

第十三章 电磁感应与电磁波初步

1 磁场 磁感线

★教材 P108【练习与应用】

1. 【解析】扬声器是通过给磁体附近的线圈通电,磁体产生的磁场对线圈产生力的作用,从而使线圈振动,同时带动扬声器的纸盒振动,发出声音.耳机和电话的听筒能够发声也是这个道理.
2. 【解析】如果有铁质的物体(如小刀等)落入深水中无法取回,则可以用一根足够长的细绳拴一磁体,放入水中将物体吸住,然后拉上来;如果有许多大头针(小铁屑等)撒落在地上,可以用一块磁铁将它们迅速拾起来;还可利用电磁铁制成温度报警器.示意图略.
3. 【解析】磁的应用的分类:(1)利用磁体对铁、钴、镍等的吸引力,如门吸、带磁性的螺丝刀、皮带扣、手提包扣、手机皮套扣等;(2)利用磁体对通电导线的作用力,如扬声器、耳机、电话、发动机等;(3)利用磁化现象记录信息,如磁带、磁卡、磁盘等.
4. 电流方向由上往下(图略)
5. 小磁针 N 极的指向是垂直于纸面向外
6. 【解析】通电螺线管内部的磁感应强度比管口外的大,是根据磁感线越密处磁感应强度越大来判断的.
7. 乙

【解析】根据常识可知地磁场的南北极与地理南北极相反,结合右手螺旋定则可知环形电流方向为图乙中方向,故图乙正确.

2 磁感应强度 磁通量

★教材 P113【练习与应用】

1. 【解析】这种说法不对.磁场中某点的磁感应强度由磁场本身决定,与外界因素,即电流强度的大小、方向,通电导线的长度和受到的安培力大小无关,定义式 $B = \frac{F}{Il}$ 是一个比值定义式.

2. $1.875 \times 10^{-3} \text{ T}$

【解析】由 $B = \frac{F}{Il}$ 可知 $B = \frac{0.015}{0.4 \times 20} \text{ T} = 1.875 \times 10^{-3} \text{ T}$.

3. 0.024 Wb 0 0.024 Wb

【解析】磁场方向沿 x 轴正方向,求磁通量时,应将各面投影到与磁场垂直的方向上,则三个面的有效面积 $S'_{MNCD} = MN \cdot NC = 0.4 \times 0.3 \text{ m}^2 = 0.12 \text{ m}^2$, $S'_{NEFC} = 0$, $S'_{MEFD} = S'_{MNCD} = 0.12 \text{ m}^2$,故通过各面的磁通量分别为 $\Phi_1 = S'_{MNCD} \cdot B = 0.12 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ T} = 0.024 \text{ Wb}$, $\Phi_2 = S'_{NEFC} \cdot B = 0$, $\Phi_3 = \Phi_1 = 0.024 \text{ Wb}$.

4. 乙、丙图正确 理由见解析

【解析】导线中通入不同的电流,并且电流方向都与磁场方向垂直.由于磁场不变,故导线所在处的磁感应强度是确定的.由于 $F = BIL$,当 B 、 L 确定时, $F \propto I$,则 $F-I$ 图像应是过原点的一条直线,故乙、丙图正确.

3 电磁感应现象及应用

★教材 P117【练习与应用】

1. (1)无 (2)无 (3)有

【解析】(1)题图甲中,线框在磁场中上下运动的过程中,穿过线框的磁通量没有发生变化,所以无感应电流产生.

(2)题图乙中,线框在磁场中左右运动的过程中,尽管切割磁感线,但是穿过线框的磁通量没有发生变化,所以无感应电流产生.

(3)题图丙中,线框绕轴线转动,会使穿过线框的磁通量发生改变,有感应电流产生.

2. 有 理由见解析

【解析】因为线圈收缩时,线圈的面积减小,穿过闭合线圈的磁通量减小,所以有感应电流产生.

