

$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0.2 \text{ V}}{0.25 \text{ A}} = 0.8 \text{ } \Omega$. 电动机匀速提升重物时, 电动机两端的电压为 U_0 , 通过电动机的电流为 I_0 , 因此电动机工作时的电功率为 $U_0 I_0$, 故只需在实验误差允许范围内验证 $U_0 I_0 =$

$P_{\text{机}} + P_{\text{热}}$, 即 $U_0 I_0 = \frac{F_0 v_0}{2} + I_0^2 r$, 即可验证电动机的能量转化和守恒关系.

第十三章 电磁感应与电磁波初步

第1节 磁场 磁感线

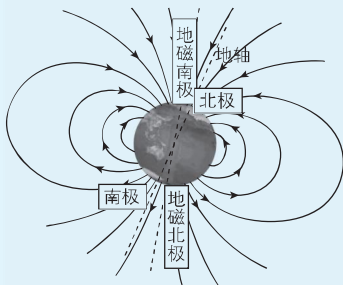
刷基础

1. A 【解析】若圆盘无电流, 圆盘就不会产生磁场, 小磁针就不会发生偏转, 故 A 错误; 由题意可知, 小磁针受到磁场力的作用, 原因是电荷的定向移动形成电流, 而电流周围会产生磁场, 故 B 正确; 圆盘带负电, 根据安培定则可知, 产生的磁场方向沿中心轴向上, 等效为上方为 N 极的条形磁铁, 故小磁针处于圆盘的左上方时, 小磁针的 N 极将向左侧偏转, 故

关键点: 小磁针静止时, N 极所指的方向为该点磁场的方向

- C 正确; 同理, 若小磁针处于圆盘的左下方时, 则小磁针的 N 极向右侧偏转, 故 D 正确. A 符合题意.
2. B 【解析】磁场是客观存在的物质, 磁感线并不是真实存在的, 而是人们假想出来的, A 错误; 磁感线的疏密程度可以表示磁场的强弱, 磁感线的切线方向表示磁场方向, B 正确; 磁感线是假想的曲线, 磁铁周围磁感线的形状与铁屑在它周围排列的形状相同, 并不能说明磁场呈线条形状, 磁感线也不是磁场的客观反映, C 错误; 磁体外部磁感线从磁体的 N 极出发回到 S 极, 磁体内部磁感线从 S 极到 N 极, 磁感线是闭合曲线, D 错误.
3. A 【解析】磁感线为闭合曲线, “磁星”内部有磁场, A 正确; 根据地磁场磁感线分布情况可知, “磁星”表面赤道磁场最弱, B 错误; “磁星”两极附近磁感线非常密集但不可能相交, C 错误; 磁感线实际上不存在, D 错误.

关键点拨 磁感线的疏密表示磁场的强弱. 磁场是真实存在的, 磁感线是人为假想出来的, 磁感线不相交、也不相切. 地球周围磁场分布如图所示.



4. C 【解析】题图甲中, 电流对小磁针的力的作用是通过电流的磁场发生的; 题图乙中, 磁体对通电导体的力的作用是通过磁体的磁场发生的; 题图丙中, 电流间的相互作用是通过电流产生的磁场发生的. 综上所述, 选项 C 正确, A、B、D 错误.

教材变式 本题由教材 P105 图 13.1-1、图 13.1-2 和图 13.1-3 演变而来. 解答本题的关键是清楚磁体对通电导体的作用和电流与电流间的作用的实质.

5. B 【解析】小磁针静止时的 N 极指向为该处的磁场方向, 根据安培定则可知通电螺线管的右端为 N 极, 左端为 S 极, 内部磁场方向是从 S 极到 N 极, 外部磁场方向从 N 极到 S 极, 故只有小磁针 2 的 N、S 极标注正确. B 正确.

6. D 【解析】蹄形磁铁和条形磁铁均可以形成如题图所示的磁场, 通电螺线管的磁场与条形磁铁的磁场相似, 根据安培定则, 结合电流方向可知也可形成如题图所示的磁场, 环形电流的磁场是垂直纸面方向的, 不能形成题图所示的磁场, 故选 D.

7. C 【解析】A 选项图中通电直导线电流从左向右, 根据安培定则可知, 在小磁针处, 导线产生的磁场方向垂直纸面向里, 所以小磁针静止时 N 极垂直纸面向里, A 错误; 根据安培定则可知, B 选项图中磁场方向为逆时针 (从上向下看), 因此小磁针静止时 N 极垂直纸面向里, B 错误; 根据安培定则可知, C 选项图中环中产生的磁场方向垂直纸面向外, 所以小磁针静止时 N 极垂直纸面向外, C 正确; 根据安培定则, 结合电流的方向可知, D 选项图中通电螺线管的内部磁场方向由右向左, 则小磁针静止时 N 极指向左侧, D 错误.

8. C 【解析】向右飞行的正离子束形成的电流方向向右, 根据安培定则可知, 正离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向里, 则小磁针 S 极向纸外偏转, 不符合题意, 故 ① 错误; 向左飞行的正离子束形成的电流方向向左, 根据安培定则可知, 正离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向外, 则小磁针 S 极向纸内偏转, 符合题意, 故 ② 正确; 向右飞行的负离子束形成的电流方向向左, 根据安培定则可知, 负离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向外, 则小磁针 S 极向纸内偏转, 符合题意, 故 ③ 正确; 向左飞行的负离子束形成的电流方向向右, 根据安培定则可知, 负离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向里, 则小磁针 S 极向纸外偏转, 不符合题意, 故 ④ 错误. 故选 C.

9. B 【解析】圆环上带有大量的负电荷, 电流方向与负电荷定向移动的方向相反, 则当圆环沿顺时针方向转动时, 圆环中有沿逆时针方向的电流, 根据安培定则可知, 圆环内部磁场方向指向纸外, 圆环外部磁场方向指向纸内, 小磁针静止时, N 极所指的方向和磁场方向相同, 则 b 的 N 极向纸外偏转, 而 a、c 的 N 极向纸内偏转, B 正确, A、C、D 错误.

