

第 17 期

一、单项选择题

1.D

提示 光的双缝干涉实验,其条纹间距的公

式为 $\Delta x = \frac{1}{d} \lambda$, 由该条纹间距的公式可知, 当双缝间距 d 越小, 其条纹间距 Δx 越大, 故 A 错误; 由于光的折射现象, 空中的水鸟看到水里的鱼的像会比实际位置偏高, 而水里的鱼看到空中的水鸟的像也会比实际位置偏高, 故 B 错误; 雨后的天空会出现彩虹, 这是由于光的折射和全反射的原因导致的, 而阳光下肥皂泡表面会有彩色的花纹, 这是因为光的干涉引起的, 故 C 错误; 经过水面的反射光是偏振光, 当偏振片方向与反射光的偏振方向垂直时, 可以大大减弱反射光, 此时的拍摄效果较好, 故 D 正确。

2.B

提示 由图 1 可知, 玻璃砖对 b 光的偏折角大于对 a 光的偏折角, 则玻璃砖对 b 光的折射率大于对 a 光的折射率, 则 b 光的频率比 a 光的频率高, 故 A 错误; 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率, 由 $v = \frac{c}{n}$ 分析可知, a 光比 b 光在玻璃砖中传播速度大, 故 B 正确; a 光的频率比 b 光的频率低, 由 $c = \lambda f$ 可知, 在真空中, a 光的波长大于 b 光的波长, 故 C 错误; 玻璃砖对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率, 根据临界角公式 $\sin C = \frac{1}{n}$, 若 a 光 b 光从玻璃砖中射入真空, 发生全反射时的临界角 C_a 大于 C_b , 故 D 错误。

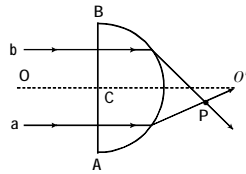


图 1

3.A

提示 七色光中红光的折射率最小, 紫光的折射率最大, 故经玻璃球折射后紫光的偏折程度较大, 由玻璃球出来后将形成光带, 而两端分别是红光和紫光, 根据光路图可知 M 、 Q 点为紫光, N 、 P 点为红光, 故选 A。

4.C

提示 发生全反射的必要条件是: 光必须从光密介质射入光疏介质, 即从折射率大的介质射入折射率小的介质, 所以当内芯的折射率比外套的大时, 光在内芯与外套的界面上才能发生全反射, 故 A 错误; 由图可知 b 光偏转角度大, 说明光导纤维对 b 光的折射率大, 根据光的频率与折射率的关系可知 b 光的频率大, 由 $E = h\nu$ 可知 b 光光子的能量大于 a 光光子的能量, 故 B 错误; 光导纤维对 b 光的折射率大, 根据公式 $v = \frac{c}{n}$, 知在

内芯中单色光 a 的传播速度比 b 大, 故 C 正确; 从左端面入射的光线, 入射角越大, 折射角越大, 根据几何知识得知, 光线射到内芯与外套的界面上时入射角越小, 越不容易产生全反射, b 的频率大, 则光导纤维内芯相对于外套的折射率 b 光也大, 根据 $\sin C = \frac{1}{n}$, 可知 b 光在光导纤维内芯与外套的界面处的临界角小, 所以在入射角由 θ_0 逐渐增大时, 光导纤维内芯与外套的界面处 a 光全反射现象先消失, 故 D 错误。

5.A

提示 根据题意, 在负折射率材料制成的棱镜中画出光路图, 如图 2 所示。由几何知识可知 $\alpha_1 + i = \alpha_2 + i = 45^\circ$, 故 $\alpha_1 = \alpha_2$ 。根据折射定律可得 $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \alpha_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \alpha_2}$, 解得 $\theta_1 = \theta_2$, 故 A 正确; θ_2 的大小由 θ_1 决定, 与光的颜色和棱镜的负折射率无关, 故 B、C 错误; 由光路的可逆性可知, 改变 θ_1 , 在 AC 界面不会发生全反射, 故 D 错误。

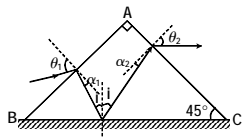


图 2

二、多项选择题

6.AB

提示 根据题述, b 光发生全反射的临界角较小, 由 $\sin C = \frac{1}{n}$, 可知水对 b 光的折射率较大, 对 a 光的折射率较小, 故 a 、 b 光从 I 区域某点倾斜射出时, a 光折射角小, 选项 A 正确, 选项 C 错误; 由折射率随光的频率的增大而增大可知, a 光的频率较小, 波长较长, 选项 B 正确; 水下 b 光能射到题图中 II 区域, 但由于在题图中 II 区域发生了全反射, II 区域只有 a 光射出, 选项 D 错误。

