圈匝数增加, 根据法拉第电磁感应定律可知, 感应电动势增大, 则金属中感应电流变大, C、D 错误。]

典例 5 A [磁体从题图乙位置开始转动时, 通过铝笼截面的磁通量增加, 从而产生感应电流, 方向为 $a\rightarrow b\rightarrow c\rightarrow d\rightarrow a$, 因而受到安培力作用, 导致铝笼转动, 所以铝笼是因为受到安培力而转动的, A 项正确, C 项错误; 根据楞次定律可知, 为阻碍磁通量增加, 铝笼与磁体转动方向相同, 但快慢不相同, 铝笼的转速一定比磁体的转速小, B 项错误; 当磁体停止转动后, 如果忽略空气阻力和摩擦阻力, 由于铝笼转动的过程中仍然能产生感应电流, 所以铝笼会受到反方向的安培力作用而逐渐减速直到停止运动, D 项错误。]

典例 6 B [A 项电路中, 当开关 S 断开时, 整个电路均断开, 则不能给电池充电, 选项 A 错误; B 项电路中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 当 S 断开时, L 产生自感电动势阻碍电流减小, L 相当于电源, 电源 U 与 L 中的自感电动势共同加在电池两端, 且此时二极管导通, 从而实现给高压充电, 选项 B 正确; C 项电路中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 但当 S 断开时, L 也与电路断开, 还是只有回收系统的电压 U 加在充电电池两端, 则不能实现给高压充电, 选项 C 错误; D 项电路中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 但当 S 断开时, 电压 U 断开, 只有 L 产生的自感电动势加在充电电池两端, 二极管无法正向导通, 不能实现给高压充电, 选项 D 错误。故选 B。]

第 62 课时

进阶点 1

典例 1 CD [根据右手定则可知, 线框中的电流始终为逆时针方向, 故 A 错误; 正三角形高为 a , 由几何关系可知其边长为 $L=\frac{2\sqrt{3}}{3}a$, 根据法拉第电磁感应定律可知, $t=0$ 时刻, 线框的感应电动势大小为 $E_0=BLv=\frac{2\sqrt{3}}{3}Bav$, 故 B 错误; 感应电动势

的平均值 $\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B\cdot\frac{L}{2}a}{\Delta t}$, 感应电流的平均值 $\bar{I}=\frac{\bar{E}}{R}$, 根据电流的定义式有 $\bar{I}=\frac{q}{\Delta t}$, 解得 $q=\frac{\sqrt{3}Ba^2}{3R}$, 故 C 正确; 最终线框恰好完全进入磁场, 根据能量守恒定律有 $Q=\frac{1}{2}mv^2$, 故 D 正确。]

典例 2 解析: (1) 根据题意可知, ab 边转动时的线速度为 $v=\omega_0 r_1$

则 ab 边产生的感应电动势的大小 $E_1=BLv=BL\omega_0 r_1$ 。

(2) 根据题意, 由题图可知, 若内转子固定, 外转子转动过程中, ab 、 cd 均切割磁感线, 且产生的感应电流方向相反, 则转动过程中感应电动势为 $E_2=2BLv=2BL\omega_0 r_1$

感应电流为 $I_1=\frac{E_2}{R}$

转子转动的周期为 $T=\frac{2\pi}{\omega_0}$

则线圈 $abcd$ 转动一周产生的热量 $Q=I_1^2 RT=\frac{8\pi\omega_0 B^2 L^2 r_1^2}{R}$ 。

(3) 结合题图可知, 转子转动 $\frac{1}{4}T$ 电流方向改变, 大小不变, 若内转子不固定, 跟着外转子一起转, 且 $abcd$ 中的电流为 I , 则感应电动势为 $E'=IR$

又有 $E'=2BL\Delta v$

解得 $\Delta v=\frac{IR}{2BL}$

则电流改变方向的时间为 $t=\frac{\frac{1}{4}\times 2\pi r_1}{\Delta v}=\frac{BL\pi r_1}{IR}$

则电流的周期为 $T'=2t=\frac{2\pi BLr_1}{IR}$ 。

答案: (1) $BL\omega_0 r_1$ (2) $\frac{8\pi\omega_0 B^2 L^2 r_1^2}{R}$ (3) $\frac{2\pi BLr_1}{IR}$

典例 3 解析: (1) 由法拉第电磁感应定律可知, 0 到 t_1 时间段的

$$\text{电动势 } E=n\pi r_2^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}=n\pi r_2^2 \frac{B_0}{t_2} \quad (1)$$

$$\text{由闭合电路欧姆定律可知, 通过 } R_1 \text{ 的电流 } I=\frac{E}{4R} \quad (2)$$

$$R_1 \text{ 两端的电压 } U=I\cdot 3R \quad (3)$$

$$\text{联立 } (1)(2)(3) \text{ 可得 } U=\frac{3\pi n B_0 r_2^2}{4t_2} \quad (4)$$

由楞次定律可判断通过 R_1 的电流方向为从 b 到 a , 则 b 点的电势高于 a 点的电势。

$$(2) \text{ 通过 } R_1 \text{ 的电荷量 } q=It_1 \quad (5)$$

$$\text{联立 } (1)(2)(5) \text{ 可得 } q=\frac{n\pi t_1 B_0 r_2^2}{4Rt_2} \quad (6)$$

$$\text{电阻 } R_1 \text{ 上产生的热量 } Q=I^2\cdot 3Rt_1 \quad (7)$$

$$\text{联立 } (1)(2)(7) \text{ 可得 } Q=\frac{3t_1\pi^2 n^2 B_0^2 r_2^4}{16Rt_2^2}。$$

答案: (1) $\frac{3\pi n B_0 r_2^2}{4t_2}$ b 点电势高于 a 点电势 (2) $\frac{n\pi t_1 B_0 r_2^2}{4Rt_2}$

$$\frac{3t_1\pi^2 n^2 B_0^2 r_2^4}{16Rt_2^2}$$

进阶点 2

典例 4 C [金属棒 cd 在恒力 F 作用下由静止开始加速, 此时金属棒 ab 、 cd 的加速度分别为 $a_{ab}=0$, $a_{cd}=\frac{F}{m}$, 之后回路中出現感应电流, 金属棒 cd 受到的安培力与恒力 F 反向, 金属棒 cd 的加速度减小, 金属棒 ab 在安培力的作用下开始加速, 金属棒 cd 与金属棒 ab 的速度差逐渐增大, 回路中的电动势逐渐增大, 安培力 $F_{\text{安}}=\frac{B^2 L^2}{R_{\text{总}}}(v_{cd}-v_{ab})$, 逐渐增大, 当 $a_{cd}=a_{ab}$ 时, $v_{cd}-v_{ab}$ 不再变化, 回路中的电流不再变化, 安培力不变, 两棒加速度不变, 但是两金属棒的速度仍在增大, 故 C 符合题意, A、B、D 不符合题意。]

典例 5 ACD [由法拉第电磁感应定律 $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=n\frac{\Delta B}{\Delta t}S$ 可知, 在 $0\sim 1\text{ s}$ 和 $5\sim 6\text{ s}$ 两时间段产生的感应电动势大小相等, 且保持不变, 而 $1\sim 5\text{ s}$ 时间段产生的感应电动势大小不变, 但只有 $0\sim 1\text{ s}$ 和 $5\sim 6\text{ s}$ 两时间段的一半, A 正确; ab 边热功率由 $P=I^2 R$ 可知, $0\sim 1\text{ s}$ 和 $5\sim 6\text{ s}$ 时间段是 $1\sim 5\text{ s}$ 的 4 倍, C 正确; 由楞次定律可得在 $0\sim 1\text{ s}$ 和 $5\sim 6\text{ s}$ 电流为逆时针(负方向)且恒定不变, 而 $1\sim 5\text{ s}$ 电流为顺时针(正方向)且恒定不变, B 错误; 由 $F_{\text{安}}=I l B$ 可知, I 恒定时, ab 边受到的安培力大小与磁感应强度成正比, 再利用左手定则结合上述分析可知, D 正确。]

第 63 课时

进阶点 1

典例 1 解析: (1) 金属杆在导轨上运动时, 由法拉第电磁感应定律得, 回路的感应电动势 $E=Blv$ 。

(2) 金属杆在导轨上与 M 、 P 连线相距为 d 时, 回路中总电阻 $R=2sr+2dr$

$$\text{回路的热功率 } P=\frac{E^2}{R}=\frac{B^2 l^2 v^2}{2r(s+d)}。$$

(3) 金属杆在导轨上做匀速直线运动的最终状态是金属杆即将脱离导轨, 即金属杆所受支持力 $F_N=0$ 时, 其做匀速直线运动的路程达到最大。设金属杆运动的最大路程为 x , 此时绳与水平方向的夹角为 θ , 对金属杆进行受力分析并列平衡方程, 水平方向上有 $F_{\text{安}}=F_T \cos \theta$, 竖直方向上有 $mg=F_T \sin \theta$, 安培力大小 $F_{\text{安}}=Bil$, 闭合回路的感应电流 $I=\frac{E}{R}$, 回路中的总电阻 $R'=2sr+2xr$, 联立得 $\tan \theta=\frac{mg \cdot 2r(s+x)}{vB^2 l^2}$

$$\text{根据几何关系有 } \tan \theta=\frac{h}{s-x}$$

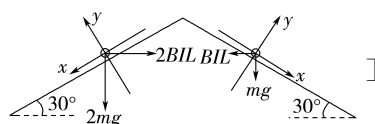
$$\text{则有 } \frac{h}{s-x}=\frac{mg \cdot 2r(s+x)}{vB^2 l^2}$$

$$\text{解得 } x=\sqrt{s^2-\frac{h v B^2 l^2}{2 m g r}}$$

所以金属杆在导轨上保持速度大小 v 做匀速直线运动的最大路程为 $x=\sqrt{s^2-\frac{h v B^2 l^2}{2 m g r}}$ 。

$$\text{答案: (1) } Blv \quad (2) \frac{B^2 l^2 v^2}{2 r(s+d)} \quad (3) \sqrt{s^2-\frac{h v B^2 l^2}{2 m g r}}$$

典例 2 AB [由于 ab 和 cd 均沿导轨下滑, 则通过 $abcd$ 回路的磁通量增大, 根据楞次定律可知, 回路中的电流方向为 $abcd$, A 正确; 对 ab 和 cd 分别进行受力分析, 如图所示, 根据牛顿第二定律分别有 $2mg \sin 30^\circ - 2Bil \cos 30^\circ = 2ma_1$, $mg \sin 30^\circ - BIl \cos 30^\circ = ma_2$, 可得 $a_1=a_2=\frac{g}{2}-\frac{\sqrt{3}Bil}{2m}$, 则 ab 与 cd 速度大小之比始终为 $1:1$, C 错误; 当加速度趋于零时, 两导体棒中的电流趋于稳定, 结合 C 项分析可知, ab 中的电流趋于 $\frac{\sqrt{3}mg}{3BL}$, B 正确; 由于 ab 和 cd 加速度大小始终相等, 则两导体棒的速度大小始终相等, 则由法拉第电磁感应定律可知两导体棒产生的感应电动势大小之比始终为 $2:1$, D 错误。