关键点拨 电荷的定向移动形成电流, 因此解决此类问题, 首先根据电荷定向移动的方向判断电流的方向, 再结合安培定则判断周围的磁场方向.

10. C 【解析】当开关 S 闭合后, 直导线电流从 B 流向 A, 根据安培定则可知磁场方向为逆时针方向 (俯视), 所以 a 点的小磁针 N 极应垂直纸面向里, 故 A 错误; 当开关 S 闭合后, 根据安培定则可知螺线管的右边是 N 极, 螺线管内部磁场方向由 S 极指向 N 极, 所以 c 点的小磁针 N 极指向正确, 外部的磁场方向由 N 极指向 S 极, 故 b 点的小磁针 N 极应指

向左侧,故 **B 错误, C 正确**;当开关 S 闭合后,根据安培定则可知电磁铁 D 的左边是 N 极,右边为 S 极,所以 d 点的小磁针的 N 极应指向右侧,故 **D 错误**。

易错分析 本题在分析磁场方向与小磁针 N 极指向关系时易出错,忘记小磁针 N 极指向与磁场方向一致,或者在判断螺线管、电磁铁周围某点磁场方向时,错误认为小磁针 N 极指向与磁极的“同名相斥、异名相吸”有关,导致 c 点小磁针 N 极指向判断错误。

- 11. B 【解析】**做圆周运动的电荷带负电,则环形电流方向与其运动方向相反,根据安培定则可知其左侧为 N 极,右侧为 S 极, **B 正确**。

第 2 节 磁感应强度 磁通量

刷基础

- 1. D 【解析】**磁感应强度的定义式 $B = \frac{F}{IL}$ 是比值定义式,磁场

易错点: B 的方向与 F 的方向并不相同

中某点的磁感应强度由磁场本身决定,与 F 、 I 、 L 均无关,故 **A、C 错误**;磁感应强度 B 是矢量,方向与该点的小磁针静止时 N 极所指的方向一致,故 **B 错误**;在某一磁场中,同一点的 B 是相同的,不同点的 B 也可能相同,如匀强磁场,故 **D 正确**。

- 2. B 【解析】**根据通电螺线管的磁感线分布可知,4 个点中 c 点的磁感线最密集,磁场最强, **A 错误**;由通电螺线管周围磁感线的分布特点可知 b、d 两点的磁感应强度方向都水平向左, c 点的磁感应强度方向水平向右, a 点的磁感应强度方向水平向右, **B 正确, C、D 错误**。

- 3. C 【解析】**磁场与线框平面垂直,且线框中有磁场部分的面积为 $S = \frac{1}{2}\pi\left(\frac{l}{2}\right)^2$,则穿过线框的磁通量为 $\Phi = BS = B\pi\frac{l^2}{8}$,故选 C。

- 4. B 【解析】**通过线圈的磁通量为 $\Phi = BS\cos\theta = \frac{1}{2}BS$,故 **A 错**

易错点: 磁通量的计算与线圈匝数 n 无关

误;若线圈以 cd 为轴逆时针转过 60° ,线圈平面与磁场垂直且穿过线圈平面的磁通量为正,所以通过线圈的磁通量为 $\Phi_1 = BS$, **B 正确**;若线圈以 cd 为轴顺时针转过 30° ,线圈平面与磁场平行,通过线圈的磁通量为 $\Phi_2 = 0$, **C 错误**;若线圈以 cd 为轴顺时针转过 120° ,线圈平面与磁场垂直且穿过线圈平面的磁通量为负,通过线圈的磁通量为 $\Phi' = -BS$,所以通过线圈的磁通量变化量为 $\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = -BS - \frac{1}{2}BS = -\frac{3}{2}BS$, **D**

易错点: 磁通量有正负之分

错误。

关键点拨 磁通量的正负号:磁通量是标量,但有正、负之分,正、负仅表示穿入、穿出某个面,是人为规定的。

- 5. D 【解析】**公式 $\Phi = BS$ 中, S 应为有效面积,且磁通量与线圈匝数无关。由题意可得,初态 $S_1 = \frac{L^2}{2}$,所以此时穿过线圈的磁通量的大小 $\Phi = \frac{BL^2}{2}$,若线圈从题图所示位置开始按题图所

示方向绕 OO' 轴转过 60° ,有效面积 $S_2 = \frac{L^2}{2} \cdot \cos 60^\circ = \frac{L^2}{4}$,

$\Phi' = \frac{BL^2}{4}$,所以磁通量的变化量为 $\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = -\frac{BL^2}{4}$, **D 正确**。

- 6. A 【解析】**沿 x 轴方向放置的导线在 A 点的磁感应强度大小为 $B_x = k\frac{I_0}{b}$,由安培定则可知方向垂直纸面向外,若 A 点的磁感应强度为零,则沿 y 轴方向放置的导线产生的磁感应强度方向垂直纸面向里,由安培定则知,沿 y 轴放置的导线中电流方向沿 y 轴正向,其大小满足 $B_y = k\frac{I}{a} = k\frac{I_0}{b}$,解得沿 y 轴放置的导线中电流的大小 $I = \frac{a}{b}I_0$,故选 A。

一题多解 B 与 r 成反比,由题图可知 $a > b$,则沿 y 轴方向放置的导线中的电流大,可知 C、D 错误;A 点磁感应强度为零,可知沿 y 轴放置的导线在 A 点产生的磁场方向与沿 x 轴放置的导线在 A 点产生的磁场方向相反,根据安培定则可知电流沿 y 轴正向,故选 A。