7.AB

提示 肥皂膜因为自重会上面薄而下面厚, 肥皂膜上的条纹是来自肥皂膜前后表面的反射光形成的干涉条纹, 且因表面张力其截面应是一个圆滑的曲面, 而不是梯形, A、B 正确; 肥皂膜从形成到破裂的过程中, 液膜上面越来越薄, 液膜下面越来越厚, 则膜上同一位置来自前后表面反射光的路程差发生变化, 故亮条纹和暗条纹的位置发生了变化, 条纹宽度和间距发生变化, C 错误; 将肥皂膜外金属环左侧的把柄向上转动 90° , 由于重力的作用, 肥皂膜稳定后仍会上薄下厚, 因此条纹并不会跟着转动 90° , D 错误。

8.BD

提示 ①光的偏折程度较大, 则折射率较大, 蓝光的折射率大于红光的折射率, 所以①光是蓝光, ②是红光, 故 A 错误; 根据 $v = \frac{c}{n}$ 知, 蓝光的折射率大, 在介质中的速度小, 则光束①比②传播

速度更慢, 故 B 正确; 蓝光的折射率大, 频率大, 知蓝光的波长小, 因波长越长, 衍射现象越明显, 因此光束②比①更容易发生明显衍射现象, 故 C 错误; 蓝光的折射率大于红光的折射率, 而蓝光的波长小于红光的折射率波长, 干涉条纹的间距与波长成正比, 则若①光、②光先后通过同一双缝干涉装置, 则有光束①的条纹宽度比光束②的窄, 故 D 正确。

三、非选择题

9.(1) $\sqrt{3}$ (2) 1.0×10^{-13} s

提示 (1) 从 C 点射出的光线与 A 点的入射光线平行, 其光路图如图 3 所示。

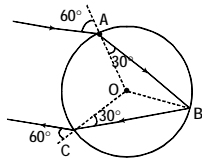


图 3

由几何关系得折射角为 $r = 30^\circ$

由折射定律得 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin r}$

解得玻璃的折射率为 $n = \sqrt{3}$;

(2) 玻璃球的半径为 $R = 5 \times 10^{-6}$ m

由几何关系得

$x_{AB} = x_{BC} = 2R \cos 30^\circ = 5\sqrt{3} \times 10^{-6}$ m

在玻璃中传播的速度为 $v = \frac{c}{n}$

在玻璃中传播的时间为 $t = \frac{x_{AB} + x_{BC}}{v}$

代入数据解得 $t = 1.0 \times 10^{-13}$ s。

10.(1) $\sqrt{2}$ (2) d

提示 (1) 补全光路图如图 4 所示, 由几何关系可知, 入射角 $i = 45^\circ$, 折射角 $r = 30^\circ$, 则玻璃砖的折射率为

$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \sqrt{2}$;

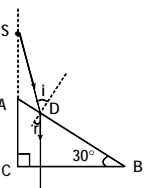


图 4

(2) 光在玻璃砖中的传播速度为

$v = \frac{c}{n}$

光束经过 SD 和玻璃砖内的传播时间相等,

可得

$\frac{SD}{c} = \frac{BD \sin 30^\circ}{v}$

又 $BD = \sqrt{2} d$

联立可得 $SD = d$ 。



扫码获取报纸
相关内容课件

第 20 期

一、单项选择题

1.C

提示 NFC 贴纸在使用时不需要另外电源供电, 因为外部磁场变化时 NFC 线圈产生的感应电流足以芯片使用供电, 故 A 错误; 穿过线圈的磁场发生变化时, 三个线圈是串联关系, 所以线圈中的感应电动势为三个线圈感应电动势之和, 故 B 错误, C 正确; 三个线圈是串联关系, 通过芯片和线圈的电流大小相等, 故 D 错误。

2.A

提示 线框完全处在磁场区域内时磁通量不变, 没有感应电流产生, 只受重力作用, 加速度是重力加速度, 与在 a 处的加速度一样大, 做匀变速直线运动, 故 A 正确, C、D 错误; 若线框在 b 、 d 处速度很大, 产生的感应电动势很大, 感应电流很大, 安培力也很大, 若安培力大于 2 倍的重力, 那么线框在 b 、 d 处的加速度大于 g , 故 B 错误。