进阶点 2

典例 3 解析: 运动过程分析: 取一极短时间, 棒做加速运动, 持续对电容器充电, 则存在充电电流。

$$\text{由 } F-Bil=ma, I=\frac{\Delta Q}{\Delta t}, \Delta Q=C \cdot \Delta U, \Delta U=\Delta E=Bl \cdot \Delta v,$$

$$\text{联立可得 } F-\frac{CB^2 l^2 \cdot \Delta v}{\Delta t}=ma, \text{ 其中 } \frac{\Delta v}{\Delta t}=a, \text{ 则可得 } a=\frac{F}{m+CB^2 l^2},$$

$$\text{所以棒做加速度恒定的匀加速直线运动}$$

$$\text{功能关系: } W_F=\frac{1}{2}mv^2+E_{\text{电}}。$$

$$\text{答案: 棒做加速度恒定的匀加速直线运动 } W_F=\frac{1}{2}mv^2+E_{\text{电}}$$

拓展思考 解析: 导体棒在重力和安培力的作用下向下运动, 根

$$\text{据牛顿第二定律有 } mg \sin \theta - Bil = ma, I=\frac{\Delta Q}{\Delta t}=\frac{CBl \Delta v}{\Delta t}$$

$$CBl a, \text{ 联立可得 } a=\frac{mg \sin \theta}{m+CB^2 l^2}。$$

$$\text{答案: } \frac{mg \sin \theta}{m+CB^2 l^2}$$

典例 4 解析: (1) 金属棒保持静止, 根据平衡条件得 $mg=I_1 LB_1$, 解得 $I_1=0.2\text{ A}$

$$\text{则线圈产生的感应电动势为 } E_1=I_1 R_2=0.4\text{ V}$$

$$\text{由电磁感应定律可知 } E_1=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=nS\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$$

$$\text{解得 } \frac{\Delta B_2}{\Delta t}=0.8\text{ T/s}。$$

(2) 断开开关 S 后, 金属棒向下做加速度逐渐减小的加速运动, 当加速度为 0 (即合力为 0) 时速度最大, 此时恰能匀速下降, 根据平衡条件得 $mg=I_2 LB_1$

$$\text{此时金属棒中产生的感应电动势为 } E_2=B_1 Lv$$

$$\text{根据闭合电路欧姆定律得 } I_2=\frac{E_2}{R_1+R_2}$$

$$\text{联立解得金属棒的最大速度为 } v=2\text{ m/s}。$$

(3) 金属棒从开始下落到最大速度的过程中, 由动能定理

$$\text{得 } mgh-W_{\text{克安}}=\frac{1}{2}mv^2-0$$

金属棒产生的焦耳热 $Q = \frac{R_2}{R_1 + R_2} W_{\text{克安}} = 0.072 \text{ J}$ 。

答案: (1) 0.8 T/s (2) 2 m/s (3) 0.072 J

典例 5 C [线圈在磁场减速区做减速运动, 由法拉第电磁感应定律可知, 线圈中产生的感应电动势逐渐减小, 感应电流逐渐减小, 由安培力公式 $F = BIL$ 可知线圈受到的安培力逐渐减小, 当线圈受到的安培力大小逐渐减小至与线圈的重力相等时, 线圈的加速度为 0, 此后线圈在磁场减速区做匀速直线运动, 显然线圈在磁场减速区的速度不可能减为 0, A 错误; 设线圈到达磁场减速区下边界瞬间的速度大小为 v , 规定竖直向下为正方向, 则线圈从静止至磁场减速区下边界过程由动量定理得 $I_G - I_F = mv - 0$, 解得 $I_G = I_F + mv$, 则有 $I_G > I_F$, 即该过程重力的冲量大小大于安培力的冲量大小, B 错误; 线圈进入磁场减速区前做自由落体运动, 则由自由落体运动规律可知, 线圈刚进入磁场时的速度大小为 $v_0 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$, 由法拉第电磁感应定律可得线圈刚进入磁场时的感应电动势 $E = B_0 L v_0$, 结合闭合电路欧姆定律和安培力公式可得此时线圈受到的安培力大小为 $F_0 = \frac{B_0^2 L^2 v_0}{R}$, 由题意可知线圈所在处磁感应强度大小为 $B_0 = \frac{k}{r_0}$, 切割磁感线的长度为线圈周长, 即 $L = 2\pi r_0$, 联立可得 $F_0 = \frac{(2\pi k)^2}{R} \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$, C 正确; 线圈从静止至磁场减速区下边界的过程, 由能量守恒定律有 $mgh_1 = \frac{1}{2}mv^2 + Q$, 解得 $Q = mgh_1 - \frac{1}{2}mv^2$, 因此该过程线圈产生的焦耳热小于 mgh_1 , D 错误。]

第 64 课时

进阶点 1

典例 1 D [进磁场的过程中, 甲线框右边框切割磁感线, 由右手定则可知, 线框中的电流沿顺时针方向, 出磁场的过程中, 甲线框左边框切割磁感线, 由右手定则可知, 线框中的电流沿逆时针方向, A 错误; 刚进磁场区域时, 甲线框切割磁感线产生的电动势 $E = BLv_0$, 线框中的电流 $I = \frac{E}{R}$, 所受合力等于所受安培力 $F_{\text{安甲}} = BIL$, 联立解得刚进磁场区域时甲线框所受合力大小 $F_{\text{安甲}} = \frac{B^2 L^2 v_0}{R}$, 同理可得刚进磁场区域时乙线框所受合力大小 $F_{\text{安乙}} = \frac{B^2 L^2 v_0}{2R}$, 有 $F_{\text{安甲}} : F_{\text{安乙}} = 2 : 1$, B 错误; 结合 A 项分析, 对乙线框进出磁场的两过程, 由动量定理分别有 $-\frac{B^2 L^2 \bar{v}_{\text{进}}}{2R} t_{\text{进}} = m \cdot \Delta v_{\text{进}}, -\frac{B^2 L^2 \bar{v}_{\text{出}}}{2R} t_{\text{出}} = m \cdot \Delta v_{\text{出}}$, 其中 $\bar{v}_{\text{进}} t_{\text{进}} = 2L, \bar{v}_{\text{出}} t_{\text{出}} = 2L$, 又乙线框完全出磁场区域时的速度大小 $v_{\text{乙}} = v_0 + \Delta v_{\text{进}} + \Delta v_{\text{出}}$, 联立解得 $v_{\text{乙}} = \frac{2B^2 L^3}{mR} = \frac{v_0}{2}$, C 错误; 与 C 项分析同理可得甲线框完全出磁场区域时速度大小 $v_{\text{甲}} = 0$, 所以由能量守恒定律可知, 甲、乙线框从刚进磁场区域到完全出磁场区域产生的焦耳热分别为 $Q_{\text{甲}} = \frac{1}{2}mv_0^2, Q_{\text{乙}} =$

$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{乙}}^2$, 联立可得 $Q_{\text{甲}} : Q_{\text{乙}} = 4 : 3$, D 正确。]

典例 2 B [闭合开关后电容器放电, ab 中电流从 a 到 b , 由左手定则可知导体棒向右做加速运动, ab 向右运动过程中切割磁感线产生感应电动势, 当感应电动势与电容器两极板间的电压相等时, 感应电流变为 0, 此后导体棒做匀速直线运动, 故 A 错误; 设 ab 最后以 v 做匀速运动, 通过 ab 的电荷量为 q , 对 ab 由动量定理有 $BL\bar{I}t = mv$, 又 $q = \bar{I}t = Q - CBLv$, 解得 $v = \frac{BLQ}{m + CB^2 L^2}, q = \frac{mQ}{m + CB^2 L^2}$, 故 B 正确, C、D 错误。]

进阶点 2

典例 3 解析: (1) 两棒组成的系统动量守恒, 取向右为正方向, 则有 $2m \cdot 2v_0 - mv_0 = (2m + m)v$

根据能量守恒可得产生的焦耳热为 $Q = \frac{1}{2} \times 2m(2v_0)^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(2m + m)v^2$

联立解得 $v = v_0, Q = 3mv_0^2$ 。

(2) 取 J 棒研究, 设运动过程中平均电流为 $\bar{I}$, 经历时间为 Δt , 取向右为正方向, 根据动量定理得 $-B\bar{I}d \cdot \Delta t = 2mv_0 - 2m \cdot 2v_0$

而 $\bar{I} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t \cdot 2R} = \frac{Bd \cdot \Delta x}{\Delta t \cdot 2R}$

解得 $\Delta x = \frac{4mv_0 R}{B^2 d^2}$ 。

答案: (1) $3mv_0^2$ (2) $\frac{4mv_0 R}{B^2 d^2}$

典例 4 解析: (1) 设 a 棒下落到底端刚进入磁场瞬间的速度大小为 v_a , 由机械能守恒定律可得 $mgh = \frac{1}{2}mv_a^2$

解得 $v_a = \sqrt{2gh}$

则刚进入磁场时产生的感应电动势的大小 $E = BLv_a = BL\sqrt{2gh}$ 。

(2) 当 a 棒的速度变为原来的一半时回路中感应电动势记为 E_1 , 设此时 b 棒的速度为 v_b , 则由动量守恒定律可得

$mv_a = \frac{1}{2}mv_a + 2mv_b$

解得 $v_b = \frac{1}{4}v_a$

则此时的感应电动势 $E_1 = BL\left(\frac{1}{2}v_a - v_b\right) = \frac{1}{4}BL\sqrt{2gh}$

根据闭合电路的欧姆定律可知此时回路中的电流

$I = \frac{E_1}{R + 2R} = \frac{BL\sqrt{2gh}}{12R}$

可知 b 棒此时所受安培力的大小 $F_b = BIL = \frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{12R}$

由牛顿第二定律有 $F_b = 2ma_b$

解得 $a_b = \frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{24mR}$ 。

(3) 通过分析可知 a, b 棒最终将共速, 之后一起做匀速直线运

动,由动量守恒定律可得 $mv_a = (m+2m)v_{共}$

同时,在运动过程中由能量守恒定律可得

$$\frac{1}{2}mv_a^2 = \frac{1}{2}(m+2m)v_{共}^2 + Q_{总}$$

$$\text{联立可得 } Q_{总} = \frac{2}{3}mgh$$

而 a 、 b 两棒串联,则产生的焦耳热之比等于电阻之比,由此可得

$$b \text{ 棒上产生的焦耳热 } Q_b = \frac{2}{3}mgh \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9}mgh。$$

$$\text{答案: (1) } BL\sqrt{2gh} \quad (2) \frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{24mR} \quad (3) \frac{4}{9}mgh$$

第 65 课时

典例 1 解析: (1) 由题图可知,电流表指针左偏,则感应电流从“—”接线柱流入,感应电流在线圈内产生的磁场方向向下,根据楞次定律可知,与条形磁铁在线圈位置产生的磁场方向相同,可知穿过线圈的磁通量减小,根据楞次定律可知,此时磁铁的运动状态是向上拔出。

(2) 磁铁静止,向上移动线圈,则产生的感应电流不一定增加,指针偏角不一定会增加,选项 A 错误;增大(1)中磁铁的速度,产生的感应电动势会增加,指针偏角会增大,选项 B 正确;减小电流表的量程,即将导线从接线柱 G_1 移接到 G_0 ,可使电流表指针偏角变大,选项 C 正确;将一个未与电路相接的闭合线圈套在线圈外,线圈中的感应电流不变,电流表指针偏角不变,选项 D 错误。故选 BC。

答案: (1) 向上拔出 (2) BC

典例 2 解析: (1) 如果在闭合开关时发现灵敏电流计的指针向右偏了一下,说明穿过 B 线圈的磁通量增加时,产生的感应电流使指针向右偏转,那么闭合开关后,将 A 线圈迅速插入 B 线圈中,线圈 B 中的磁通量也增加,产生的感应电流方向相同,故电流计指针也将向右偏转。

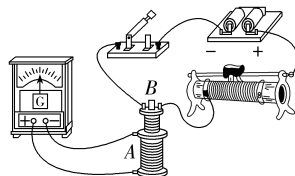
(2) 根据前面分析可知插入铁芯会使得通过 B 线圈的磁通量变大,则使灵敏电流计的指针向右偏转,故 A 错误;拔出 A 线圈,会使得通过 B 线圈的磁通量变小,则会使得灵敏电流计指针向左偏转,故 B 正确;向左滑动变阻器的滑片,则通过 A 线圈中的电流变大,从而会使得通过 B 线圈的磁通量变大,灵敏电流计的指针仍会向右偏转,故 C 错误。

(3) 依题意可知,题图乙实验时通过线圈的电流是从上端流入、下端流出,则根据右手螺旋定则可知此时线圈产生的磁场方向向下,而此时恰好条形磁铁的 S 极朝下,结合楞次定律,说明引起感应电流的磁场方向向上且磁通量在增大,可知条形磁铁应向下运动;依题意可知,题图丙实验时通过线圈的电流是从下端流入、上端流出,则根据右手螺旋定则可知线圈中产生的磁场方向向上,而条形磁铁又向上远离线圈,结合楞次定律,可知引起感应电流的磁场方向向上且通过线圈的磁通量在减小,则条形磁铁的下端为 S 极。

答案: (1) 向右 (2) B (3) 下 S

典例 3 解析: (1) 将电源、开关、滑动变阻器、小螺线管串联成一个回路,再将电流计与大螺线管串联成另一个回路,实物连接

如图所示。断开开关时,线圈中电流迅速减小,则 A 线圈中磁通量减小,出现感应电流,使灵敏电流计指针向右偏转;为了使指针同样向右偏转,应减小 A 线圈中的磁通量或增大 A 线圈中反向的磁通量。闭合开关, B 线圈中的电流突然增大,则 A 线圈中的磁通量增大,故 A 错误;开关闭合后,将滑动变阻器的滑片向左滑动, B 线圈中的电流增大,则 A 线圈中的磁通量增大,故 B 错误;开关闭合后,将 B 线圈从 A 线圈中拔出,则 A 线圈中的磁通量减小,故 C 正确;开关闭合后,将 B 线圈倒置,再重新插入 A 线圈中,则 A 线圈中反向的磁通量增大,故 D 正确。

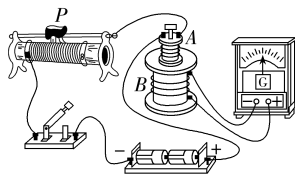


(2) 判断感应电流的具体流向,应先查明灵敏电流计指针的偏转方向与电流方向的关系。

(3) 电阻挡指针没有偏转时,说明二极管的负极与电源正极相连,根据多用电表红进黑出的操作原则,此时黑表笔接触的是二极管的负极;当磁铁插入线圈时,根据楞次定律可判断线圈中电流的方向为逆时针(俯视), C 灯短暂亮起。