3. 【解析】线圈进入磁场和离开磁场两个阶段有感应电流,因为此时穿过线圈的磁通量发生了变化;线圈全部在磁场内或全部在磁场范围外时无感应电流,因为穿过线圈的磁通量没有发生变化.

4. 【解析】都有感应电流. 因为在线圈远离导线移动时,穿过线圈的磁通量在不断减小,故线圈中有感应电流;当导线中的电流 I 逐渐增大或减小时,导线产生的磁场变强或变弱,所以穿过线圈的磁通量增大或减小,故线圈中也有感应电流.

5. 【解析】磁场均匀,使铜环沿着磁场的方向移动,不会产生感应电流,因为此时穿过铜环的磁通量没有发生变化;如果磁场不均匀,就会产生感应电流,因为这时穿过铜环的磁通量发生了变化.

6. 乙、丙、丁三种情况均可以观察到在线圈 B 中有感应电流

【解析】因为只有线圈 A 中是变化的电流时,才能使穿过线圈 B 的磁通量发生变化,使线圈 B 中产生感应电流.

4 电磁波的发现及应用

★教材 P123【练习与应用】

1. 0.12 m

【解析】由 $c = \lambda f$ 得 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2.45 \times 10^6} \text{ m} \approx 0.12 \text{ m}$.

2. 不需要 等于光速

【解析】电磁场的传播不需要介质,它是通过变化的磁场与变化的电场之间的联系而传播到远处,其在真空中传播的速度等于光速.

3. $1.13 \times 10^{-3} \text{ s}$

【解析】最少需要的时间 $t = \frac{s}{v} = \frac{r-R}{v} = \frac{(6\,740-6\,400) \times 10^3}{3 \times 10^8} \text{ s} \approx$

$1.13 \times 10^{-3} \text{ s}$.

4. 【解析】由 $c = \lambda f$ 得 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.0 \times 10^{15}} \text{ m} = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$,

该电磁波属于紫外线波段.

佩戴专业的防护头盔是为了防止电弧光辐射对人体产生危害.



5 能量量子化

★教材 P128【练习与应用】

- 1.
- $1.12 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- 2.
- $6.9 \times 10^{-7} \text{ m}$

【解析】根据公式 $\varepsilon = h\nu$ 和 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ 得 $\nu = \frac{\varepsilon}{h} \approx 1.12 \times 10^{15} \text{ Hz}$, $\lambda =$

$$\frac{hc}{\varepsilon} \approx 2.69 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

- 2.
- $3.14 \times 10^{-19} \text{ J}$
- 5.
- 7.3×10^{16}
- 个

【解析】光子的能量 $E = h\nu$, 而 $c = \lambda \cdot \nu$,

$$\text{得 } E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{632.8 \times 10^{-9}} \text{ J} \approx 3.14 \times 10^{-19} \text{ J},$$

因为发光功率已知, 所以每秒发射光子数为

$$N = \frac{Pt}{E} = \frac{18 \times 10^{-3} \times 1}{3.14 \times 10^{-19}} (\text{个}) \approx 5.73 \times 10^{16} (\text{个}).$$

3. “蓝星”表面温度更高 道理见解析

【解析】恒星的表面颜色取决于其辐射出的可见光, 蓝光比红光波长短, 表明其表面温度更高.

复习与提高

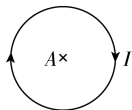
★教材 P129

A 组

1. 【解析】导线产生的磁场作用于小磁针的方向为东西方向, 这时小磁针会向东西方向偏转, 证明了通电导体周围存在磁场.

2. 垂直纸面向里

【解析】电子运动方向为逆时针方向, 电流方向为顺时针方向, 由安培定则判断出 A 点磁感应强度的方向为垂直纸面向里.



3. 由 A 指向 D

【解析】由安培定则知, 直导线 B 在 A 点产生的磁场与直导线 D 在 A 点产生的磁场方向相反、磁感应强度大小相等, 则合磁感应强度为零; 而直导线 C 在 A 点产生的磁场方向从 A 指向 D, 故 A 点的磁感应强度方向为从 A 指向 D.