3.C

提示 由能量守恒定律可知, 磁铁克服磁场力做功 W_2 等于回路的电能, 电能一部分转化导体棒的机械能, 另一部分转化为内能, 即 $W_2 - W_1 = Q$, 故 A、B 错误; 以导体棒为对象, 由能量守恒可知, 外力对磁铁做功与重力对磁铁做功之和等于回路中焦耳热与导体棒的动能之和, 即 $W_F + W_G = Q + E_k$, 故 C 正确, D 错误。

4.B

提示 开关 S 闭合时, b、c 灯立即亮, 由于线圈中产生自感电动势阻碍电流的增加, 使得 a 灯逐渐变亮, 同时由于自感线圈的阻碍作用逐渐减弱, 根据闭合电路的动态分析可知 b 灯两端的电压会逐渐减小, 亮度会逐渐变暗些, 最终亮度与 a 灯相同, 故 A 错误, B 正确。开关 S 断开时, c 灯立即熄灭, 由于在 L 中产生自感电动势阻碍电流的减小, 则电流将在 L 与 a、b 灯之间形成新的回路, 使得 a、b 灯逐渐熄灭。由于线圈直流电阻不计, 所以开关闭合时, 电路稳定情况下 a、b 灯的电流相等, 亮度相同; 开关 S 断开时, b 灯不会闪亮一下也不会闪暗一下, 而是与 a 灯处于同样的电路中, 亮度均为逐渐熄灭, 故 C、D 错误。

5.C

提示 金属棒向右运动, 受到向左的安培力, 做加速度不断减小的减速运动, 其平均速度小于 $\frac{v_0}{2}$, 故 A 错误; 由能量守恒定律知, 金属棒克服安培力做的功等于电阻 R 和金属棒上产生的焦耳热之和, 故 B 错误; 由 $q = \bar{I} \cdot \Delta t = \frac{\bar{E}}{R_{\text{总}}} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{总}} \Delta t} \cdot \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R_{\text{总}}} = \frac{BLs}{2R}$, 故 C 正确; 由能量守恒定律有 $Q_{\text{总}} = \frac{1}{2} mv_0^2$, 又 $R = \frac{1}{2} R_{\text{总}}$, 所以电阻 R 上产生的焦耳热为 $\frac{1}{4} mv_0^2$, 故 D 错误。

二、多项选择题

6.BC

提示 导体棒在细线的拉力作用下向右加速运动, 随着速度的增加, 感应电动势增加, 电流增

加, 安培力增加, 加速度逐渐减小, 最终稳定时导体棒做匀速直线运动, 拉力和安培力平衡, 故 A 错误; 电阻 R 消耗的电功率最大时, 回路的电流最大, 导体棒以最大速度做匀速直线运动, 受到的拉力和安培力平衡, 拉力的功率为 P, 故克服安培力做功的功率也为 P, 产生的电功率为 P, 即 $P = F(R+r)$, 又 $I = \frac{Blv_m}{R+r}$, 解得 $v_m = \sqrt{\frac{P(R+r)}{B^2 l^2}}$, 故 B 正确; 根据 $P = Fv$, 有 $\frac{P_k}{P} = \frac{R}{R+r}$, 可得 $P_k = \frac{R}{R+r} P$, 故 C 正确; 若经过时间 t, 导体棒的速度为 v, 则整个电路上产生的总热量为 $Pt - \frac{1}{2} mv^2$, 电阻 R 上产生的热量为 $\frac{R}{R+r} (Pt - \frac{1}{2} mv^2)$, 故 D 错误。

7.CD

提示 棒 OA 沿着导轨转动时会切割磁感线而产生感应电动势, 导轨与棒组成的回路中有感应电流, 使得棒的一部分机械能转化成电能, 则棒不能到达等高的 OD 处, 最终棒通过多个往复的摆动而停在 OP 处, 由能量守恒可知, 产生的总焦耳热 $Q = mg \cdot \frac{L}{2} = \frac{mgl}{2}$, 故 A 错误, D 正确; 已知棒第一次到达 OP 处时角速度为 ω , 则产生的感应电动势为 $E = BL\bar{v} = BL \cdot \frac{0 + \omega L}{2} = \frac{BL^2 \omega}{2}$, 则棒中通过的电流为 $I = \frac{E}{R} = \frac{BL^2 \omega}{2R}$, 故 B 错误; 安培力做功功把机械能全部转化成电能, 则安培力的功率等于电路的电功率, 有 $P = P_{\text{电}} = I^2 R = \frac{B^2 L^4 \omega^2}{4R}$, 故 C 正确。