答案: (1) 见解析图 CD (2) 电流方向 (3) 负极 C

典例 4 解析: (1) 实物电路如图所示:



(2) 开关处于闭合状态并稳定后,线圈 A 中电流大小不变,磁感应强度不变,不产生感应电流,电流计指针不偏转。由题意知,开关闭合瞬间, A 中电流增大, B 中磁通量变大,电流计指针向左偏转,故滑动变阻器滑片 P 向右快速移动时,电路中总阻值变大,线圈 A 中电流减小,电流计指针向右偏转。

(3) 由题图丙可知,磁体从线圈上方进入时电流为正,从下方出来时电流为负,所以感应电流方向与线圈中的磁通量增减有关,故 A 正确;由题图丙可知,感应电流方向与磁体下落速度的大小无关,故 B 错误;由题图丙可知,磁体在下落过程中速度变大,出线圈时的速度大于进入时的速度,磁通量的变化率变大,感应电流也变大,所以感应电流大小与线圈中磁通量的变化快慢有关,故 C 正确。

答案: (1) 见解析图 (2) 不偏转 向右 (3) AC

第十二章 交流电 电磁波 传感器

第 66 课时

考点 1

1. 垂直于
2. (1) 最大 发生改变 (2) 最大 不改变
3. 两
4. (1) $NBS\omega$ 无关 无关 (2) 一次周期性 次数

情境辨析 (1)× (2)√ (3)×

典例 1 D [$t=0$ 时,线圈位于与中性面垂直的位置,故 A 错误;线圈转动的周期为 $T=\frac{2\pi}{\omega}=0.2\text{ s}$, $t=0.05\text{ s}$ 时,线圈转过 90° ,到达中性面位置,此时磁通量最大,感应电流为 0,故 B 错误;感应电动势最大值为 $E_{m0}=NBS_0\omega$, $S_0=ab\cdot bc$, $N(ab+bc)\times 2=60\text{ m}$, $2ab=bc$,联立可得 $E_{m0}=2\pi\text{ V}$,线圈从题图位置(平行于磁场方向)开始转动,因此感应电动势的瞬时值表达式为 $e=2\pi\cos 10\pi t\text{ (V)}$,故 C 错误;一个周期内电流方向改变两次, $1\text{ s}=5T$,则 1 s 内电流方向变化 10 次,故 D 正确。]

考点 2

判断正误 (1)√ (2)× (3)√

典例 2 B [结合 $Q=\frac{U^2}{R}t$ 可知 $Q_1=\left(\frac{U_0}{\sqrt{3}}\right)^2\cdot\frac{1}{R_1}\cdot\frac{T}{2}+(U_0)^2\cdot\frac{1}{R_1}\cdot\frac{T}{2}=\frac{2U_0^2T}{3R_1}$, $Q_2=\left(\frac{U_0}{\sqrt{2}}\right)^2\cdot\frac{1}{R_2}\cdot T=\frac{U_0^2T}{2R_2}$,又 $R_1=R_2$,所以 $\frac{Q_1}{Q_2}=\frac{4}{3}$,B 正确。]

典例 3 D [根据题意可知,该装置产生的交流电的周期为 $T=\frac{2L}{v}$,由于导体棒间距均为 $2L$,则每个周期内均为单棒切割磁感线,以导体棒刚进入区域 II 时为计时起点,则 $0\sim\frac{L}{v}$ 时间段该装置产生的电动势为 $E_{II}=\frac{BLv}{2}$, $\frac{L}{v}\sim\frac{2L}{v}$ 时间段该装置产生的电动势为 $E_I=BLv$,设导体棒电阻为 R ,该装置产生的电动势的有效值 E 满足 $\frac{E^2}{R}\cdot\frac{2L}{v}=\frac{E_I^2}{R}\cdot\frac{L}{v}+\frac{E_{II}^2}{R}\cdot\frac{L}{v}$,解得 $E=\frac{\sqrt{10}BLv}{4}$,D 正确。]

考点 3

判断正误 (1)× (2)× (3)√

典例 4 BD [金属框转动一周,电流方向改变两次,A 项错误;因除电阻 R 外其他电阻不计, R 两端的电压就等于电动势,所以电动势的最大值为 U_m ,B 项正确;对题图甲中的装置分析可知,由于有换向器,金属框转动一周过程中流过电阻的电流方向不变,则转动一周过程中流过电阻的电荷量应为转动半周过程中的两倍,转动半周过程中,由 $\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $\bar{I}=\frac{\bar{E}}{R}$, $q=\bar{I}\Delta t$,整理得 $q=\frac{2BL^2}{R}$,则转动一周过程中流过电阻的电荷量为 $\frac{4BL^2}{R}$,C 项错误;电阻 R 两端电压的有效值 $U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$, $U_m=BL^2\omega$, $T=\frac{2\pi}{\omega}$,又 $Q=\frac{U^2}{R}T$,联立解得 $Q=\frac{\pi U_m BL^2}{R}$,D 项正确。]

拓展思考 解析:(1)交流电压表的示数为电压的有效值, $U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 。

(2)转动 180° 的过程中,金属框产生的焦耳热 $Q_{内}=\left(\frac{nBS\omega}{\sqrt{2}\times 2R}\right)^2\cdot R\cdot\frac{\pi}{\omega}=\frac{\pi\omega n^2 B^2 L^4}{8R}$ 。根据功能关系,外力做的

功等于产生的总焦耳热,即除安培力以外的力对金属框做的功为 $\frac{\pi\omega n^2 B^2 L^4}{4R}$ 。

答案:(1) $\frac{U_m}{\sqrt{2}}$ (2) $\frac{\pi\omega n^2 B^2 L^4}{8R}$ $\frac{\pi\omega n^2 B^2 L^4}{4R}$

典例 5 BD [由题图可知,在 $0\sim t_0$ 时间段和 $2t_0\sim 3t_0$ 时间段圆环 I 中的电流大小均为 $I_1=\frac{\pi r^2 B_0}{Rt_0}$,在 $t_0\sim 2t_0$ 时间段圆环 I 中的电流大小为 $I_2=\frac{2\pi r^2 B_0}{Rt_0}$ 。设圆环 I 中电流的有效值为 I ,根据有效值定义可得 $I^2 R\cdot 3t_0=I_1^2 R\cdot 2t_0+I_2^2 Rt_0$,联立解得 $I=\frac{\sqrt{2}\pi r^2 B_0}{Rt_0}$,故 A 错误;设右侧有一与无限长的直导线 CD 关于 O 点对称的无限长的直导线 $C'D'$ 与 CD 构成回路,则 $t=1.5t_0$ 时刻, $CDC'D'$ 回路产生的总电动势为 $E_{总}=\pi r^2\cdot\frac{2B_0}{t_0}$,根据对称性可知 $t=1.5t_0$ 时刻直导线 CD 的电动势为 $\pi r^2\frac{B_0}{t_0}$,故 B 正确;由于圆环 II 处于磁场外部,通过圆环 II 的磁通量一直为 0,所以圆环 II 不会产生感应电流,则 $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 中电流为 0,故 C 错误;以 O 点为圆心,假设有过 P 、 Q 两点的圆导线,其在 $t=0.5t_0$ 时刻产生的电动势为 $E=\pi r^2\frac{B_0}{t_0}$,则圆导线上 P 、 Q 两点间圆弧的电动势为 $E'=\frac{30^\circ}{360^\circ}E=\frac{1}{12}\pi r^2\frac{B_0}{t_0}$,此时可把圆导线上 P 、 Q 两点间圆弧与圆环 II 上 $\widehat{PQ}$ 构成回路,因回路磁通量为 0,不会产生感应电流,则圆环 II 上 $\widehat{PQ}$ 间电动势大小也为 $\frac{1}{12}\pi r^2\frac{B_0}{t_0}$,但方向相反,故 D 正确。故选 BD。]

第 67 课时

考点 1

- (1)闭合铁芯 两个线圈
- (2)低电压 小电流

情境辨析 (1)√ (2)× (3)×

典例 1 B [由题图乙可知该交流电的周期为 $T=2.5\text{ s}$ — $0.25\text{ s}=2.25\text{ s}$,A 错误;结合题图乙可知原线圈两端电压的有效值为 $U_1=\frac{U_m}{\sqrt{2}}=48\text{ V}$,由理想变压器的变压规律有 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$,代入可得副线圈两端电压的有效值 $U_2=12\text{ V}$,又电压表测的是副线圈两端电压的有效值,所以电压表示数为 12 V ,B 正确;设通过 R_1 的电流为 I_1 ,通过 R_2 的电流为 I_2 ,则由并联电路规律有 $I_1 R_1=I_2 R_2$,可得 $I_2=2I_1$,则副线圈干路中的电流为 $I_T=3I_1$,即副线圈干路中的电流为 R_1 中电流的 3 倍,C 错误;由于该变压器为理想变压器,所以原、副线圈的功率之比为 $1:1$,D 错误。]

典例 2 AC [由理想变压器的工作原理可知 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$, $\frac{U_1}{U_3}=\frac{n_1}{n_3}$,代入数据可得 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{5}{1}$, $\frac{n_1}{n_3}=\frac{5}{1}$,A 正确,B 错误;理想变压器的输入功率等于输出功率,则 $P_1=P_2+P_3=10.5\text{ kW}$,C 正确;

变压器输出交变电压,两副线圈输出电压的最大值不是220 V, D 错误。]

考点 2

判断正误 (1)× (2)✓ (3)✓

典例 3 D [根据理想变压器电压比与匝数比的关系可知 $\frac{U_1}{U_3} = \frac{n_1}{n_3}$, $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 由于输入电压 U_1 不变, 可知 $\frac{U_2}{U_3} = \frac{n_2}{n_3}$, 即 $\frac{u_2}{U_m \sin \omega t} = \frac{n_2 - \frac{n}{10}}{n_3 - \frac{2n}{10}}$, 解得 $u_2 = \frac{9}{8} U_m \sin \omega t$, 可知此时输出的交

流电的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ 。故选 D。]

典例 4 B [由原线圈输入电压 $u = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) 知, $\omega = 100\pi$ rad/s, 频率 $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50$ Hz, 变压器不改变电流的频率, 故副线圈交变电流的频率是 50 Hz, 故 A 错误; 原线圈两端的输入电压有效值为 220 V, 由电压与匝数成正比知 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 所以副线圈两端电压的有效值为 $U_2 = \frac{1}{55} \times 220$ V = 4 V, 所以电压表的示数为 4 V, 故 B 正确; 滑动变阻器的滑片 P 从最上端往下滑的过程中, 电路中的总电阻减小, 根据欧姆定律可知, 变压器的输出电流增大, 则输入的电流也增大, 即电流表的示数变大, 定值电阻 R 两端的电压变大, 副线圈两端电压不变, 所以滑动变阻器两端的电压变小, 故 C、D 错误。]

考点 3

3. $I^2 R t$

4. IR

5. $I^2 R$

6. (1)横截面积 电阻率小 (2)输电电压

判断正误 (1)✓ (2)✓ (3)×

典例 5 D [根据 $P = UI$ 可知, 当电压从 500 kV 提高到 1 000 kV 时, 发电厂的输出功率恒定, 则输电电流降为原来的 $\frac{1}{2}$, 故 A、B 错误; 线路采用分裂导线设计, 单位长度的电阻因导线截面优化降至原来的四分之一, 又由 $P_{\text{损}} = I^2 R$ 可知, 线路单位长度的功率损耗降至原来的 $\frac{1}{16}$, 故 C 错误, D 正确。]

典例 6 C [发电机输出的电流 $I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{100 \times 10^3}{250}$ A = 400 A, 选项 A 错误; 输电线上的电流 $I_{\text{线}} = \sqrt{\frac{P_{\text{线}}}{R_{\text{线}}}} = \sqrt{\frac{5 \times 10^3}{8}}$ A = 25 A, 选项 B 错误; 升压变压器副线圈的输出电压 $U_2 = \frac{P}{I_{\text{线}}} = \frac{100 \times 10^3}{25}$ V = 4×10^3 V, 输电线损耗的电压 $\Delta U = I_{\text{线}} R_{\text{线}} = 25 \times 8$ V = 200 V, 降压变压器原线圈两端的电压 $U_3 = U_2 - \Delta U = 3 800$ V, 故降压变压器的匝数比 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4} = \frac{3 800}{220} = \frac{190}{11}$, 选项 C 正确; 降压变压器副线圈的输出功率 $P_4 = P_3 = P - P_{\text{线}} =$

95 kW, 故用户得到的电流 $I_4 = \frac{P_4}{U_4} = \frac{95 \times 10^3}{220}$ A ≈ 431.8 A, 选项 D 错误。]