- 7. C 【解析】**由题意可知, c 点的磁感应强度为 0,说明通电直导线在 c 点产生的磁感应强度与匀强磁场的磁感应强度大小相等,方向相反,即通电直导线在 c 点产生的磁感应强度方向水平向左,根据安培定则判断可知,直导线中的电流方向垂直纸面向外,故 **A 错误**;通电直导线在 a 点产生的磁感应强度方向水平向右,则 a 点磁感应强度大小为 2 T,方向与匀强磁场的方向相同,故 **B 错误**;通电直导线在 b 点和 d 点产生的磁感应强度大小为 1 T,由安培定则可知,通电直导线在 b 点产生的磁感应强度方向竖直向下,在 d 点产生的磁感应强度方向竖直向上,根据矢量合成规律可知, b 点磁感应强度大小为 $\sqrt{2}$ T,方向斜向右下方,与匀强磁场方向成 45° 角, d 点的磁感应强度大小为 $\sqrt{2}$ T,方向与匀强磁场的方向成 45° 角斜向右上方,故 **C 正确, D 错误**。

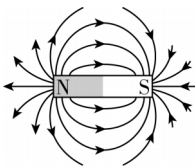
- 8. D 【解析】**只有在地球赤道上方位置的地磁场方向才与地面平行,故 **A 错误**;地理南、北极与地磁的南、北极并不重合,地磁南极在地理北极附近,地球内部磁场方向从地理北极指向地理南极,故 **B 错误**;地磁场的磁感线是闭合的,在地球外部从 N 极到 S 极,内部从 S 极到 N 极,故 **C 错误**;地球自转方向自西向东,地球的南极是地磁的北极,由安培定则判断可知地球是带负电的,故 **D 正确**。

- 9. C 【解析】**当通过该直导线的电流为 I 时,小磁针偏转了 30° ,设地磁场在该处的磁感应强度沿水平方向的大小为 B_0 ,此时直导线产生的磁场的磁感应强度大小为 B_1 ,则 $\frac{B_1}{B_0} = \tan 30^\circ$,所以当小磁针偏转了 45° 时,有 $\frac{B_2}{B_0} = \tan 45^\circ$,联立解得 $\frac{B_1}{B_2} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 45^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{3}$,因为直导线在某点产生的磁感应强度大小与通过直导线的电流大小成正比,所以 $\frac{I}{I'} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$,则当发现小磁针偏转了 45° 时,通过该直导线的电流 $I' = \sqrt{3}I$, **C 正确, A、B、D 错误**。

刷易错

★易错点 分析磁通量时忽视磁体内部的磁通量

10. C 【解析】条形磁体的磁感线分布如图



图所示,由于磁感线是闭合的曲线,故所有的磁感线均通过磁体内部,且磁体内部的磁场方向与磁体外部的磁场方向相反,金属环 a 由条形磁体的 N 极通

过条形磁体移到 S 极,由于磁体内部的磁感线均穿过金属环 a ,且磁体外部穿过金属环 a 的磁感线条数先减少后增多,又通过金属环 a 的磁通量为磁体内部和外部的磁通量之差,故通过金属环 a 的磁通量先增大后减小, **A 错误**;垂直于地面的金属环 b 从条形磁体的中央位置竖直下落,离磁体越远,磁场越弱,故穿过金属环 b 的磁感线条数变少,磁通量变小, **B 错误**;金属环 c 从位置 1 到 2 过程中,磁通量减小,到位置 2 时,磁通量为零,从 2 到 3 过程中磁通量增大, **C 正确**;金属环 c 移到磁体中间上方时,磁感线与金属环平面平行,磁通量最小,所以金属环 c 从右向左移动过程中,磁通量先减小后增大, **D 错误**。

易错分析 分析 A 选项时,容易只考虑磁体外部的磁通量,而忽视了磁体内部的磁通量,从而误认为 A 是正确的。

第 3 节 电磁感应现象及应用

刷基础

1. D 【解析】根据题意可知,承载式光伏高速公路通过光伏发电,再通过路面预留的电磁线圈产生磁场,电动车上的线圈切割磁感线产生感应电流,给电动车充电,所以电动车边跑边充电的原理为电磁感应, **A 错误**;B 选项通电导体在磁场中受力运动,原理为通电导体在磁场中受到作用力, **B 错误**;C 选项导线中有电流通过时,下方的小磁针发生转动,是因为通电导线周围产生了磁场,原理是电流的磁效应, **C 错误**;D 选项导体切割磁感线产生感应电流,原理为电磁感应, **D 正确**。

→ **关键点:** 电磁感应为“磁生电”现象

2. (1) 有 (2) 穿过闭合回路的磁通量发生变化

【解析】(1) 开关闭合或断开瞬间,穿过线圈的磁通量发生变化,产生感应电流,电流表中有电流通过;保持开关 S 闭合,滑动变阻器的滑动触头不动,穿过线圈的磁通量不发生变化,没有感应电流产生,电流表中无电流通过。

(2) 由以上三个实验,可以得出闭合回路有感应电流产生的条件是穿过闭合回路的磁通量发生变化。

3. D 【解析】只要穿过闭合电路或闭合线圈的磁通量发生变化,闭合电路或闭合线圈中就一定有感应电流, **A 错误, D 正确**;闭合电路中有部分导体做切割磁感线运动,但穿过闭合电路的磁通量不一定变化,闭合电路中不一定有感应电流, **B 错误**;如果闭合电路中没有导体做切割磁感线运动,但磁场变化,磁通量变化,也能产生感应电流, **C 错误**。

4. B 【解析】题图 A 中线圈不闭合,不能产生感应电流, **A 错误**;题图 B 中穿过线圈的磁通量发生变化,会产生感应电流,

B 正确;题图 C 中两金属棒以相同的速度运动,则穿过闭合回路的磁通量不发生变化,闭合回路不会产生感应电流, **C 错误**;题图 D 中直线电流产生的磁场在下面的圆形线圈中的磁通量为零,增大直线电流时,穿过线圈的磁通量总为零,则线圈中不会产生感应电流, **D 错误**。

关键点拨 产生感应电流的条件:穿过闭合回路的磁通量发生变化。

5. A 【解析】穿过回路的磁通量 $\Phi = BS \cos \theta$,只减小 θ 角,磁通量变大,产生感应电流, **A 正确**;同时减小磁感应强度 B 和 θ 角,磁通量可能不变,不产生感应电流, **B 错误**; ab 向左运动,回路面积减小,同时减小磁感应强度 B ,则磁通量减小,产生感应电流, **C 错误**;同时增大磁感应强度 B 和 θ 角,磁通量可能不变,不产生感应电流, **D 错误**。