4. 【解析】(1) 磁感应强度是用来表示磁场强弱和方向的物理量.

(2) 如果磁场方向与导体平行, 通电导体不受磁场力的作用, 但该点的磁感应强度不为 0.

(3) 只有 B 与导体垂直时, 该处的磁感应强度的大小才是

$$B = \frac{F}{Il}.$$

5. (1) 2 T (2) 不会变化

【解析】(1) 磁感应强度的大小 $B = \frac{F}{Il} = \frac{0.05}{2.5 \times 0.01} \text{ T} = 2 \text{ T}.$

(2) 导线中的电流发生变化, 不会影响磁场, 故该处磁感应强度不变.

- 6.
- BS
- $\frac{1}{2}BS$
- 0

【解析】当磁感线与线圈平面垂直时, 穿过线圈的磁通量 $\Phi_1 =$



BS ; 当线圈绕 OO' 轴转过 60° 角时, 穿过线圈的磁通量 $\Phi_2 = BS \cos 60^\circ = \frac{1}{2}BS$; 若从初始位置转过 90° 角, 线圈与磁感线平行, 穿过线圈的磁通量 $\Phi_3 = 0$.

7. $\frac{Bl^2}{4}$

【解析】由题图知, 只有虚线范围内有磁场, 所以有效面积等于虚线所围的面积, $S = \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{l^2}{4}$, 磁通量等于穿过磁场中某一面积的磁感线的条数, 与线框的匝数无关, 所以穿过线框的磁通量 $\Phi = BS = \frac{Bl^2}{4}$.

B 组

1. (1) S N (2) 软磁性材料

【解析】(1) 由安培定则知电磁铁的上端为 S 极, 此时能够吸引小磁体, 故小磁体下端为 N 极.

(2) 因为需要连续充气, 所以应该用软磁性材料制作.

2. 先增大后减小, 在磁体中部达到最大

【解析】 $M \rightarrow N$: 磁铁外部的磁感线在两极最密, 越远离越稀疏, 因此此过程通过圆环的磁通量变大.

$N \rightarrow P$: 在磁铁内部磁感线是均匀的, 与外部反向, 且磁感应强度大于外部有限面积内的磁感应强度, 在磁铁外部中部磁感线较稀疏, 内外部相抵, 总磁通量应该是磁铁中部最大, 因此此过程中通过圆环的磁通量变大, 在磁铁中部达到最大.

$P \rightarrow Q$: 与 $N \rightarrow P$ 过程相反.

$Q \rightarrow L$: 与 $M \rightarrow N$ 过程相反.

3. (1) 有 (2) 有

【解析】当合上开关的一瞬间, 线圈 M 产生磁场, 穿过线圈 P 的磁通量从无到有, 则线圈 P 里有感应电流; 当断开开关 S 的一瞬间, 线圈 M 产生的磁场消失, 穿过线圈 P 的磁通量从有到无, 则线圈 P 里有感应电流.

4. 从上向下

【解析】根据安培定则可知左边线圈中的磁场的方向, 下边是 S 极, 上边是 N 极, 同理可知右边线圈中下边是 S 极, 上边是 N 极, 所以铁环中心 O 点的磁场方向为从上向下.

5. $B = \frac{B_0 l}{l + vt}$

【解析】要使 MN 棒中不产生感应电流, 应使穿过闭合回路的磁通量不发生变化, 在 $t = 0$ 时刻, 穿过闭合回路的磁通量为 $\Phi_1 = B_0 S = B_0 l^2$, 设 t 时刻的磁感应强度为 B , 此时磁通量为

$\Phi_2 = Bl(l + vt)$, 由 $\Phi_1 = \Phi_2$ 得 $B = \frac{B_0 l}{l + vt}$.