素养提升 9

典例 1 B [方法一 根据原、副线圈电压、电流的关系有 $\frac{U_1}{U} = k = \frac{1}{4}$, $\frac{I_1}{I} = \frac{1}{k} = 4$, 在原线圈回路中, 有 $U_0 = I_1 R_1 + U_1$, 在副线圈回路中, 有 $U = I R_2$, $R_2 = 8 R_1$, 联立解得 $I = \frac{U_0}{6 R_1}$, $U = \frac{4 U_0}{3}$, 故选 B。

方法二 变压器与 R_2 等效为 $R_{\text{总}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_2 = k^2 R_2 = \frac{R_1}{2}$ 的电阻, $U_1 = \frac{R_{\text{总}}}{R_{\text{总}} + R_1} U_0 = \frac{1}{3} U_0$, 由 $\frac{U_1}{U} = k$ 得 $U = \frac{4}{3} U_0$, A 错误, B 正确; $I = \frac{U}{R_2} = \frac{U_0}{6 R_1}$, C、D 错误。]

典例 2 B [变压器和 R 的等效电阻为 $R' = \frac{n_1^2}{n_2^2} R$, 当等效电阻 R' 与 r 相等时, R 消耗的功率最大, 即 $\frac{n_1^2}{n_2^2} R = r$, 解得 $n_2 = 1.5 n_1 = 1 500$ 匝, 故 B 正确。]

典例 3 A [设升压变压器原、副线圈匝数分别为 n_1 、 n_2 , 降压变压器原、副线圈匝数分别为 n_3 、 n_4 , 将降压变压器和用户端所接定值电阻 R 等效为一个电阻 $R_{\text{等效}}$, 则 $R_{\text{等效}} = \frac{U_3}{I_3} = \frac{\left(\frac{n_3}{n_4}\right) U_4}{\left(\frac{n_4}{n_3}\right) I_4}$

$= \frac{n_3^2}{n_4^2} R$ 。发电机转子以角速度 ω 匀速转动时, 产生的电动势的最大值 $E_m = NBS\omega$, 则升压变压器输入端电压的有效值 $U_1 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$, 转子角速度增加一倍, 则升压变压器输出端电压的有

效值为 $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ 增加一倍, 根据闭合电路欧姆定律可知定值电阻 R_0 中的电流变为原来的 2 倍, 结合 $P = I_0^2 R_0$ 可知, 转子角速度增加一倍, R_0 上消耗的功率变为 $4P$, 选项 A 正确; 结合 $P = \left(\frac{U_2}{R_0 + R_{\text{等效}}}\right)^2 \cdot R_0$, 若 R_0 增加一倍, 则 R_0 上消耗的功率为 $\left(\frac{U_2}{2R_0 + R_{\text{等效}}}\right)^2 \cdot 2R_0 \neq 4P$, 选项 B 错误; 若升压变压器的副线圈增加一倍, 根据理想变压器变压规律可知, 升压变压器副线圈两端的电压变为原来的 2 倍, 由 $I_0 = \frac{U_2}{R_0 + R_{\text{等效}}}$ 可知, 定值电阻 R_0 中的电流变为原来的 2 倍, R_0 上消耗的功率变为 $4P$, 选项 C 错误; 若在用户端再并联一个完全相同的电阻 R , 降压变压器和用户端所接定值电阻的等效电阻变为 $\frac{1}{2} R_{\text{等效}}$, R_0 上消耗的功率变为 $\left(\frac{U_2}{R_0 + \frac{1}{2} R_{\text{等效}}}\right)^2 \cdot R_0 \neq 6P$, 选项 D 错误。]

典例 4 C [滑动变阻器的滑片向下滑动, 其接入电路的阻值变

大,副线圈中总电阻 R 变大,作出该变压器的等效电路图如图,可知等效电阻 $R_{\text{等效}}$

$$= \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R = k^2 R, \text{ 则等效电阻变大,电流}$$

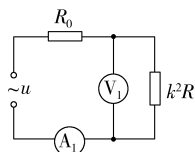


表 A_1 示数减小,根据 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{k}$,可知 A_2 示数也减小,又因

为 R_0 分压减小,则 V_1 示数增加,由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k$,可知 V_2 示数

增加,A、D 错误;由于原线圈两端所接正弦交流电源电压有效

值恒定,可将 R_0 看作是电源内阻,则 $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} = R_0$,B 错误;因为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k, \text{ 则 } U_2 = \frac{U_1}{k}, \text{ 由 } \frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{k} \text{ 可知 } I_2 = k I_1, \text{ 则 } \frac{\Delta U_2}{\Delta I_2}$$

$$= \frac{\Delta U_1}{k^2 \Delta I_1} = \frac{R_0}{k^2}, \text{ C 正确。}]$$

第 68 课时

考点 1

1. 周期性 振荡电流 LC
2. 充电 放电 电流 i 磁感应强度 B
3. (1)电场 磁场 (2)磁场 电场 (3)周期性
4. (1) $2\pi\sqrt{LC}$

判断正误 (1)× (2)√ (3)×

典例 1 C [理想变压器原、副线圈与匝数的关系为 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,A

错误;从题图 2 所示位置转动至线框与磁感线垂直的过程中,线框逐渐转向中性面,因此线框中的电动势逐渐减小,B 错误;

电容器中电场强度方向竖直向上,因此下极板带正电,上极板带负电,根据线圈的磁场方向结合安培定则,可知电流流向正极板,因此电容器正在充电,电场的能量正在增大,C 正确;电

容 C 增大,根据电磁振荡的频率 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$,可知调谐频率

减小,D 错误。故选 C。]

典例 2 A [根据题意可知,将开关由 a 调到 b 时,电容器和自感线圈组成回路,此回路为振荡电路,产生周期性迅速变化的振荡电流,由于电路向外辐射电磁波,电路中的能量在耗散,振荡电流的振幅越来越小。故选 A。]

考点 2

判断正误 (1)× (2)√ (3)√

典例 3 D [由麦克斯韦电磁场理论知,当空间出现恒定的电场时(如题图 A),由于它不激发磁场,故无电磁波产生;当出现均匀变化的电场时(如题图 B、C),会激发出磁场,但磁场恒定,不会在较远处激发出电场,故也不会产生电磁波;周期性变化的电场(如题图 D),会激发出周期性变化的磁场,它又激发出周期性变化的电场……如此交替地产生磁场和电场,便会形成电磁波,故 D 正确。]

典例 4 A [振荡电流能在空间产生周期性变化的电场和磁场,则能产生电磁波,故 A 正确;电磁波是横波,能产生偏振现象,故 B 错误;麦克斯韦预言了电磁波的存在,赫兹首次用实验证

实了电磁波的存在,故 C 错误;用手机通话时,手机将声音信号转变成电信号,经过调制后,把信号发送到基站,故 D 错误。]

考点 3

判断正误 (1)√ (2)√ (3)×

典例 5 A [由 $c = \lambda\nu$ 可知该电磁波的波长为 $\lambda = \frac{c}{\nu} =$

$$\frac{3.0 \times 10^8}{1.0 \times 10^{16}} \text{ m} = 3.0 \times 10^{-8} \text{ m}, \text{ 由题图可知该电磁波属于紫外线,故 A 正确;由电磁波谱可知该电磁波的波长比 X 射线的波长长,故 B 错误;由公式 } \epsilon = h\nu \text{ 可知该电磁波的能量为 } \epsilon = 6.6 \times 10^{-34} \times 1.0 \times 10^{16} \text{ J} = 6.6 \times 10^{-18} \text{ J}, \text{ 故 C、D 错误。}]$$

第 69 课时

典例 1 解析:(1)变压器是根据互感现象进行工作的,由题图乙可知,原线圈连接的电压为直流电压,因此副线圈两端的电压为 0。

(2)由于有漏磁,副线圈测量电压小于理论值,所以 U_1 为副线圈,可判断连接交流电源的原线圈是右侧 0、4。

(3)三个线圈在同一闭合铁芯上,根据变压器电压比等于匝数

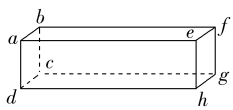
$$\text{比,有 } \frac{U_1}{U_0 - U_1} = \frac{n_A}{n}, \frac{U}{U_0 - U_1} = \frac{n_B}{n}, \text{ 解得 } n_A = \frac{nU_1}{U_0 - U_1}, n_B = \frac{nU}{U_0 - U_1}。$$

$$\text{答案: (1)A (2)右侧 0、4 (3)} \frac{nU_1}{U_0 - U_1} \quad \frac{nU}{U_0 - U_1}$$

典例 2 解析:(1)由表格数据可知 $\frac{U_b}{U_a} > \frac{n_b}{n_a}$,考虑到实验中所用

变压器并非理想变压器,即存在功率损失,使得原、副线圈电压之比大于匝数比,所以原线圈的匝数为 n_b ,副线圈的匝数为 n_a ,而副线圈电压较小,电流较大,所以为了尽量减少能量损失,副线圈所用导线应比原线圈粗。故选 C。

(2)由于变压器工作时铁芯 Q 中存在变化的磁通量,为了减小能量传递过程中



大的涡流,如图所示,结合磁感线的方向,应通过相互绝缘的硅钢片使平行于 $efgh$ 的各平面和平行于 $abfe$ 的各平面都不能形成闭合回路,所以作为横档的铁芯 Q 的硅钢片应按照平行于 $adhe$ 平面的形式设计。故选 D。

答案:(1)C (2)D

典例 3 解析:(1)多用电表选择的是同一挡位,由读数规则可知 A 线圈比 B 线圈电阻大,由此可推断 A 线圈的匝数较多。

(2)①用绝缘导线在 A 线圈的外部或变压器的铁芯上绕制 n 匝线圈;②将 A 线圈与低压交流电源相连接;③用多用电表的交流电压挡分别测量 A 线圈的输入电压 U_A 和绕制线圈的输出电压 U 。A 线圈的匝数 $n_A = \frac{U_A}{U} n$ 。(其他方法只要合理即可)

$$\text{答案: (1)A (2)步骤见解析 } \frac{U_A}{U} n$$

典例 4 解析:(1)变压器工作需要接交变电流,为确保实验安全,

实验中要求原线圈匝数大于副线圈匝数,让副线圈上得到较低的电压,故电源应连接自耦变压器的 A、B 接线柱。

(2)实验时副线圈上的电压大约为 6 V,则多用电表挡位选择交流 10 V;由题图丁可知,电压挡 10 V 的量程精度为 0.2 V,故示数为 6.4 V。

(3)主要原因是变压器不是理想变压器,有漏磁现象、铁芯内有涡流发热、导线线圈有电阻发热等能量损耗,使副线圈两端电压偏低。

答案:(1)交流 A、B (2)交流 10 V 6.4 (3)有漏磁现象;铁芯内有涡流;线圈上有电阻

第 70 课时

典例 1 解析:(1)由闭合电路的欧姆定律可得电路中电流 $I =$

$$\frac{E}{R_0 + R_T}, \text{ 可得 } U_{\text{out}} = IR_T = \frac{R_T}{R_T + R_0} E.$$

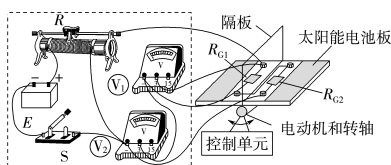
(2)由题图(b)可知,图线乙在相同的 R_1 变化区间, U_{out} 的变化范围更大,即图线乙对应的 R_0 作为匹配电阻,可使 U_{out} 在更宽范围内对 R_T 变化的响应更灵敏。

(4)结合题表数据分析,可知测量的绝对误差最大和最小对应的测量温度分别为 38.0°C 和 70.2°C 。误差的主要来源除元器件的精度和稳定性之外,可能是匹配电阻 R_0 的阻值不太合适或选用二次多项式进行数据拟合不够精确。

答案:(1) $U_{\text{out}} = \frac{R_T}{R_T + R_0} E$ (2)乙 (4) 38.0 70.2

匹配电阻 R_0 的阻值不太合适或选用二次多项式进行数据拟合不够精确

典例 2 解析:(1)电路连线如图。



(2)①将题图甲中 R 的滑片置于 b 端。

②电压表 V_1 量程为 $0 \sim 3\text{ V}$,最小分度为 0.1 V ,则 U_1 的读数为 1.60 V ;由此可知表面光照强度较小的 R_{G1} 两端电压较大,说明表面光照强度较小的光敏电阻的阻值较大。

(3)由于两电压表的示数 $U_1 < U_2$,可知 R_{G1} 光照强度较大,则电动机带动电池板逆时针转动,直至 $U_1 = U_2$ 时停止转动,电池板正对手电筒发出的光。

答案:(1)见解析图 (2)① b ② 1.60 较大 (3)②逆时针 $U_1 = U_2$

典例 3 解析:(1)电压表量程为 $0 \sim 3\text{ V}$,则题图乙所示读数为 2.50 V 。

(2)根据表格的数据,当气压传感器两端电压为电源电压时, R_x 取最小值 $180\ \Omega$ 时得到的电流为 50 mA ,故实验小组所选的电流表应为 A_1 。