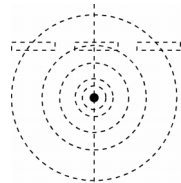
刷提升

1. C 【解析】通电导线周围产生磁场的现象叫电流的磁效应, **B 错误**。将磁铁插入线圈的过程中,穿过线圈的磁通量发生变化,线圈中产生感应电流,电流周围存在磁场,故小磁针会发生转动,但当科拉顿跑到另一个房间时,电磁感应过程已经结束,此时穿过线圈的磁通量不变,线圈中没有感应电流,所以没有观察到小磁针偏转, **C 正确, A、D 错误**。

2. C 【解析】只要 AB 中电流发生变化,穿过线圈的磁通量就发生变化,从而产生感应电流,故 A、B 可行,不符合题意;以 AB 为轴,线圈绕 AB 顺时针转动 90° (俯视)的过程中,磁感应强度的大小和线圈的有效面积都没变,穿过线圈的磁通量不变,不会产生感应电流,故 C 不可行,符合题意;线圈绕 OO' 轴逆时针转动 90° (俯视)的过程中,线圈的有效面积发生了变化,穿过线圈的磁通量变化,会产生感应电流,故 D 可行,不符合题意。

3. A 【解析】由安培定则判断可知,穿过 a 环的磁感线方向向右,穿过 b 环的磁感线方向向下,当滑动变阻器的滑片滑动时,电路中电流发生变化,从而引起闭合铁芯中的磁场变化,穿过 a 、 b 两圆环的磁通量随之变化,有感应电流产生;而 c 环中有两个铁芯同时穿过,穿入和穿出 c 环的磁通量始终相等,合磁通量为零,所以 c 环中不能产生感应电流,故 **A 正确**。

4. C 【解析】通电直导线产生的磁场的磁感线分布如图所示(截面图),可以看出当线圈静止处于导线正上方时,穿过线圈的磁通量的变化量为零,因此不会有感应电流,而当线圈垂直导线方向移动时,线圈中的磁通量将发生改变(通电导线产生环形磁场,以通电导线为轴线,所产生的环形磁场的磁感应强度随着与通电导线距离的增加而减弱),电流传感器有示数,即闭合线圈与传感器构成的闭合回路中有感应电流,由题表中线圈位置变化分析可知,线圈初始时静止,电流传感器中无电流,线圈在南北方向移动或在南北方向移动后静止时,电流传感器中均无电流,而线圈在东西方向移动或在东西方向移动后静止时,电流传感器中均有电流,由此可知,导线南北走向,其在初始时位于线圈中心点 O 的正下方,且电流大小变化,故 **C 正确, A、B、D 错误**。



刷素养

5. A 【解析】先闭合 S_2 , 构成闭合电路, 后闭合 S_1 的瞬间, 通过回路 A 的电流增大, 导致穿过回路 B 的磁通量发生变化, 从而产生感应电流, 则电流计指针发生偏转, 故 A 正确; 当 S_1 、 S_2 闭合后, 稳定后穿过回路 B 的磁通量没有变化, 因而在断开 S_2 的瞬间, 回路 B 中没有感应电流, 电流计指针不偏转, 故 B 错误; 先闭合 S_1 , 后闭合 S_2 的瞬间, 穿过回路 B 的磁通量没有变化, 则不会产生感应电流, 电流计指针不偏转, 故

易错点: 磁通量与回路是否闭合无关

C 错误; 当 S_1 、 S_2 闭合后, 在断开 S_1 的瞬间, 穿过回路 B 的磁通量发生变化, 因而产生感应电流, 电流计指针偏转, 故 D 错误。

关键点拨 本题的关键是需要判断: ①是否构成闭合回路、②是否存在瞬时电流变化, 所以 S_2 一定是处于闭合状态, 在 S_2 闭合的情况下 S_1 存在闭合或断开过程。

第4节 电磁波的发现及应用

刷基础

1. D 【解析】根据麦克斯韦的电磁场理论可知, 变化的磁场周围能产生电场, 均匀变化的磁场周围产生稳定的电场, A 错误; 不均匀变化的电场产生变化的磁场, 磁场有可能不是均匀变化的, 均匀变化的磁场周围产生稳定的电场, B 错误; 稳定的磁场周围不产生电场, C 错误; 振荡的磁场在周围空间产生的电场是振荡的, 振荡的电场在周围空间产生的磁场也是振荡的, D 正确。

关键点拨 解答本题的关键是对麦克斯韦电磁场理论的理解。均匀变化的电场(或磁场)产生恒定的磁场(或电场), 非均匀变化的电场(或磁场)产生变化的磁场(或电场), 但不一定是不均匀的。

2. B 【解析】根据麦克斯韦的电磁场理论可知, 变化的磁场产生电场, 故图乙、丙、丁都可以产生电场, A 错误, B 正确; 均匀变化的磁场产生恒定的电场, 周期性变化的磁场产生周期性变化的电场, 从而产生电磁波, 故图丙、丁可以产生电磁波, C、D 错误。

关键点拨 恒定的磁场不产生电场; 均匀变化的磁场产生恒定的电场, 不产生电磁波; 周期性变化的磁场产生同频率的周期性变化的电场, 周期性变化的电场产生同频率的周期性变化的磁场, 从而产生电磁波。

3. D 【解析】此感应门应用红外传感器, 红外线波长范围为 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ m}$, 根据 $c = \lambda f$ 可知频率范围为 $3 \times 10^{11} \sim 3 \times 10^{14} \text{ Hz}$, D 正确。
4. B 【解析】银行的验钞机发出的光是紫外线, 家用电器的遥控器发出的光是红外线, A 错误; 高温物体和低温物体都能辐射红外线, B 正确; 手机通话使用的是微波, 波长比可见光的波长长, C 错误; 在肺部疾病诊断中, 要用 X 射线扫描肺部, D 错误。