8.AC

提示 由右手定则可知, 金属棒 a 中电流向上, 金属棒 b 中电流向下, 由左手定则可知两金属棒所受安培力方向相反, 设电路中总电流为 I, 则金属棒 a 中安培力大小 $F_a = BI \times 2L = 2BIL$, 金属棒 b 中安培力大小 $F_b = 2BIL$, 两金属棒所受安培力之和为零, 即系统所受外力之和为零, 所以金属棒 a、b 系统动量守恒, 故 A 正确; 0~ t_0 内, 设 a、b 两金属棒的位移大小分别为 x_a 、 x_b , 取水平向左为正方向, 对 b 利用动量定理有 $2BILt_0 = -m \times \frac{v_0}{4} - m \times (-v_0)$, 其中 $\bar{I} t_0 = q$, 根据推论可得 $q = \frac{\Delta \Phi}{3R} = \frac{B \times 2L x_a + 2BL x_b}{3R}$, 联立可得棒 a 相对与棒 b 的位移大小 $x = x_a + x_b = \frac{9mv_0 R}{16B^2 L^2}$, 则 $q = \frac{3mv_0}{8BL}$, 两金属棒串联, 在 0~ t_0 内通过的电荷量相等, 故 B、D 错误; 取水平向左为正方向, 金属棒 a、b 组成的系统动量守恒, 有 $2mv_0 - mv_0 = 2mv_a - mv_b$, 可得 $mv_0 = 2mv_a - mv_b$, 即 $v_0 = 2x_a - x_b$, 可得 $x_a = \frac{1}{3} (v_0 + \frac{9mv_0 R}{16B^2 L^2})$, 故 C 正确。

三、非选择题

9.(1) $\frac{BLr}{2R}$ (2) $\frac{\pi B^2 L^2 r^2 \omega}{16R}$

提示 (1) 根据法拉第电磁感应定律可得, 平均感应电动势为

$$\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{BLr}{\Delta t}$$

根据闭合电路的欧姆定律可得, 平均电流

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R}$$

根据电荷量的计算公式可得

$$q = \bar{I} \cdot \Delta t$$

$$\text{联立解得 } q = \frac{BLr}{2R};$$

(2) 导体棒运动过程中切割磁感应线产生的感应电动势的最大值为

$$E_m = BL\omega r$$

由于导体棒运动过程中产生的感应电动势成正弦规律变化, 则在此过程中感应电动势的有效值为 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$

$$\text{运动时间 } t = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$\text{根据焦耳定律可得 } Q = \left(\frac{E}{2R} \right)^2 R t$$

$$\text{解得 } Q = \frac{\pi B^2 L^2 r^2 \omega}{16R}.$$

$$10.(1) \frac{2mgR \sin \theta}{B^2 L^2} \quad (2) 2g \sin \theta$$

$$(3) g \sin \theta + \frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2} \quad \frac{2m^2 g R^2 \sin \theta}{B^2 L^4}$$

提示 (1) a 导体棒在运动过程中重力沿斜面的分力和 a 棒的安培力相等时做匀速运动, 由法拉第电磁感应定律可得

$$E = BLv_0$$

由闭合电路欧姆定律及安培力公式可得

$$I = \frac{E}{2R}, F = BIL$$

由 a 棒受力平衡可得

$$m g \sin \theta = BIL$$

$$\text{联立解得 } v_0 = \frac{2mgR \sin \theta}{B^2 L^2};$$

(2) 由右手定则可知导体棒 b 中电流方向向上, 受到沿斜面向下的安培力, 此时电路中电流不变, 对 b 棒由牛顿第二定律可得

$$m g \sin \theta + BIL = ma_0$$

$$\text{解得 } a_0 = 2g \sin \theta;$$

(3) 释放棒 b 后棒 a 受到沿斜面向上的安培力, 在到达共速时对棒 a 由动量定理得

$$m g t_0 \sin \theta - BIL t_0 = mv - mv_0$$

棒 b 受到向下的安培力, 对棒 b 由动量定理得

$$m g t_0 \sin \theta + BIL t_0 = mv$$

$$\text{联立解得 } v = g t_0 \sin \theta + \frac{mgR \sin \theta}{B^2 L^2}$$

设此过程流过棒 b 的电荷量为 q , 则有

$$q = \bar{I} t_0$$

由法拉第电磁感应定律可得

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R} = \frac{1}{2R} \frac{BL \Delta x}{t_0}$$