(3)当气压传感器所处环境气压为 p 时,由 $\frac{U}{R_V}(R_1 + R_V) =$

$$IR_x, \text{ 代入数据整理得 } R_x = \frac{3U}{I}.$$

(4)由 $\frac{U}{R_V}(R_1 + R_V) = IR_x$,得 $R_x = \frac{U}{I} \left(\frac{R_1 + R_V}{R_V} \right) =$

$\frac{U}{I} \left(1 + \frac{R_1}{R_V} \right)$,由于电压表的实际内阻小于 $3\text{ k}\Omega$,实际计算代入的是 $3\text{ k}\Omega$,则测得的气压传感器的阻值与实际值相比要偏小一些。

答案:(1)2.50 (2) A_1 (3) $\frac{3U}{I}$ (4)偏小

典例 4 解析:(1)电阻挡从左到右读数逐渐减小,测量时发现指针向右偏转角度太大,说明电阻太小,选择的挡位太大,所以换成挡位“ $\times 10$ ”,表盘上的读数为 8.0 ,倍数为“ $\times 10$ ”,所以测量的电压表内阻为 $8.0 \times 10\ \Omega = 80\ \Omega$ 。

(2)电压表 V 与电阻箱 R_1 串联改装成量程为 $0 \sim 3\text{ V}$ 的电压表,则有 $R_1 = \frac{3}{0.6} \times 80\ \Omega - 80\ \Omega = 320\ \Omega$ 。

(3)由电表改装可知改装后的电压表内阻 $R_V = 400\ \Omega$,由题图甲可知,当酒精气体浓度为 0 时,该酒精气体传感器的电阻 $R = 80\ \Omega$,并联电阻 $R_{\#} = \frac{RR_V}{R + R_V} = \frac{200}{3}\ \Omega$,电压表读数为

0.4 V ,则并联电压为 $\frac{0.4}{0.6} \times 3\text{ V} = 2\text{ V}$,由串联分压原理可知, $R_{\#} = 2(r + R_2)$,解得 $R_2 \approx 32\ \Omega$ 。

(4)电压表指针如题图丁所示,并联电压为 $\frac{0.2}{0.6} \times 3\text{ V} = 1\text{ V}$,由

串联分压原理可知 $2R'_{\#} = r + R_2$,而 $R'_{\#} = \frac{R'R_V}{R' + R_V}$,联立并代入数据解得此时酒精气体传感器的电阻 $R' \approx 17\ \Omega$,由题图甲可知酒精气体浓度大于 0.8 mg/mL ,在醉驾范围内。

答案:(1) $\times 10$ 80 (2)320 (3)32 (4)醉驾

第十三章 光及其应用

第 71 课时

考点 1

1. (1)同一平面 正 (3)可逆

2. (3)大于 1 (4)大于 小于

情境辨析 (1)✓ (2)✓ (3)×

典例 1 解析:因为底面直径与桶高相等,所以 $\angle AON = \angle BON' = 45^\circ$

$$\text{由 } ON' = 2CN' \text{ 可知 } \sin \angle CON' = \frac{CN'}{\sqrt{CN'^2 + ON'^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\text{因此,油的折射率 } n = \frac{\sin \angle AON}{\sin \angle CON'} = \sqrt{\frac{5}{2}} \approx 1.58$$

$$\text{因为 } n = \frac{c}{v}, \text{ 所以光在油中的传播速度 } v = \frac{c}{n} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.58} \text{ m/s} \approx 1.9 \times 10^8 \text{ m/s}.$$

答案:1.58(或 $\frac{\sqrt{10}}{2}$) $1.9 \times 10^8\text{ m/s}$

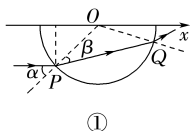
考点 2

1. 光密 光疏

2. (1)光密 光疏 消失 (2)光密 光疏 大于或等于

判断正误 (1)✓ (2)× (3)×

典例 2 解析:(1)画光路图如图①所示:

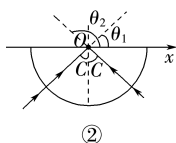


①

由几何关系可得 $\alpha = 45^\circ, \beta = 30^\circ$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}.$$

(2) 激光能射到圆心 O 上, 说明入射光线一定沿半径方向射入玻璃砖, 画光路图如图②所示:



②

由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可得 $C = 45^\circ$

由图②可知 $\theta_1 = 45^\circ, \theta_2 = 135^\circ$

设入射光线与 x 轴之间夹角为 θ 时可以在 O 点发生全反射, 则 $0^\circ < \theta \leq \theta_1$ 或 $\theta_2 \leq \theta < 180^\circ$

即 $0^\circ < \theta \leq 45^\circ$ 或 $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$.

答案: (1) $\sqrt{2}$ (2) $0^\circ < \theta \leq 45^\circ$ 或 $135^\circ \leq \theta < 180^\circ$

典例 3 解析: (1) 光在玻璃丝内发生全反射的最小入射角满足 $\sin C = \frac{1}{n}$

$$\text{可得 } C = 60^\circ.$$

(2) 根据 $h\nu_0 = W_0$

$$\text{可得 } \nu_0 = 1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}.$$

答案: (1) 60° (2) $1.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$

考点 3

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 4 解析: 光线 1 通过玻璃柱后不偏折, 光线

2 在圆柱面上的入射角 $i = 60^\circ$, 由折射定律可

$$\text{得 } n = \frac{\sin i}{\sin r}, \text{ 解得 } \sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{1}{2}, \text{ 即 } r = 30^\circ,$$

光路如图所示, 由几何知识得 $i' = 60^\circ - r$

$$= 30^\circ, \text{ 又由折射定律得 } n = \frac{\sin r'}{\sin i'}, \text{ 代入解得 } r' = 60^\circ, \text{ 由几何关}$$

$$\text{系知 } \triangle BOC \text{ 是等腰三角形, 则 } OC = \frac{\frac{R}{2}}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3} R, \text{ 所以 } d =$$

$$\frac{OC}{\tan r'} = \frac{1}{3} R. \text{ 若入射光改为单色蓝光, 光线 1 仍不偏折, 由于}$$

介质对蓝光的折射率大于介质对红光的折射率, 光线 2 偏折得更厉害, r' 更大, d 变小。

答案: $\frac{1}{3} R$ 变小

第 72 课时

考点 1

1. 亮 暗

2. 相同

3. (1) 白色 彩色

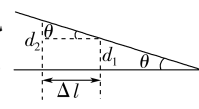
4. 前表面和后表面 相同

情境辨析 (1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 1 A [根据干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 可知, 当 P_2 旋转

时, L, d, λ 均不变, 故条纹间距不变; 随着 P_2 的旋转, 透过 P_2 的光强在减小, 干涉条纹的亮度在减小, 故选 A。]

典例 2 B [内外两层间形成空气劈尖, 光



线在空气膜的上下表面反射, 并发生干涉,

形成明暗相间的条纹, 设空气膜顶角为 θ ,

两相邻亮条纹的间距为 Δl , 如图所示, 两处光的路程差分别为 $\Delta s_1 = 2d_1, \Delta s_2 = 2d_2$, 由 $\Delta s_2 - \Delta s_1 = \lambda$ 得 $d_2 - d_1 = \frac{\lambda}{2}$, 由几何

关系得, $\tan \theta = \frac{d_2 - d_1}{\Delta l}$, 即 $\Delta l = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$, 当按压左下角时, θ 减小, Δl 增大, 条纹变疏。又任意一条亮条纹或暗条纹所在位置的薄膜厚度相等, 可知条纹向左下方移动, 故选 B。]

考点 2

一、差不多 更小

二、1. 一切方向 2. 特定 3. (1) 偏振片 (2) 折射 4. 横

三、相干性

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$

典例 3 C [激光通过狭缝发生衍射后在光屏上得到的是中间

宽、两侧窄的明暗相间的条纹, A 错误; 由 $\lambda = \frac{c}{\nu}$ 可知使用频率

更大的激光, 激光的波长更小, 根据 $D = \frac{2L}{d} \lambda$ 可知, 其他实验条件

不变的情况下, 使用频率更大的激光, 中央亮条纹宽度变小,

B 错误; 根据 $D = \frac{2L}{d} \lambda$ 可知, 其他实验条件不变的情况下, 对金

属棒加热, 金属棒膨胀, 长度增加, 则单缝宽度 d 变小, 中央亮

条纹宽度变大, C 正确; 根据 $D = \frac{2L}{d} \lambda$ 可知, 其他实验条件不变

的情况下, 增大光屏到狭缝的距离 L , 则中央亮条纹宽度变大, D 错误。]

典例 4 D [立体眼镜的左、右两镜片为透振方向相互垂直的偏

振片, 开始时左镜片明亮、右镜片暗, 则手机液晶屏幕发出的光的

振动方向与左镜片的透振方向一致, 手机屏幕旋转 90° , 其屏

幕发出的光的振动方向与右镜片的透振方向一致, 则左镜片变

暗, 右镜片变亮, 故选 D。]

第 73 课时

典例 1 解析: (1) 在白纸上画出一条直线 a 作为界面, 把长方体

玻璃砖放在白纸上, 使它的一个长边与 a 对齐, 用直尺或者三角

板轻靠在玻璃砖的另一长边, 按住直尺或三角板不动, 将玻璃

砖取下, 画出直线 a' 代表玻璃砖的另一边, 而不能用笔在白

纸上沿着玻璃砖上边和下边分别画出直线 a 和 a' , 故 A 错误;

在玻璃砖一侧插上大头针 P_1, P_2 , 眼睛在另一侧透过玻璃砖

看两个大头针, 使 P_2 把 P_1 挡住, 这样就可以确定入射光线和

入射点 O_1 , 在眼睛这一侧, 插上大头针 P_3 , 使它把 P_1, P_2 都

挡住, 再插上大头针 P_4 , 使它把 P_1, P_2, P_3 都挡住, 这样就可

以确定出射光线和出射点 O_2 , 故 B 正确; 为减小实验误差, 实

验时入射角 θ_1 应尽量大一些,但也不能太大,故 C 错误。

(2)由题图乙可知,入射角相同,绿光的折射角小于红光的折射角,根据光的折射定律 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$,可知玻璃对绿光的折射率大于对红光的折射率,又因为绿光的频率大于红光的频率,所以光的频率越大,介质对光的折射率越大。

(3)根据折射定律可知,玻璃的折射率 $n_{\text{玻璃}} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}$,该介质的

折射率 $n_{\text{介质}} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_3}$,其中 $\alpha_2 < \alpha_3$,所以 $n_{\text{玻璃}} > n_{\text{介质}}$ 。

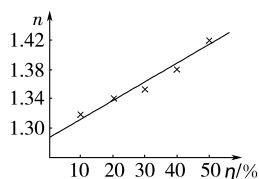
答案:(1)B (2)大 (3)>

典例 2 解析:(1)根据题图甲由几何关系可知,入射角的正弦值

$\sin i = \frac{L_1}{\sqrt{h_1^2 + L_1^2}}$,折射角的正弦值 $\sin r = \frac{L_2}{\sqrt{h_2^2 + L_2^2}}$,根据

折射定律得 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{L_1 \sqrt{h_2^2 + L_2^2}}{L_2 \sqrt{h_1^2 + L_1^2}}$ 。

(2)将(30%, 1.35)数据在题图乙中描点并连线时,应使尽可能多的点落在线上,其余点均匀分布在线两侧,如图所示;根据图可知,糖水浓度每增加 10%,折射率增加值为 $\Delta n = \frac{1.41 - 1.29}{5} = 0.024$ 。



答案:(1) $\frac{L_1 \sqrt{h_2^2 + L_2^2}}{L_2 \sqrt{h_1^2 + L_1^2}}$ (2)见解析图 0.024(0.022~0.026

均可)

典例 3 解析:根据 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$,可得 $\lambda = \frac{d \Delta x}{L}$,由表中数据可知

$\Delta x_1 = \frac{18.64 - 10.60}{5} \text{ mm} = 1.608 \text{ mm}$, $\Delta x_2 =$

$\frac{18.08 - 8.44}{5} \text{ mm} = 1.928 \text{ mm}$,故 $\Delta x_1 < \Delta x_2$,则 $\lambda_1 < \lambda_2$,已知

绿光的波长小于红光的波长,则单色光 1 为绿光。

答案:绿光

典例 4 解析:(1)通过洛埃德镜在屏上可以观察到明暗相间的干涉条纹,这和双缝干涉实验得到的干涉条纹一致。如果 S 被视为其中的一个缝,S' 相当于另一个“缝”。

(2)第 3 条亮条纹中心到第 12 条亮条纹中心的间距为 22.78 mm,则相邻亮条纹间距为 $\Delta y = \frac{22.78 \times 10^{-3}}{12 - 3} \text{ m} \approx$