5. D 【解析】麦克斯韦预言了电磁波的存在, 赫兹通过实验首次证实了电磁波的存在, 故 A 错误; 根据麦克斯韦的电磁场

理论, 变化的电场周围产生磁场, 变化的磁场周围产生电场, 稳定的电场(磁场)周围不会产生磁场(电场), 故 B 错误; 电磁波和声波均能传递信息, 例如声波用于语音交流, 故 C 错误; 电磁波在真空中的传播速度与光速相等, 均为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, 故 D 正确。

6. D 【解析】由题图可知甲波的频率小于乙波的频率, 则甲波波长比乙波长, A 错误; 所有频率的电磁波都能在真空中传播, 所有频率的电磁波在真空中的传播速度都为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, B 错误, D 正确; 测量体温时使用的测温枪探测的是红外线, 而通信用的是无线电波, C 错误。

关键点拨 电磁波的传播不需要介质; 电磁波具有波的共性。按照电磁波谱的排列顺序, 从无线电波到 γ 射线, 波长越来越短, 频率越来越高。

第5节 能量量子化

刷基础

1. C 【解析】一般物体辐射电磁波的情况与温度有关, 也与材料的种类及表面情况有关, A 错误; 黑体能完全吸收入射的各种波长的电磁波而不发生反射, 其颜色随温度变化而变化, 不一定是黑色, B 错误; 随着温度的升高, 黑体辐射电磁波的辐射强度将会增加, C 正确; 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与它的温度有关, D 错误。

关键点拨 任何物体任何温度下都会发生热辐射; 物体表面会吸收和反射外面射过来的电磁波; 黑体是一种理想化模型, 能使入射的电磁波全部被吸收, 不发生反射和透射。

2. A 【解析】一切物体都在不停地辐射红外线, 而且辐射红外线的强度与温度有关, 温度越高辐射红外线强度就越大, 红外测温枪就是利用这一特点工作的, A 正确, B 错误; 红外线属于电磁波, 波长比红光长, C 错误; 普朗克在研究黑体辐射时, 最早提出“热辐射是一份一份的、不连续的”观点, D 错误。

3. C 【解析】量子假说是由普朗克最早提出来的, 故 A 错误; 根据普朗克能量量子化假说, 微观粒子能量不连续, 故 B 错误; 能量子的能量 $\varepsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, 所以电磁波波长越长, 其能量越小, 故 C 正确, D 错误。

4. C 【解析】由题意知, 与 4G 相比, 5G 具有“通信使用的电磁波频率更高”的特点, 电磁波的波长与频率的关系为 $\lambda = \frac{c}{\nu}$, 由此可知电磁波的频率越高波长越短, 则与 4G 相比, 5G 使用的电磁波的波长更短, A 错误; 能量子的能量为 $\varepsilon = h\nu$, 故 5G 使用的电磁波的能量子的能量更大, B 错误, C 正确; 在真空中电磁波的传播速度与光速相等, 为 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, D 错误。

5. A 【解析】该束光辐射的时间为 t , 则该束光照射在纸板上的光子数为 $N = nS$, 一个光子的能量为 $\varepsilon = h\nu$, 则 N 个光子的辐射能为 $E = N\varepsilon$, 由 ν 与 λ 的关系可知 $\nu = \frac{c}{\lambda}$, 所以 N 个光子

的辐射能为 $E = \frac{nShc}{\lambda}$, 则该束光的辐射通量为 $\Phi = \frac{E}{t} = \frac{nhcS}{\lambda t}$,

故 A 正确.

快解 nS 表示光子总数, 需要组合考虑, 排除 B、C. 从单位制角度考虑, J 是能量单位, 即 $\varepsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, 比较 A、D 项可知 A 的单位契合题干, 故选 A.

6. A 【解析】单个绿光光子的能量 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{530 \times 10^{-9}} \text{ J} = 3.75 \times 10^{-19} \text{ J}$, 每秒钟至少有 6 个绿光的光子射入瞳孔才能被人眼察觉, 则人眼能察觉到绿光时所接收的最小功率 $P = \frac{6 \times 3.75 \times 10^{-19}}{1} \text{ W} \approx 2.3 \times 10^{-18} \text{ W}$, A 正确.

7. C 【解析】原子从低能级向高能级跃迁要吸收光子, 吸收光子的能量等于原子在始、末两个能级的能量差, A、B 错误; 原子从高能级向低能级跃迁要放出光子, C 正确; 不管是吸收光子还是放出光子, 吸收或放出的光子的能量总等于始、末两能级的能量差值, D 错误.

第十三章素养检测

刷速度

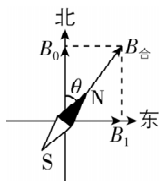
1. B 【解析】麦克斯韦预言了电磁波的存在, 证实电磁波存在的人是赫兹, 故 A 错误; 电磁波具有能量, 是一种客观存在的物质, 故 B 正确; 普朗克首先提出微观粒子的能量是量化的, 不是连续的, 故 C 错误; 法拉第通过实验发现了“磁生电”是一种在变化、运动的过程中才能出现的现象, 故 D 错误.

2. B 【解析】赤道位置的地磁场方向水平, 由南指向北, 竖直方向的磁感应强度为零, 即 $B_z = 0$, 故 A 错误; 通过桌面的磁通量为 $\Phi = |B_z|S = 22.1 \times 10^{-6} \times 1 \text{ Wb} = 2.21 \times 10^{-5} \text{ Wb}$, 故 B 正确, C、D 错误.

方法总结 匀强磁场中求磁通量的方法: 磁感应强度与垂直磁感应强度方向投影面积的乘积; 垂直于面积方向的磁感应强度的分量与面积的乘积.