$$\text{联立可得 } \Delta x = \frac{2m^2 g R^2 \sin \theta}{B^2 L^4}.$$

1.B

提示 安培力是洛伦兹力的宏观表现,其本质都是磁场对运动电荷的作用,故 A 错误;磁场对通电导线的作用力即安培力,其方向与磁场方向一定垂直,故 B 正确;放在匀强磁场中的通电导线,如果电流与磁场平行,则不受磁场的作用力,故 C 错误;当通电直导线跟磁场方向垂直时作用力最大,故 D 错误。

2.B

提示 若粒子射入的速度 $v > \frac{E}{B}$, 则 $qvB > qE$, 若粒子带正电, 则粒子沿实线运动; 若粒子射入的速度 $v < \frac{E}{B}$, 则 $qvB < qE$, 若粒子带负电, 则粒子也可能沿实线运动, 故 A 错误, B 正确。若粒子带正电, 则电场力方向向下, 粒子沿实线运动时电场力做负功, 动能减小, 粒子射出时的速度小于射入速度; 若粒子带负电, 则电场力方向向上, 粒子沿实线运动时电场力做正功, 动能增大, 粒子射出时的速度大于射入速度, 故 C、D 错误。

3.B

提示 弹丸在安培力作用下做加速运动, 故安培力方向向右, 根据左手定则得出导轨间的磁场方向向下, 故 A 错误; 根据加速过程动能定理得出 $Bld = \frac{1}{2}mv^2$, 可得 $B = \frac{mv^2}{2lds}$, 故 B 正确; 安培力对弹丸做正功使弹丸获得动能, 故 C 错误; 根据牛顿第二定律得 $a = \frac{Bld}{m}$, 电源是恒流源, 电流 I 不变, 安培力不变, 故加速度恒定, 弹丸做匀加速直线运动, 故 D 错误。

4.C

提示 根据题意, 油滴做匀速直线运动, 受力如图 1 所示。

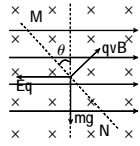


图 1

根据力的合成法可得 $\frac{mg}{qE} = \tan \theta$, $\frac{mg}{qvB} = \sin \theta$, 所以 $E = \frac{mg}{q \tan \theta}$, $B = \frac{mg}{qv \sin \theta}$, 故 A、B、D 错误, C 正确。

5.B

提示 如图 2 所示, 当离子轨迹与半圆形边界相切时, 离子轨迹半径最大, 则由几何关系有 $r_m = \frac{R}{2}$, 由洛伦兹力提供向心力, 根据牛顿第二定律可得 $qv_mB = m \frac{v_m^2}{r_m}$, 变形可得粒子射入磁场时的最大速度 $v_m = \frac{qBr_m}{m} = \frac{qBR}{2m}$, 故 A 错误, B 正确; 粒子在磁场中恰好运动一周, 那么运动的最长时间为 $t_{\max} = T = \frac{2\pi r_m}{v_m} = \frac{2\pi r_m}{\frac{qBr_m}{m}} = \frac{2\pi m}{qB}$, 故 C、D 错误。

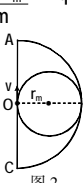


图 2

二、多项选择题

6.AD

提示 金属棒的长度用 l 表示, 细线的长度用 R 表示, 在金属棒上升过程中, 安培力做正功, 机械能一直增加, 故 A 正确, B 错误; 由动能定理知 $W_{\text{安}} - W_{\text{重}} = 0$, 即 $BIIlR \sin 37^\circ = mgR(1 - \cos 37^\circ)$, 解得 $I = 4 \text{ A}$, 故 C 错误, D 正确。

7.BCD

提示 根据题意可知, 若有正电子从 a 点射出磁场, 则该正电子途中必然从 ab 边射出磁场, 故 A 错误。

当电子从 ac 边射出磁场时, 电子在磁场中运动的时间最长, 且最长时间为半个周期, 设电子的质量为 m , 电荷量为 e , 有 $\frac{e}{m} = k$, 可得该最长时间 $t_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{eB} = \frac{\pi}{kB}$, 故 B 正确。

设从 D 点射出磁场的负电子在磁场中做圆周运动的半径为 r , 如图 3 所示。根据几何关系有 $r^2 = \left(\frac{L}{2} - r\right)^2 + \left(\frac{L}{2} \tan 30^\circ\right)^2$, 设该负电子的速度大小为 v , 有 $evB = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \frac{kBL}{3}$, 故 C 正确。