$2.53 \times 10^{-3} \text{ m}$,等效双缝间的距离为 $d = 2h = 0.30 \text{ mm} =$

$3.0 \times 10^{-4} \text{ m}$,根据双缝干涉条纹间距公式有 $\Delta y = \frac{D}{d} \lambda$,则有

$\lambda = \frac{d \Delta y}{D} = \frac{3.0 \times 10^{-4} \times 2.53 \times 10^{-3}}{1.2} \text{ m} \approx 6 \times 10^{-7} \text{ m}$ 。

(3)根据双缝干涉条纹间距 $\Delta y = \frac{D}{d} \lambda$ 可知,仅增大 D、仅减小

d 和仅增大波长 λ ,都能够增大光屏上相邻两条亮条纹之间的距离,所以 A、C 正确。

答案:(1)S' (2) 6×10^{-7} (3)AC

第十四章 热 学

第 74 课时

考点 1

1. (1) 10^{-10}

2. 6.02×10^{23}

情境辨析 (1)× (2)✓

典例 1 AC [a kg 气凝胶的物质的量为 $\frac{a}{M}$,所含分子数为 $n =$

$\frac{a}{M} N_A$,故 A 正确;气凝胶的摩尔体积为 $V_{\text{mol}} = \frac{M}{\rho}$,故 B 错误;

每个气凝胶分子的体积为 $V_0 = \frac{V_{\text{mol}}}{N_A} = \frac{M}{N_A \rho}$,故 C 正确;根据 $V_0 =$

$\frac{1}{6} \pi d^3$,每个气凝胶分子的直径为 $d = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi N_A \rho}}$,故 D 错误。]

考点 2

1. (1)不同 (2)越高

2. (1)微粒 (2)液体分子 (3)小 高

3. (1)无规则

判断正误 (1)× (2)✓ (3)×

典例 2 C [题图中的折线是花粉微粒在不同时刻的位置的连线,既不是固体颗粒的运动轨迹,也不是液体分子的运动轨迹,题图中的折线没有规则,直接体现了花粉微粒的运动是无规则的,间接反映了液体分子的运动是无规则的,C 正确,A、B、D 错误。]

考点 3

一、1.减小 增大 斥 2.合力

二、1.温度

三、1. (1)分子热运动 (2)温度 (3)总和 2. (1)相对位置

(2)分子间距离 体积

四、1.动能 分子势能 2.温度 体积 3.无关 4.做功 传热

判断正误 (1)✓ (2)✓ (3)✓ (4)✓

典例 3 C [根据题图可知,当 $r = r_0$ 时,分子间作用力为 0,当 $r > r_0$ 时,分子间作用力表现为引力,当 $0 < r < r_0$ 时,分子间作用力表现为斥力,所以随着分子间距离接近 r_0 ,分子间作用力做正功,分子势能减小,则当 $r = r_0$ 时,分子势能最小,又此时分子势能为 0,所以当 r 不等于 r_0 时,分子势能 E_p 为正,C 正确。]

拓展思考 解析:分子从无穷远处靠近到距离为 r_0 的过程中,分子间距离大于 r_0 ,分子间表现为引力,分子力做正功,分子势能变小;分子间距离从 r_0 开始减小的过程中,分子力表现为斥力,分子力做负功,分子势能变大。

答案:见解析

考点 4

一、1.晶体 非晶体 单晶体 多晶体 2.确定 转化

二、1. (1)收缩 球 (2)相切 垂直 (3)引力 2. (2)上升

下降 3. (1)流动性 部分各向异性

判断正误 (1)× (2)× (3)√

典例 4 BD [浸润即液体在与固体表面接触时能够润湿固体并附着在固体表面上的现象,水滴以椭球形分布在玻璃表面时,玻璃和水不浸润,故 A 错误;由于液体表面张力的作用,水滴呈球形,但在重力的作用下水滴呈椭球形,故 B 正确;水滴表面的分子比水滴内部的稀疏,与玻璃表面接触的那层水分子间的间距比水滴内部的水分子间的间距大,分子间作用力表现为引力,使表面层分子有收缩的趋势,从而形成球形,故 C 错误, D 正确。]

典例 5 A [食盐熔化过程中,温度保持不变,即熔点一定,说明食盐是晶体,故 A 正确;烧热的针尖接触涂有蜂蜡薄层的云母片背面,熔化的蜂蜡呈椭圆形,只能说明云母片是晶体,故 B 错误;天然石英表现为各向异性,是由于该物质的微粒在空间的排列规则,故 C 错误;组成石墨和金刚石的化学元素是相同的,都是碳原子,它们的物理性质不同,是由于碳原子的排列结构不同,故 D 错误。]

第 75 课时

考点 1

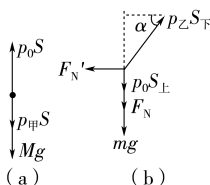
1. (1) $p_0 + \frac{mg}{S}$ (2) $p_0 - \frac{mg}{S} = p_0 - \rho_{\text{液}}gh$

2. $p_0 + \rho gh_1$ $p_0 + \rho g(h_1 - h_2)$

情境辨析 (1)× (2)√ (3)√

典例 1 解析:题图甲:选气缸为研究对象,

受力分析如图(a)所示,由平衡条件知 $p_0 S = p_{\text{甲}} S + Mg$,得 $p_{\text{甲}} = p_0 - \frac{Mg}{S}$ 。



题图乙:选活塞为研究对象,受力分析如图(b)

图(b)所示,由平衡条件,有 $p_{\text{乙}} S_{\text{下}} \sin \alpha = p_0 S_{\text{上}} + F_N + mg$, $F_N = Mg$, $S_{\text{下}} \sin \alpha = S_{\text{上}}$, $S_{\text{下}}$ 为活塞下表面面积, $S_{\text{上}}$ 为活塞上表面面积,即 $S_{\text{上}} = S$,由以上得 $p_{\text{乙}} = p_0 + \frac{(M+m)g}{S}$ 。

题图丙:以 B 液面为研究对象,由平衡条件有 $p_{\text{丙}} S + \rho gh S = p_0 S$,所以 $p_{\text{丙}} = p_0 - \rho gh$ 。

题图丁:以 A 液面为研究对象,由平衡条件有 $p_{\text{丁}} S = p_0 S + \rho gh_1 S$,所以 $p_{\text{丁}} = p_0 + \rho gh_1$ 。

题图戊:以 B 液面为研究对象,由平衡条件有

$$p_{\text{戊}} S + \rho gh S \cdot \sin 60^\circ = p_0 S, \text{ 所以 } p_{\text{戊}} = p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho gh。$$

题图己:从开口端开始计算,右端大气压强为 p_0 ,同种液体同一水平面上的压强相同,所以 b 气柱的压强为 $p_b = p_0 + \rho g(h_2 - h_1)$,故 a 气柱的压强为 $p_a = p_b - \rho gh_3 = p_0 + \rho g(h_2 - h_1 - h_3)$ 。

答案:甲: $p_0 - \frac{Mg}{S}$ 乙: $p_0 + \frac{(M+m)g}{S}$

丙: $p_0 - \rho gh$ 丁: $p_0 + \rho gh_1$ 戊: $p_0 - \frac{\sqrt{3}}{2} \rho gh$ 己: $p_a = p_0 + \rho g(h_2 - h_1 - h_3)$ $p_b = p_0 + \rho g(h_2 - h_1)$

考点 2

1. 反比 正比 正比 $p_2 V_2$

2. (1)气体实验定律

3. (1)增大 增大 (2)增大 增大 减小 不变 (3)增大 增大

判断正误 (1)× (2)√ (3)×

典例 2 B [由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T}$, 其中 $V_1 = V_0 + S l_1 = 335 \text{ cm}^3$, $T_1 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$, $V_2 = V_0 + S x = 330 + 0.5x (\text{cm}^3)$, 代入解得 $T = \frac{30}{67} x + \frac{19800}{67} (\text{K})$, 根据 $T = t + 273 (\text{K})$, 可知 $t = \frac{30}{67} x + \frac{1509}{67} (^\circ\text{C})$, 故若在吸管上标注等差温度值, 则刻度均匀, 故 A 错误; 当 $x = 20 \text{ cm}$ 时, 该装置所测的温度最高, 代入解得 $t_{\text{max}} \approx 31.5^\circ\text{C}$, 故该装置所测温度不高于 31.5°C , 当 $x = 0$ 时, 该装置所测的温度最低, 代入解得 $t_{\text{min}} \approx 22.5^\circ\text{C}$, 故该装置所测温度不低于 22.5°C , 故 B 正确, C 错误; 其他条件不变, 缓慢把吸管拉出来一点, 由盖-吕萨克定律可知, 油柱离罐口的距离不变, 故 D 错误。]

典例 3 解析:(1) 竖直放置时封闭气体的压强为 $p_1 = p_0 + \rho gh$ 水平放置时封闭气体的压强 $p_2 = p_0$

由等温过程可得 $p_1 L_1 S = p_2 L_2 S$

$$\text{解得 } g = \frac{p_0 (L_2 - L_1)}{L_1 \rho h}。$$

(2) 由等容过程 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

代入数据可得 $g = 9.5 \text{ m/s}^2$ 。

答案: (1) $\frac{p_0 (L_2 - L_1)}{L_1 \rho h}$ (2) 9.5 m/s^2

典例 4 AC [固定 M、N 时, 由理想气体状态方程 $pV = CT$ 可得, $\frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{C}{V}$, 若 P 不动, 两侧气体升高相同温度时, 由于 $V_1 < V_2$, 则 $\Delta p_1 > \Delta p_2$, 由于活塞 P 与气缸间无摩擦, 则开始时 P 左右两侧气体压强相等, 则 P 将向右移, A 正确, B 错误; 保持 T_1 、 T_2 不变, 根据理想气体状态方程可知, $p_0 V = (p_0 + \Delta p)(V - \Delta V)$, 可得 $\Delta p = p_0 \frac{\Delta V}{V - \Delta V}$, 若 M、N 同时向中间移动相同距离, 由于 $V_1 < V_2$, 则 $\Delta p_1 > \Delta p_2$, P 将向右移, C 正确, D 错误。]

典例 5 解析:(1) 气体从状态 D 到状态 A 的过程发生等容变化, 根据查理定律有 $\frac{p_D}{T_2} = \frac{p_A}{T_1}$ 代入数据解得 $p_D = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(2) 气体从状态 C 到状态 D 的过程发生等温变化, 根据玻意耳定律有

$$p_C V_2 = p_D V_1$$

$$\text{代入数据解得 } V_2 = 2.0 \text{ m}^3$$

又因为气体从状态 B 到状态 C 发生等容变化, 所以气体在状态 B 的体积也为 $V_2 = 2.0 \text{ m}^3$ 。

答案: (1) $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 2.0 m^3

第 76 课时

进阶点 1

典例 1 解析:将打气前球内的气体和 20 次打入的气体整体作为研究对象,利用玻意耳定律进行求解

打气前气体的状态参量为 $p_1 = p_0, V_1 = 2.5 \text{ L} + 20 \times 125 \times 10^{-3} \text{ L} = 5.0 \text{ L}$

打气后气体的状态参量为 $V_2 = 2.5 \text{ L}$

由玻意耳定律得 $p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 2p_0$ 。

答案:2 倍

典例 2 B [根据题意,设往桶内压入压强为 p_0 、体积为 V_0 的空气后,桶内气体压强增大到 p ,根据理想气体状态方程有 $p_0 SH + p_0 V_0 = pSH$,泵水器恰能出水满足 $p = p_0 + \rho g(H+l)$,联立解得 $V_0 = \frac{\rho g S}{p_0} H(H+l)$,故选 B。]

进阶点 2

典例 3 解析:(1)若每次抽出气体的体积为 ΔV ,由玻意耳定律

$$\text{可知 } p_0 \left(V_0 - \frac{1}{5} V_0 \right) = \frac{8}{9} p_0 \left(V_0 - \frac{1}{5} V_0 + \Delta V \right)$$

$$\text{解得 } \Delta V = \frac{V_0}{10}。$$

(2)设第二次抽气后气体压强为 p_2 ,则有

$$\frac{8}{9} p_0 \left(V_0 - \frac{1}{5} V_0 \right) = p_2 \left(V_0 - \frac{1}{5} V_0 + \Delta V \right)$$

$$\text{解得 } p_2 = \frac{64 p_0}{81}$$

设剩余气体的压强为 p_0 时体积为 V ,则有

$$p_0 V = p_2 \left(V_0 - \frac{1}{5} V_0 \right)$$

$$\text{剩余气体与原气体的质量之比 } \frac{m_2}{m_0} = \frac{V}{V_0 - \frac{1}{5} V_0}$$

$$\text{解得 } \frac{m_2}{m_0} = \frac{64}{81}。$$

$$\text{答案: (1) } \frac{V_0}{10} \quad (2) \frac{64 p_0}{81} \quad 64:81$$

进阶点 3

典例 4 解析:(1)选取氧气瓶内氧气整体作为研究对象,初状态氧气压强 $p = 9.6 \times 10^6 \text{ Pa}$,设充满 n 个氧气袋后,氧气瓶内的氧气压强为 $p' = 1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$ 时,无法再给氧气袋充气,分装过程是等温变化,根据玻意耳定律有 $p V_0 = p' (V_0 + n V_1)$

代入 $V_0 = 40 \text{ L}, V_1 = 5 \text{ L}$,解得 $n = 56$ 个。

(2)根据玻意耳定律

$$\text{分装一次有 } p V_0 = p_1 (V_0 + \Delta V)$$

$$\text{分装二次有 } p_1 V_0 = p_2 (V_0 + \Delta V)$$

$$\text{分装三次有 } p_2 V_0 = p_3 (V_0 + \Delta V)$$

.....