3. D 【解析】真空中电磁波的传播速度相同, 故 A 正确; 极紫外光是一种波长为 λ 的紫外线, 为电磁波, 故极紫外光的能量是不连续的, 故 B 正确; 极紫外光的频率为 $\nu = \frac{c}{\lambda}$, 故 C 正确; 每个光子的能量 $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, 设单位时间光源发出的光子数是 n , 则 $P \times 1 \text{ s} = nE$, 得 $P = nh \frac{c}{\lambda}$, 则 $n = \frac{P\lambda}{hc}$, 故 D 错误. D 符合题意.

4. A 【解析】把一个可以自由转动的小磁针放在水平桌面上, 小磁针静止在南北指向上, 可知小磁针所在地磁场的水平分量向北, 作出磁感应强度矢量图, 可知通电长直导线在小磁针所在处产生磁场的磁感应强度向东, 大小为 $B_1 = B_0 \tan \theta$, 故选 A.



5. B 【解析】感应电流产生的条件是穿过闭合回路的磁通量发生变化. 环沿 y 轴平移一小段距离、环绕 y 轴转动一小角度、环绕 x 轴转动一小角度穿过圆环的磁通量始终为零, 保持不变, 所以无感应电流产生, 故 A、C、D 错误; 环沿 x 轴平移一小段距离, 穿过圆环的磁通量发生变化, 能产生感应电流, 故 B 正确.

易错点: 穿入、穿出圆环的磁通量总和为零

6. D 【解析】小磁针距导线 x_0 时, 设电流在该处产生的磁场的磁感应强度大小为 B_1 , 则 $\tan \theta = \frac{B_1}{B_0}$, 可得 $B_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} B_0$, 由矢量的合成可知, 在小磁针距导线 x_0 处合磁场的磁感应强度大小为 $B = \sqrt{B_1^2 + B_0^2} = \frac{2\sqrt{3}}{3} B_0$, D 正确.

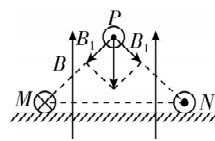
7. D 【解析】从电磁波谱的顺序可知毫米波的波长比红外线的长, 则毫米波的频率比红外线的低, 故 A 错误; 由电磁波谱可知毫米波的波长大于紫外线的波长, 故 B 错误; 由于频率越高, 其穿透力越强, 毫米波频率远低于 X 射线, 其比 X 射线穿透能力更弱, 不可以用于工业探伤, 故 C 错误; 后车发出电磁波, 电磁波会引起前车的金属尾板磁通量的变化, 从而产生感应电流, 故 D 正确.

8. C 【解析】磁通量是穿过某一面的磁感线的条数, 如果是磁单极子, 它发出的所有磁感线均会穿过球面 1 和球面 2, 则两球面的磁通量一样大, 若让磁单极子穿过一个圆形闭合线圈, 当线圈圆心与磁单极子重合时, 穿过线圈的磁感线的条数为零, 即磁通量为零, 故 A 错误, C 正确; a 点距磁单极子近些, 可以推断 a 点的磁感应强度比 b 点的大, 故 B 错误; 让磁

突破点: 磁单极子的磁感线分布类似于点电荷的电场线, 距离磁单极子越近, 磁感线越密集

单极子从较远处穿过一个闭合线圈的过程中, 当磁单极子靠近线圈时, 磁通量增大, 当磁单极子远离线圈时, 磁通量减小, 故 D 错误.

9. A 【解析】因为与 M 和 N 相互平行的电流元放在位置 P , 恰好平衡, 说明匀强磁场与通电直导线 M 和 N 在 P 处产生的磁场的合磁感应强度为零, 根据对



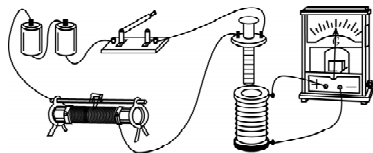
称性可知, 长直导线 M 和 N 在位置 P 处产生的磁感应强度大小相等, 如图所示, 可知通电长直导线 M 在 P 处产生的磁感应强度大小为 $B_1 = B \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} B$, 故 A 正确; 根据题给条件无法确定电流元的电流方向, 故 B 错误; 根据安培定则和磁感应强度叠加原理可知, P 关于水平面的对称点 Q 的磁感应强度大小为零, 故 C 错误; P 的正下方 $\frac{\sqrt{2}}{2} L$ 处, 刚好为 M 、 N 连线的中点, M 、 N 在连线中点处产生的磁感应强度大小相等, 方向均竖直向下, 根据通电直导线产生的磁场的磁感应强度与到导线的距离成反比, 又 $B_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} B = \frac{k}{L}$, 则 M 、 N 在连线中点处产生的磁感应强度大小均为 $B_2 = \frac{k}{\frac{\sqrt{2}}{2} L} = \sqrt{2} \frac{k}{L} = \sqrt{2} B_1 = B$,

则 P 的正下方 $\frac{\sqrt{2}}{2}L$ 处的合磁感应强度大小为 $B_{\text{合}} = 2B_2 - B =$

B , 方向竖直向下, 故 **D 错误**。

10. (1) 见解析 (2) ①向左偏转一下 ②向右偏转一下

【解析】(1) 研究电磁感应现象需要将电源、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, 如图所示。



(2) 闭合开关, 穿过大螺线管的磁通量增加, 灵敏电流计指针向左偏转一下。

①将小螺线管迅速插入大螺线管时, 穿过大螺线管的磁通量增加, 则灵敏电流计的指针将向左偏转一下;

②小螺线管插入大螺线管后, 将滑动变阻器接入电路的阻值调大时, 电流减小, 穿过大螺线管的磁通量减小, 则灵敏电流计指针将向右偏转一下。

第十三章高考强化

刷真题

1. B 【解析】根据题图中磁感线的分布情况可知, a 、 b 、 c 三点中 b 点的磁感应强度最大, a 点次之, c 点最小, **B 正确**。

2. BC 【解析】地球可视为一个大磁体, 地磁南极大致指向地理北极附近, 地磁北极大致指向地理南极附近。通过这两个磁极的假想直线(磁轴)与地球的自转轴大约成 11.3° 的倾斜。由题表中 z 轴数据可看出 z 轴的磁场竖直向下, 则测量地点应位于北半球, **A 错误**; 磁感应强度为矢量, 故由题表可看出此处的磁感应强度大致为 $B = \sqrt{B_x^2 + B_z^2} = \sqrt{B_y^2 + B_z^2}$, 计算得 $B \approx 50 \mu\text{T}$, **B 正确**; 由选项 A 可知测量地在北半球, 而北半球地磁场指向北方斜向下, 则第 2 次测量, 测量 $B_y < 0$, 故 y 轴正向指向南方, 第 3 次测量 $B_z > 0$, 故 x 轴正向指向北方, 而 y 轴正向指向西方, **C 正确, D 错误**。