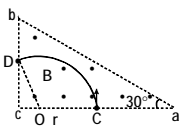


图 3

当正电子的运动轨迹恰好与 ab 边相切时, 该正电子在磁场中运动的时间最长, 如图 4 所示。根据几何关系可知, 该正电子运动轨迹对应的圆心角 $\theta = 120^\circ$, 则该正电子在磁场中运动的时间 $t_2 = \frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{eB} = \frac{2\pi}{3kB}$, 故 D 正确。

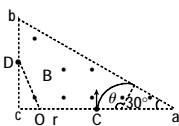


图 4

8.BD

提示 对小球受力分析, 小球受竖直向下的重力、竖直向上的洛伦兹力, 可能还受弹力和摩擦力。若 $qv_0B > mg$, 则小球受竖直向下的重力、竖直向上的洛伦兹力、竖直向下的弹力和水平向左的摩擦力, 根据牛顿第二定律可得 $qvB = mg + F_N$, $\mu F_N = ma$, 解得小球的加速度 $a = \frac{\mu(qvB - mg)}{m}$, 方向水平向左, 则小球做加速度减小的减速运动, 最终加速度减为 0, 小球做匀速直线运动, 速度 $v = \frac{mg}{qB}$; 若 $qv_0B < mg$, 则小球受竖直向下的重力、竖直向上的洛伦兹力、竖直向上的弹力和水平向左的摩擦力, 根据牛顿第二定律可得 $qvB = mg + F_N$, $\mu F_N = ma$, 解得小球的加速度 $a = \frac{\mu(qvB - mg)}{m}$, 方向水平向左, 则小球做加速度增大的减速运动, 最终静止。综上可知, A、C 错误, B、D 正确。

三、非选择题

$$9.(1) \frac{4U}{d^2B^2} \quad (2) \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$$

提示 (1) 粒子从静止到被加速的过程, 根据动能定理得

$$qU = \frac{1}{2}mv_0^2$$

根据题意, 图 5 为粒子的运动轨迹, 由几何关系可知, 该粒子在磁场中运动的轨迹半径为

$$r = \frac{\sqrt{2}}{2}d$$

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 洛伦兹力提供向心力, 即

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$\text{联立解得 } \frac{q}{m} = \frac{4U}{d^2B^2};$$

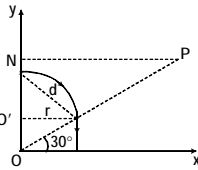


图 5

(2) 根据题意, 粒子在磁场中运动的轨迹为四分之一圆周, 长度

$$s_1 = \frac{1}{4} \cdot 2\pi r = \frac{\sqrt{2}}{4}\pi d$$

粒子射出磁场后到运动至 x 轴, 运动的轨迹长度

$$s_2 = r \cdot \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{6}}{6}d$$

粒子从射入磁场到运动至 x 轴过程中, 一直做匀速率运动, 则

$$t = \frac{s_1 + s_2}{v_0}$$

$$\text{解得 } t = \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)。$$

$$10.(1) \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

$$(2) \frac{4\sqrt{2qUm}}{m\pi}$$

$$(3) 5t \quad \frac{8t\sqrt{qUm}}{m\pi}$$

提示 (1) 粒子被加速后获得初速度为 v , 由动能定理有

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

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

(2) 设匀强电场大小为 E , 匀强磁场大小为 B , 粒子第一次在磁场中偏转角度为 $\frac{\pi}{2}$ 后经过 y 轴沿电场方向进入第二象限, 然后在电场中运动了时间 t 后返回且第二次经过 y 轴进入磁场, 如图 6 所示。

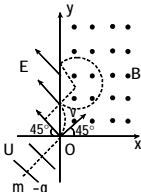


图 6

在磁场中运动的周期为 $T = \frac{2\pi m}{Bq}$

$$t = \frac{1}{4}T = \frac{\pi m}{2Bq}$$

在电场中运动有

$$t = \frac{2v}{a} = \frac{2\sqrt{\frac{2qU}{m}}}{\frac{qE}{m}} = \frac{2}{E} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

$$\text{整理后得 } \frac{E}{B} = \frac{4\sqrt{2qUm}}{m\pi}。$$

(3) 粒子第二次在磁场运动中偏转角度为 $\frac{3\pi}{2}$, 运动时间为 $3t$, 故粒子从 O 点射入磁场至第三次经过 y 轴上 C 点所经历的时间应为