依次类推,第 n 次分装后有

$$p_{n-1} V_0 = p_n (V_0 + \Delta V)$$

$$\text{可得 } p_{30} = p \left(\frac{V_0}{V_0 + \Delta V} \right)^{30}$$

$$\text{代入数据解得 } \frac{p_{30}}{p} = \left(\frac{8}{9} \right)^{30}。$$

$$\text{答案: (1) 56 个} \quad (2) \left(\frac{8}{9} \right)^{30}$$

进阶点 4

典例 5 解析:(1)由题意可知,夹层中的空气发生等容变化,根

$$\text{据查理定律可得 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

代入数据解得 $p_2 = 3.1 \times 10^3 \text{ Pa}$ 。

(2)当保温杯外层出现裂隙后,静置足够长时间后,则夹层中空气压强和大气压强相等,设夹层体积为 V ,以静置后的所有空气为研究对象有 $p_0 V = p_1 V_1$,解得 $V_1 = \frac{100}{3} V$,则夹层中增加

空气的体积为 $\Delta V = V_1 - V = \frac{97}{3} V$,所以夹层中增加的空气质量

$$\text{量与原有空气质量之比为 } \frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta V}{V} = \frac{97}{3}。$$

$$\text{答案: (1) } 3.1 \times 10^3 \text{ Pa} \quad (2) \frac{97}{3}$$

第 77 课时

考点 1

做功 热量 $Q+W$ 吸收 放出 增加 减小

情境辨析 (1)× (2)× (3)× (4)✓

典例 1 D [上浮过程中小瓶内气体温度不变,压强逐渐减小,根据 $pV=C$ 可知气体体积变大,气体对外界做功,根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,其中 $\Delta U = 0, W < 0$,可知 $Q > 0$,可知瓶内气体从外界吸热,故选 D。]

考点 2

1. (1)热量不可能自发地从低温物体传递到高温物体 (2)不可能从单一热源吸收热量,使之全部变成功,而不产生其他影响 第二类

判断正误 (1)✓ (2)× (3)×

典例 2 D [热运动的宏观过程具有一定的方向性,符合能量守恒定律的宏观过程并不能都真的发生(不能违背热力学第二定律),能量耗散是从能量转化的角度反映出自然界中的宏观过程具有方向性,故 A 错误,D 正确;空调的工作过程表明,热量可以从低温物体向高温物体传递,但要引起其他变化,故 B 错误;第二类永动机不违背能量守恒定律,但是违背了热力学第二定律,第二类永动机不可能制造出来,故 C 错误。]

考点 3

2. (1)对外做功

3. 气体对外界

判断正误 (1)✓ (2)× (3)×

典例 3 解析:(1)对胎内气体,根据理想气体状态方程有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

代入数据解得 $p_2 = 3.3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(2)根据 p - V 图像与横轴所围图形面积表示气体做功可知,此过程外界对气体做的功

$$W = -\frac{3.0+3.3}{2} \times 10^5 \times (0.560-0.528) \text{ J} = -1.008 \times 10^4 \text{ J}$$

根据热力学第一定律有 $\Delta U = Q + W$

$$\text{又 } Q = 7.608 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\text{解得 } \Delta U = 6.6 \times 10^4 \text{ J}.$$

$$\text{答案: (1)} 3.3 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (2) 6.6 \times 10^4 \text{ J}$$

典例 4 AC [由于 bc 过程气体体积减小,则外界对气体做功, A

正确;根据 $pV = CT$ (C 为常量) 可得 $V = \frac{C}{p}T$, 根据题图可知, ca 过程, 图线上的点与坐标原点连线的斜率增大, 则 p 减小, B 错误; ab 过程气体温度不变, 内能不变, 即 $\Delta U = 0$, 体积减小, 外界对气体做功, 即 $W > 0$, 结合热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知, $Q < 0$, 即气体放出热量, C 正确; ca 过程, 气体温度升高, 内能增大, D 错误。]

典例 5 解析: (1)从状态 2 到状态 3, 温度保持不变, 气体分子的内能保持不变, 则气体分子平均速率不变, 由于气体对外做功, 则气体压强减小, 故单位时间撞击单位面积瓶壁的分子数减小。

(2)气体从状态 1 到状态 2 的过程, 由盖-吕萨克定律有

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

其中 $V_1 = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $T_2 = 303 \text{ K}$

$$\text{解得 } V_2 = 1.01 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

此时气体压强为 $p_2 = p_1 = p_0 + \rho gh = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

气体从状态 2 到状态 3 的过程, 由玻意耳定律有 $p_2 V_2 = p_3 V_3$

其中 $p_3 = p_0$

代入数据解得, 气体在状态 3 的体积为

$$V_3 = 1.0201 \times 10^3 \text{ cm}^3.$$

(3)气体从状态 1 到状态 2 的过程中, 气体对外做功为

$$W_1 = p_1 (V_2 - V_1) = 1.01 \text{ J}$$

从状态 1 到状态 3, 由热力学第一定律有 $\Delta U = Q - (W_1 + W_2)$

其中 $Q = 4.56 \text{ J}$, $W_2 = 1.02 \text{ J}$

代入解得, 从状态 1 到状态 3 气体内能的改变量为 $\Delta U = 2.53 \text{ J}$ 。

答案: (1)不变 减小 (2) $1.0201 \times 10^3 \text{ cm}^3$ (3) 2.53 J

第 78 课时

典例 1 解析: (1)实验中油酸分子的直径是用油酸的体积除以油膜的面积来计算的, 所以实验的科学依据是将油膜看成单分子油膜, 不考虑油酸分子间的间隙, 并把油酸分子看成球形, 油酸分子直径的数量级为 10^{-10} m , 故 D 错误, A 、 B 、 C 正确。

(2)用油膜法只能粗略测量分子的大小, 故 A 错误; 油膜为单分子紧密排列, 因此单分子油膜的厚度被认为是油酸分子的直径, 所以油酸分子直径等于纯油酸的体积除以相应油膜的面积, 故 B 正确; 在计算面积时, 超过半格的按一格计算, 不足半格的舍去, 故 C 错误; 实验时要先撒爽身粉, 再滴油酸酒精溶液, 故 D 错误。

(3)根据超过半格的按一格计算, 不足半格的舍去, 结合题图可知, 油膜的面积 $S = 92 \times 1 \times 1 \text{ cm}^2 = 92 \text{ cm}^2$ 。油酸分子的直径

$$d = \frac{V}{S} = \frac{8 \times 10^{-6}}{92} \text{ cm} \approx 8.7 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

答案: (1) ABC (2) B (3) 90 8.7×10^{-10} ($8.5 \times 10^{-10} \sim 8.9 \times 10^{-10}$ 均可)

拓展思考 B [设一个油酸分子的体积为 V , 则 $V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3$,

由 $N_A = \frac{V_{\text{mol}}}{V}$ 可知, 要测定阿伏伽德罗常量, 还需知道油酸的摩尔体积, 故 B 正确。]

典例 2 解析: (1)这种估测方法是将每个分子视为球体, 让植物油尽可能在水面散开, 形成的油膜可视为单分子油膜, 这层油膜的厚度可视为植物油分子的直径。

(2)一滴植物油酒精溶液含纯植物油的体积为

$$V = \frac{0.1}{250} \times \frac{1}{100} \text{ mL} = 4.0 \times 10^{-12} \text{ m}^3$$

根据题意, 完整的方格有 67 个, 大于半格的有 14 个, 小于半格的有 19 个, 超过半格的方格个数为 $n = 67 + 14 = 81$

则油膜面积为 $S = 81 \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 81 \text{ cm}^2 = 8.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

植物油在水面上形成单分子油膜, 则植物油分子的直径为

$$d = \frac{V}{S} = \frac{4.0 \times 10^{-12}}{8.1 \times 10^{-3}} \text{ m} \approx 4.9 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

答案: (1)直径 (2) 4.0×10^{-12} 4.9×10^{-10}

典例 3 解析: (1)管塞的作用是密封注射器内的气体, 与温度是否不变无关, A 错误; 为了保持封闭气体的温度不变, 实验中采取的主要措施是缓慢移动活塞, 避免做功导致温度变化, 不用手握注射器封闭气体部分, 避免热传递导致温度变化, B 、 C 正确; 为了保持封闭气体的质量不变, 实验中采取的主要措施是用润滑油涂活塞, 与温度是否不变无关, D 错误。

(2)根据 $p - \frac{1}{V}$ 图像知, 压强 p 与体积的倒数 $\frac{1}{V}$ 成正比, 即压强

p 与体积 V 成反比。当体积相同时, 质量为 m_1 的气体压强大于质量为 m_2 的气体压强, 说明温度一定时, 质量为 m_1 的气体分子数大于质量为 m_2 的气体分子数, 则 $m_1 > m_2$ 。

答案: (1) BC (2) 反比 $>$

典例 4 解析: (1)由于连接注射器与压强传感器之间软管内的气体不可忽略, 当压强增加后, 软管内原来的气体体积也应该减小, 但软管体积未变, 则注射器中有气体进入软管, 相当于注射器漏气, 由 $pV = nRT$ 得 $p = nRT \cdot \frac{1}{V}$, 因漏气使 n 减小, 故 p 与 $\frac{1}{V}$ 不是线性关系, 当 V 越小时, 压强越大, 进入软管内的气体越多, 则 nRT 越小, 斜率越小, 故绘出的 $p - \frac{1}{V}$ 图像可能为 C 。

(2)设连接注射器与压强传感器之间软管内气体的体积为 V_0 , 根据玻意耳定律 $p(V + V_0) = C$, 则有 $\frac{1}{p} = \frac{V + V_0}{C}$, 由题图乙可

知,当 $\frac{1}{p}=0$ 时, $V=-V_1$, 代入上式得 $V_0=V_1$ 。

(3) 设大米的总体积为 $V_{\text{米}}$, 以注射器内及软管内封闭的气体为研究对象, 由玻意耳定律 $p(V+V_0-V_{\text{米}})=C$, 则有 $\frac{1}{p} = \frac{V+V_0-V_{\text{米}}}{C}$, 由题图丙可知, 当 $\frac{1}{p}=0$ 时, $V=V_2$, 代入上式得

$$V_{\text{米}}=V_2+V_0=V_2+V_1, \text{ 则可求出大米的密度为 } \rho=\frac{m}{V_{\text{米}}} = \frac{m}{V_1+V_2}。$$

(4) 用手握住注射器左侧的大部分位置, 向外拉动活塞时, 气体的温度会增加, 由理想

气体状态方程 $\frac{p}{T}(V+V_0-V_{\text{米}})=C$, 得

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{CT}V - \frac{V_0}{CT}, \text{ 可知随着温度增加, } \frac{1}{p}-V \text{ 图像的斜率减小,}$$

故图像如图所示。

答案: (1)C (2) V_1 (3) $\frac{m}{V_1+V_2}$ (4)见解析图

第十五章 原子结构 原子核 波粒二象性

第 79 课时

考点 1

一、1. J. J. 汤姆孙 2. 卢瑟福 原来的 3. 正电荷 质量

二、1. (1)连续 吸收 特征 2. (1)分立 稳定 (2) E_n-E_m

(3)不连续的 不连续的

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$

典例 1 BC [在 α 粒子散射实验中, 绝大多数 α 粒子穿过金箔后仍沿原来的方向前进, 运动轨迹如轨迹 1 所示, 说明原子中绝大部分是空的, A 项错误; 该实验只有极少数粒子发生超过 90° 的大角度偏转, B 项正确; 根据点电荷周围的电场分布情况可知, 距离原子核近的地方电场强度大, 故越靠近原子核的 α 粒子的加速度越大, 因此沿轨迹 2 运动的 α 粒子的加速度先增大后减小, C 项正确; 沿轨迹 2 运动的 α 粒子从 a 运动到 b 的过程中受到斥力作用, 根据静电力做功特点可知, 该过程中静电力做负功, 电势能增大, 从 b 运动到 c 的过程中, 静电力做正功, 电势能减小, D 项错误。]