3. C 【解析】量子是不可分割的最小单元, 体现了物质的不连续性, 即通常所说的“量子化”, 故 **C 正确, A、B、D 错误**。

4. B 【解析】设电流 I_1 在 M 点产生的磁感应强度大小为 B , 电流 I_2 在 M 点产生的磁感应强度大小为 B' , 根据题意和对称性可知, 电流 I_1 、 I_2 在 O 点产生的磁感应强度大小均为 B , 根据安培定则和磁感应强度叠加原理可得 $B_1 = B - B'$, $B_2 = 2B$, 联立可得 $B' = \frac{B_2}{2} - B_1$, 即电流 I_2 在 M 点产生的磁感应强度大

小为 $\frac{B_2}{2} - B_1$, 根据对称性可知, 电流 I_1 在 N 点产生的磁感应

强度大小也为 $\frac{B_2}{2} - B_1$, 可知, 仅将 L_2 撤去, N 点的磁感应强度

大小为 $\frac{B_2}{2} - B_1$, **B 正确**。

5. A 【解析】产生感应电流的条件为穿过闭合回路的磁通量

发生变化。

选项	分析	结论
A	题图(a)中, 圆环在匀强磁场中向左平移→穿过圆环的磁通量不变	✓
B	题图(b)中, 圆环在匀强磁场中绕轴转动→穿过圆环的磁通量变化	×
C	题图(c)中, 圆环在通有恒定电流的长直导线旁向右平移→穿过圆环的磁通量变化	×
D	题图(d)中, 圆环向条形磁铁 N 极平移→穿过圆环的磁通量变化	×

6. $\frac{\lambda f}{2} \Delta t$

【解析】电磁波在月壤层中传播速度满足 $v = \lambda f$, 根据题意可知 $2d = v \cdot \Delta t$, 解得月壤层厚度为 $d = \frac{\lambda f}{2} \Delta t$ 。

刷原创

1. C 【解析】由题意知可见光的波长范围为 $400 \sim 760 \text{ nm}$, 波长为 $1\,152 \text{ nm}$ 的激光的波长比可见光的波长大, 根据电磁波谱可知这种波长的激光为红外线, **A 错误**; 波长为 632.8 nm 的光, 一个光子的能量约为 $\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{632.8 \times 10^{-9}} \text{ J} \approx$

$3.14 \times 10^{-19} \text{ J}$, **B 错误**; 若一个氦氖激光器的发光功率为 24 mW , 发射光子的波长为 632.8 nm , 则每秒发射光子的数

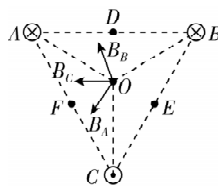
目约为 $n = \frac{E}{\varepsilon} = \frac{Pt}{\varepsilon} = \frac{24 \times 10^{-3}}{3.14 \times 10^{-19}} \approx 7.64 \times 10^{16}$ (个), **C 正确**; 由

光子的能量公式 $\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, 可知波长越长, 光子能量越小,

关键点: 频率越高, 波长越短, 能量越大

则放出光子波长为 $3\,391 \text{ nm}$ 时, 原子所处的能量状态较低, **D 错误**。

2. D 【解析】由题意结合安培定则可知, A 、 B 两导线在 D 点产生的磁感应强度等大反向, 则导线 C 在 D 点产生的磁感应强度即为 D 点的磁感应强度, 而对 E 点, B 、 C 两导线产生的磁感应强度方向相同, 对 F 点, A 、 C 两导线产生的磁感应强度方向相同, 故 E 、 F 点的磁感应强度大小与 D 点不同, **A 错误**; O 点



关键点: 导线 B 在 F 点、导线 A 在 E 点与导线 C 在 D 点产生的磁感应强度大小相等, 但只有 D 点其余两导线产生的合磁感应强度为 0

的磁感应强度大小为 B_0 , 即三根通电导线在 O 点的合磁感应强度大小为 B_0 , 作出三根通电导线在 O 点产生的磁感应强度如图所示, 由某点处的磁感应强度与导线中的电流大小成正比, 与该点到导线的距离成反比, 可知 $B_A = B_B = B_C$, 三者的合磁感应强度大小为 B_0 , 由矢量合成法则和几何知识可得

$B_A = B_B = B_C = \frac{1}{2} B_0$, 将导线 C 中的电流方向改为垂直于纸面

向里,大小不变, B_c 反向,则 O 点的磁感应强度变为0,**B 错误**;若将导线 C 中的电流方向改为垂直于纸面向里,大小变为 $2I$,则 B_c 与原方向相反,大小变为 B_0 , O 点的磁感应强度大小变为 $\frac{1}{2}B_0$,方向与原方向相反,**C 错误**; C 、 D 两点之间,

导线 A 、 B 产生的合磁感应强度方向向左,导线 C 产生的磁感应强度方向向左,则合磁感应强度不会为0, D 点正上方,导线 A 、 B 产生的合磁感应强度方向向右,导线 C 产生的磁感应强度向左,则在 D 点正上方某点的合磁感应强度可能为0,**D 正确**.