$$t_{\text{总}} = t + t + 3t = 5t$$

在磁场中粒子受到的洛伦兹力提供向心力

$$qBv = \frac{mv^2}{r}, \text{ 整理后得 } r = \frac{mv}{Bq}$$

故 OC 间距离

$$d = 4r \sin 45^\circ = 2\sqrt{2}r = \frac{2\sqrt{2}}{Bq}mv$$

$$\text{联立解得 } d = \frac{8t\sqrt{qUm}}{m\pi}。$$

物理

一、单项选择题

1.C

提示 穿过采用双线绕法的通电线圈, 相邻并行的导线中电流方向相反, 根据安培定则可知, 它们产生的磁场方向相反, 在空中同一点磁场抵消, 则对条形磁铁没有安培力作用, 条形磁铁只受重力, 又从静止开始下落, 所以做自由落体运动。

2.D

提示 根据右手螺旋定则可知, a、c 中磁场为 0, b 中磁场向外, d 中磁场向里, 两导线中的电流都由 I 突然增大到 $2I$ 时, 根据楞次定律可知, b 的向左上方运动, d 向右下方运动, a、b 线框不动, 故 A、B、C 错误, D 正确。

3.C

提示 设半圆弧的半径为 r , 线框匀速转动时产生的感应电动势 $E_1 = B\omega r \frac{\omega r}{2} = \frac{1}{2}B_0\omega r^2$ 。当磁感应强度大小随时间线性变化时, 产生的感应电动势 $E_2 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{1}{2}\pi r^2 \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$ 。要使两次产生

的感应电流大小相等, 则 $E_1 = E_2$, 即 $\frac{1}{2}B_0\omega r^2 = \frac{1}{2}\pi r^2 \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$, 解得 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\omega B_0}{\pi}$, 选项 C 正确。

4.A

提示 由题意可知 $NP = BN = \frac{L}{4}$, 由法拉第电磁感应定律得 $E = B \frac{L}{4}v$, 由闭合电路欧姆定律得 $E = I \left(\frac{R}{4} + I \left(\frac{R \times 3R}{R + 3R} \right) \right) = IR$, 联立解得 $I = \frac{BLv}{4R}$ 。由右手定则可知, 电流方向为 $N \rightarrow P$ 。

5.B

提示 设线框切割磁感应的有效长度为 L , 感应电动势为 $E = BLv$, 感应电流为 $I = \frac{E}{R} = \frac{Bv}{R}L$, 由图乙所示图线可知, 0~1 s 与 2~3 s 内的感应电流相等, 且是 1~2 s 内感应电流的一半, B 、 v 、 R 相等, 则 0~1 s 与 2~3 s 内切割磁感线的有效长度 L 相等且是 1~2 s 内有效长度的一半, 由图示线框可知, 选项 B 正确。

二、多项选择题

6.AD

提示 由楞次定律可以判断出导体框进磁场时电流方向为逆时针, 出磁场时电流方向为顺时针, 由 $E = Blv$ 可得 $i = \frac{E}{R_{\text{总}}} = \frac{Blv}{R_{\text{总}}}$, 进、出磁场时导体框切割磁感线的有效长度 l 均由大变小, 所以

高考版答案页第 5 期

电流也是由大变小, A 正确, B 错误; 进磁场时 ab 为电源, $u_{ab} < 0$, 且 u_{ab} 由 $-\frac{3}{4}Blv$ 增大至零, 出磁场时 ab 不是电源, 电流从 b 到 a , $u_{ab} < 0$, 且 u_{ab} 由 $-\frac{Blv}{4}$ 增大至零, C 错误, D 正确。

7.AD

提示 电流的峰值越来越大, 即小磁铁在依次穿过每个线圈的过程中磁通量的变化率越来越快, 因此小磁体的速度越来越大, A、D 正确; 假设小磁体是 N 极向下穿过线圈, 则在穿入靠近每匝线圈的过程中磁通量向下增加, 根据楞次定律可知线圈中产生逆时针的电流, 而在穿出远离每匝线圈的过程中磁通量向下减少产生顺时针的电流, 即电流方向相反, 与题图中描述的穿过线圈的过程电流方向变化相符, S 极向下同理, 所以磁铁穿过 8 匝线圈过程中会出现 8 个这样的图像, 并且随下落速度的增加, 感应电流的最大值逐渐变大, 所以磁体下落过程中磁极的 N、S 极没有颠倒, B 错误; 线圈可等效为条形磁铁, 线圈的电流越大则磁性越强, 因此小磁体受到的电磁阻力是变化的, C 错误。