典例 2 D [氢原子光谱是一些不连续的亮线, 属于线状谱, 不属于连续光谱, 故 A 错误; H_α 谱线波长最大, 频率最小, 由 $E=h\nu$ 知能量最小, 故 B 错误; H_γ 谱线波长最小, 频率最大, 故 C 错误; 氢原子光谱由核外电子跃迁产生, 故 D 正确。]

典例 3 C [大量氢原子向低能级跃迁时可发出 $C_4^2=6$ 种不同频率的光, 故 A 错误; 氢原子由 $n=4$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时发出的光子的最大能量为 $E_{41}=(-0.85 \text{ eV})-(-13.6 \text{ eV})=12.75 \text{ eV}$, 故 B 错误; 氢原子由 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级时发出光子的能量为 $E_{43}=(-0.85 \text{ eV})-(-1.51 \text{ eV})=0.66 \text{ eV}$, 由 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时发出光子的能量为 $E_{32}=(-1.51 \text{ eV})-(-3.4 \text{ eV})=1.89 \text{ eV}$, 根据 $E=h\nu$ 可知光子的能量越大频率越高, 所以氢原子由 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级时发出光子的频率小于由 $n=3$ 能级跃迁至 $n=2$ 能级时发出光子的频

率, 故 D 错误; $n=4$ 和 $n=5$ 间的能级差为 0.31 eV , 所以用动能为 0.33 eV 的电子撞击处于 $n=4$ 能级的氢原子, 部分电子动能被吸收, 可以使氢原子跃迁到 $n=5$ 的能级, 故 C 正确。]

考点 2

1. (1)质子 质子数 (2)自发 贝克勒尔 原子核

2. (1) α β (2) ${}^4_2\text{He}$ ${}^0_{-1}\text{e}$

3. (1)半数 (2)内部

情境辨析 (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$

典例 4 B [根据质量数守恒 $232+x=233$, 电荷数守恒 $90=92-y$, 可得 $x=1, y=2$, 故选 B。]

典例 5 B [设总原子个数为 $n_{\text{总}}$, ${}^7_4\text{Be}$ 个数为 n_1 , ${}^{10}_4\text{Be}$ 个数为 n_2 。因 $139 \text{ 万年} \gg 106 \text{ 天}$, $53 \text{ 天} \times 2 = 106 \text{ 天}$, 且 ${}^7_4\text{Be}$ 和 ${}^{10}_4\text{Be}$ 总原子个数变为 $\frac{3}{4}n_{\text{总}}$, 即 $\left(\frac{1}{2}\right)^2 n_1 + n_2 = \frac{3}{4}n_{\text{总}}$, 解得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}$, 故选 B。]

考点 3

1. ${}^4_2\text{He}$ ${}^{17}_8\text{O}$ ${}^0_{+1}\text{e}$ ${}^1_0\text{n}$ ${}^{10}_1\text{n}$ ${}^4_2\text{He}$

2. (1) ${}^1_1\text{H}$ ${}^1_0\text{n}$ ${}^4_2\text{He}$ ${}^0_{-1}\text{e}$ ${}^0_{+1}\text{e}$ ${}^2_1\text{H}$ ${}^3_1\text{H}$ (2)质量数 电荷数 判断正误 (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$

典例 6 AC [${}^3_1\text{H}+{}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}+{}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应, 而不是 α 衰变, A 项正确, B 项错误; ${}^{235}_{92}\text{U}+{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba}+{}^{89}_{36}\text{Kr}+3{}^1_0\text{n}$ 是核裂变反应, C 项正确; D 项是核裂变反应, D 项错误。]

典例 7 B [α 射线是发生 α 衰变时产生的, 生成的原子核与原来的原子核相比, 质子数和中子数均减少 2 个, 故 A 错误; 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产生的, 故 B 正确; ${}^{238}_{92}\text{U}$ 衰变成 ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ 所经历的 α 衰变的次数 $N_\alpha = \frac{238-206}{4} = 8$, 经过 β 衰变的次数 $N_\beta = 2N_\alpha - (92-82) = 6$, 故 C 错误; 半衰期是描述大量原子核衰变的统计规律, 对极少量原子核的衰变并不适用, 故 D 错误。]

典例 8 BC [由 β 衰变方程 ${}^{239}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{239}_{93}\text{Np}+{}^0_{-1}\text{e}+\bar{\nu}_e$, 结合电荷数守恒可知, 反电子中微子 $\bar{\nu}_e$ 不带电, A 错误, B 正确; 反 β 衰变方程为 $\bar{\nu}_e+{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n}+{}^0_{+1}\text{e}$, 说明在一定条件下质子可转变为中子, C 正确; 正、负电子湮灭过程方程为 ${}^0_{+1}\text{e}+{}^0_{-1}\text{e} \rightarrow 2\gamma$, 反应前正、负电子的电荷数代数和为 0, 反应后产生的光子不带电, 所以正、负电子湮灭过程不违背电荷数守恒, D 错误。]

考点 4

1. 核子

2. (1)分开 (2)核子数 牢固 稳定

3. 变小 质量亏损

4. (1) $E=mc^2$ (2) Δmc^2 Δmc^2

判断正误 (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\checkmark$

典例 9 A [根据图像可知 ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能约为 7 MeV , 所以两个中子和两个质子结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时释放的能量约为 $E=4 \times 7 \text{ MeV}=28 \text{ MeV}$, 故 A 正确; 比结合能越大, 核子结合时的质量亏损越多, 剩余的平均核子质量就越小, ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核的大, 故 ${}^4_2\text{He}$ 核的平均核子质量小于 ${}^6_3\text{Li}$ 核的平均核

子质量,故 B 错误;通常把核裂变物质能够发生链式反应的最小体积叫作它的临界体积,相应的质量叫作临界质量,故 C 错误;为了调节中子数目以控制反应速度,核反应堆中需要在铀棒之间插入一些镉棒,当反应过于剧烈时,将镉棒插入得深一些,让它多吸收一些中子,链式反应的速度就会慢一些,故 D 错误。]

典例 10 解析:(1)根据题意,由质量数和电荷数守恒可得 $A = 4 \times 1 - 4 = 0, Z = \frac{4 \times 1 - 2}{2} = 1$

由爱因斯坦质能方程得一次聚变释放的能量为 $\Delta E = \Delta mc^2 = (4m_1 - m_2 - 2m_3)c^2$ 。

(2)由爱因斯坦质能方程得,太阳每秒亏损的质量为 $\Delta m' = \frac{\Delta E'}{c^2} = \frac{4 \times 10^{26}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ kg} \approx 4.4 \times 10^9 \text{ kg}$ 。

答案:(1)0 1 (4) $(4m_1 - m_2 - 2m_3)c^2$ (2) $4.4 \times 10^9 \text{ kg}$

素养提升 10

典例 1 BD [静止的 $^{211}_{83}\text{Bi}$ 在发生衰变的过程中动量守恒,新核 X 与 ^4_2He 或 $^0_{-1}\text{e}$ 的动量等大反向,且新核 X 的电荷量大于 ^4_2He 或 $^0_{-1}\text{e}$ 的电荷量,根据洛伦兹力提供向心力有 $Bqv = \frac{mv^2}{R}, p = mv$,可得 $R = \frac{p}{Bq}$,可见新核 X 的半径小于 ^4_2He 或 $^0_{-1}\text{e}$ 的半径,所以新核 X 带正电对应小圆 2,故 A 错误;由左手定则可知新核 X 沿逆时针方向运动,衰变瞬间其速度方向竖直向下,所以 ^4_2He 或 $^0_{-1}\text{e}$ 衰变瞬间的速度方向竖直向上,且对应大圆 1 沿逆时针方向运动,由左手定则可知大圆 1 对应的粒子带正电,是 ^4_2He ,所以 $^{211}_{83}\text{Bi}$ 发生 α 衰变,故 B 正确,C 错误;轨迹 2 对应粒子即新核 X 的动量为 p 、电荷量为 q ,则 ^4_2He 的动量为 p 、电荷量为 $\frac{2q}{81}$,所以大、小圆对应的半径之差为 $R_a - R_x = \frac{p}{\frac{2q}{81}B} - \frac{p}{qB} = \frac{79p}{2qB}$,故 D 正确。]

典例 2 B [原来静止的核,放出粒子后,总动量守恒,所以粒子和反冲核的速度方向一定相反,根据题图所示,它们在同一磁场中是向同一侧偏转的,由左手定则可知它们必带异种电荷,故应为 β 衰变;由于不知它们的旋转方向,因而无法判定磁场是向里还是向外,即都有可能,故 B 项正确。]

典例 3 解析:(1)钚核衰变过程中的质量亏损 $\Delta m = 239.052 2 \text{ u} - 235.043 9 \text{ u} - 4.002 6 \text{ u} = 0.005 7 \text{ u}$,衰变过程中放出的能量 $E = 0.005 7 \times 931.5 \text{ MeV} \approx 5.31 \text{ MeV}$ 。

(2)根据动量守恒,由 $r = \frac{mv}{qB}$ 可知 $\frac{r_a}{r_U} = \frac{q_U}{q_a} = 46 : 1$ 。

(3)钚核衰变成铀核和 ^4_2He 粒子,根据动量守恒定律,两者动量大小相等,根据 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

解得 ^4_2He 粒子和铀核的动能之比 $\frac{E_{ka}}{E_{kU}} = \frac{m_U}{m_a} = \frac{235}{4}$ 。

答案:(1)5.31 (2)46 : 1 (3)235 : 4

典例 4 解析:(1)由质量数守恒和电荷数守恒,可知核反应方程

为 $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ 。

(2)设该核反应的质量亏损为 Δm ,则有 $\Delta m = 2.013 6 \text{ u} \times 2 - (3.015 0 + 1.008 7) \text{ u} = 0.003 5 \text{ u}$

释放的核能 $\Delta E = 0.003 5 \times 931.5 \text{ MeV} \approx 3.26 \text{ MeV}$ 。

(3)设核反应后 ^3_2He 核和中子的质量分别为 $3m$ 、 m ,动量分别为 p_1 、 p_2 ,动能分别为 E_{k1} 、 E_{k2} ,则根据动量守恒定律有 $p_1 +$

$p_2 = 0, E_{k1} = \frac{p_1^2}{6m}, E_{k2} = \frac{p_2^2}{2m}$

根据能量守恒定律有 $2E_{k0} + \Delta E = E_{k1} + E_{k2}$

解得 $E_{k1} = 1.04 \text{ MeV}, E_{k2} = 3.12 \text{ MeV}$ 。

答案:(1) $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ (2)3.26 MeV

(3)1.04 MeV 3.12 MeV

第 80 课时

考点 1

一、1.全部吸收 2.(1)温度 (2)增加 短 3.(1)某个最小能量值 ϵ 的整数倍 (2) $h\nu$

二、1.电子 光电子 2.大于或等于 3.(1)大于或等于 (2)强度 增大 (5)正比

三、1. $h\nu$ 2.最小值 3.电子

情境辨析 (1)× (2)√ (3)×

典例 1 B [由题图可知 $|U_{c2}| > |U_{c3}| > |U_{c1}|$,根据光电子最大初动能与截止电压的关系得 $E_k = -eU_c$,解得 $E_{k2} > E_{k3} > E_{k1}$,故 B 正确。]

典例 2 C [饱和电流只与入射光的强度有关,与外加电压无关,故 A 错误;测量截止电压 U_c 时,光电管应接反向电压,滑片 P 应向 a 移动,故 B 错误;根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$

和动能定理 $eU_c = E_k$,整理得 $U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$,则 $U_c - \nu$ 图像的斜

率为 $k = \frac{h}{e} = \frac{U_{c2} - U_{c1}}{\nu_2 - \nu_1}$,解得普朗克常量 $h = \frac{(U_{c2} - U_{c1})e}{\nu_2 - \nu_1}$,故

D 错误;根据 $h\nu_1 - W_0 = eU_{c1}, h\nu_2 - W_0 = eU_{c2}$,解得阴极 K 的逸出功 $W_0 = \frac{e\nu_1 U_{c2} - e\nu_2 U_{c1}}{\nu_2 - \nu_1}$,故 C 正确。]

考点 2

1.(1)单个的能量子 $h\nu$ (2)变大

2.(1)波动 (2)粒子 (3)波粒二象

3.(1)物质波

判断正误 (1)√ (2)× (3)×

典例 3 BD [根据动量的大小与动能的关系可知,发射的电子的动能约为 $E_k = \frac{p^2}{2m} = \frac{(1.2 \times 10^{-23})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} \text{ J} \approx 7.9 \times 10^{-17} \text{ J}$,故 A

错误;发射的电子的物质波波长约为 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{1.2 \times 10^{-23}} \text{ m} =$

$5.5 \times 10^{-11} \text{ m}$,故 B 正确;物质波也具有波粒二象性,故电子的波动性是每个电子本身的性质,则每个电子依次通过双缝也能发生干涉现象,只是需要大量电子才显示出干涉图样,故 C 错误,D 正确。]