模块素养检测

刷速度

1. A 【解析】题图甲中磁铁向右插入不闭合线圈,线圈中磁通量发生变化,但由于线圈不闭合,线圈中不会产生感应电流,**A 正确**;题图乙中正方形金属线圈水平向右移动,穿过线圈的磁通量保持不变,线圈中不会产生感应电流,**B 错误**;题图丙中的闭合导线框若以竖直边为轴在磁场中旋转,穿过导线框的磁通量一直为零,不能产生感应电流,**C 错误**;题图丁中圆形金属线圈水平放置在通电直导线的正下方,穿过线圈的磁通量一直为零,保持不变,线圈中没有感应电流产生,**D 错误**.

2. D 【解析】由电源的 $U-I$ 图像可知,电源的内阻为 $r = \frac{4.0-1.0}{0.4} \Omega = 7.5 \Omega$,**A 错误**;由小灯泡的 $U-I$ 图像可知,当小灯泡两端的电压为2.5 V时,电流为0.5 A,则它的电阻约为 $R = \frac{U}{I} = \frac{2.5}{0.5} \Omega = 5 \Omega$,**B 错误**;把电源和小灯泡组成闭合回路,如图所示将电源的 $U-I$ 图像画在小灯泡的 $U-I$ 图像中,则交点为电路的工作点,由图可知小灯泡两端的电压约为 $U' = 1.3$ V,电流约为 $I' = 0.37$ A,小灯泡的功率约为 $P = I'U' = 0.48$ W,**C 错误**,**D 正确**.

3. B 【解析】由安培定则知,两通电直导线在 O 点处产生的磁场方向都向下, O 点处的磁感应强度不为零,故**A 错误**;同理可判断, a 、 c 两点处的磁感应强度大小相等,方向相同,故

易错点:容易直接考虑电流方向不同,误认为磁感应强度方向相反

B 正确;由安培定则知, M 点的导线在 a 处产生的磁感应强度 B_{Ma} 方向竖直向上, N 点的导线在 a 处产生的磁感应强度 B_{Na} 方向竖直向下,由于 M 距离 a 点近,故 $B_{Ma} > B_{Na}$,故 a 点合磁感应强度竖直向上,同理,两通电直导线在 d 点处产生的合磁感应强度方向竖直向下,故 a 、 d 两处的磁感应强度不相同,故**C 错误**; bd 连线上,两导线在 O 处产生的磁感应强度最大且方向相同,故 O 点处的磁感应强度最大,故**D 错误**.

4. B 【解析】如图所示,沿 OA 方向,距离 O 点2.5 cm处的 C 点电势 $\varphi_C = 10$ V,沿 OB 方向,距离 O 点5 cm处的 D 点电势 $\varphi_D = 10$ V,则 CD 为等势线,由几何关系知 $CD \perp OA$,沿电场线方向电势逐渐降低,所以场强方向沿 AO 方向,大小为 $E = \frac{\varphi_C}{OC} = 400$ V/m,**B 正确**.

方法总结 解答此类问题,作出等势线是关键. 匀强电场中,一条直线上相隔等距离的点,电势差相同.

一题多解 设电场线方向与 OA 方向的夹角为 θ ,与 OB 方向的夹角为 $60^\circ - \theta$, O 点的电势为0,则沿 OA 方向,有 $U_1 = Ed_1 \cos \theta$,沿 OB 方向,有 $U_2 = Ed_2 \cos(60^\circ - \theta)$,代入数据解得 $\theta = 0^\circ$,说明电场强度方向与 OA 平行,由题图可知,沿 OA 方向电势升高,则电场强度方向沿 AO 方向,大小为 $E = \frac{40}{10 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 400 \text{ V/m}$,故**B 正确**.

5. B 【解析】因 $AB \parallel DE$,故 $\varphi_B - \varphi_A = \varphi_D - \varphi_E$,可得 $\varphi_E = 5$ V,则电子在 E 点的电势能为 -5 eV,**A 错误**;由以上分析得 B 、 E 两点连线为等势线,则场强方向垂直于 BE 向上,该匀强电场的场强大小 $E = \frac{U_{BA}}{L \sin 60^\circ} = \frac{5 - (-4)}{2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 300 \text{ V/m}$,**B 正确**;

因 $AF \parallel BE$,则 AF 为等势线, A 点电势等于 F 点电势,**C 错误**;因为 $U_{BD} = \varphi_B - \varphi_D = -9$ V,假设质子从 B 点进入电场后能到达 D 点,根据动能定理得 $eU_{BD} = E_k - E_{k0}$,解得 $E_k = 0$,质子到达 D 点需要有水平方向的初速度,电场强度的方向为 CA 方向,故质子受到竖直向上的静电力,水平方向的速度不变,故若质子能到达 D 点,则速度不会为0, $E_k \neq 0$,假设错误,故质子不能到达 D 点,**D 错误**.

6. C 【解析】由电容的决定式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$,可得 $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{4}$,由电容的

定义式 $C = \frac{Q}{U}$ 以及 $Q_1 = Q_2$,解得 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{4}{1}$,故**A 错误**;闭合开关后, C_1 放电, C_2 充电,则流过 R 的电流方向为 $b \rightarrow a$,故**B 错误**; C_1 放电, U_1 减小, C_2 充电, U_2 增大,所以闭合开关并稳定后,两板间电压 U 介于 U_1 、 U_2 之间,故**C 正确**;闭合开关并

突破点:同一导线上电压相同,各电容器带电荷量会重新分布

稳定后,两电容器电压相同,由 $Q = CU$ 解得 $Q'_1 : Q'_2 = C_1 : C_2 = 1 : 4$,故**D 错误**.

7. B 【解析】沿电场方向电势降低,根据题图可知,电场方向沿 x 轴正方向, $\varphi-x$ 图线斜率的绝对值表示电场强度的大小,根据题图可知,0~ $2d$ 过程,电场强度先增大后减小,由题图可知 $\varphi = \varphi_0 \cos \frac{\pi}{2d}x$,对该函数求导数有 $E = |\varphi'| = \frac{\pi \varphi_0}{2d} \sin \frac{\pi}{2d}x$,可知 $E-x$ 图像呈现正弦函数关系,故**A 错误**;由于粒子仅受电场力作用,根据上述分析结合牛顿第二定律可知, $a-x$ 图