8.CD

提示 感应电动势 $E = BLv$, 由欧姆定律可知电流 $I = \frac{E}{R}$, 因此在 1、2 两种情况下, 线框中感应电流之比为 3:5, 故 C 正确; 根据安培定则可知, 安培力 $F = \frac{B^2 l^2 v}{R}$, 在 1、2 两种情况下, 导线切割磁感线长度之比为 3:5, 速度和电阻均相同, 因此所用拉力大小之比为 9:25, 故 A 错误; 平均电动势 $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, 根据欧姆定律可知平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$, 又根据 $q = \bar{I}\Delta t$, 联立可得 $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$, 在 1、2 两种情况下, 线框通过磁场时磁通量变化量相同, 因此通过线框的电荷量之比为 1:1, 故 B 错误; 根据焦耳定律 $Q = I^2 Rt$, 由选项 A 的分析可知, 电流之比为 3:5, 又根据题意, 线框中电阻相同, 通过磁场时速度相同, 则时间之比为 5:3, 因此在 1、2 两种情况下线框中产生的热量之比为 3:5, 故 D 正确。

三、非选择题

9.(1) 1 V (2) 0.1 A $b \rightarrow R \rightarrow a$ (3) 3.2 V

提示 (1) 根据法拉第电磁感应定律, 0~4.0 s 时间内线圈中磁通量均匀变化, 产生恒定的感应电流, $t_1 = 2.0 \text{ s}$ 时的感应电动势

$$E_1 = n \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t_1} = n \frac{(B_4 - B_0)S}{\Delta t_1} = 1 \text{ V};$$

(2) 根据闭合电路欧姆定律, 闭合回路中的

$$\text{感应电流 } I_1 = \frac{E_1}{R+r}$$

解得 $I_1 = 0.1 \text{ A}$

由楞次定律可判断流过电阻 R 的感应电流方向为 $b \rightarrow R \rightarrow a$;

(3) 由题图乙可知, 在 4.0~6.0 s 时间内, 线圈中产生的感应电动势

$$E_2 = n \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t_2} = n \left| \frac{B_6 - B_4}{\Delta t_2} \right| S = 4 \text{ V}$$

根据闭合电路欧姆定律, $t_2 = 5.0 \text{ s}$ 时闭合回路中的感应电流

$$I_2 = \frac{E_2}{R+r} = 0.4 \text{ A}, \text{ 方向 } a \rightarrow R \rightarrow b$$

线圈端点 a、b 间的电压

$$U_{ab} = I_2 R = 3.2 \text{ V}。$$

$$10.(1) v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0}t$$

$$(2) I_0 + \frac{4I_0v_0}{k}$$

$$(3) \frac{kP_0}{9I_0v_0(kI_0 + 4I_0v_0)}$$

提示 (1) 根据法拉第电磁感应定律有 $E = BLv$ 由闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R}$

令导体棒的电阻率为 ρ , 由电阻定律得 $R = \rho \frac{l}{S}$

$$\text{得 } I = \frac{BSv}{\rho}$$

由题意知 $I = I_0 + kt$

$$\text{有 } \frac{BSv}{\rho} = I_0 + kt$$

当 $t = 0$ 时, $v = v_0$

$$\text{故有 } \frac{BS}{\rho} = \frac{I_0}{v_0}$$

$$\text{整理后得 } v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0}t;$$

(2) 由于速度随时间均匀增大, 可判断导体棒

做匀加速直线运动, 加速度 $a = \frac{kv_0}{I_0}$

$$\text{在 } t = \frac{2I_0}{k} \text{ 时刻, 导体棒与 } O \text{ 点的距离为}$$

$$x = I_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = I_0 + \frac{4I_0v_0}{k};$$

(3) 导体棒的电功率 $P_0 = F_{\text{安}}v$

$$\text{又 } F_{\text{安}} = BIl$$

$$\text{因为 } \theta = 45^\circ, \text{ 可得 } I = x = I_0 + \frac{4I_0v_0}{k}$$

$$I = I_0 + kt = 3I_0$$

$$\text{解得在 } t = \frac{2I_0}{k} \text{ 时刻的磁感应强度}$$

$$B = \frac{kP_0}{9I_0v_0(kI_0 + 4I_0v_0)}。$$