

【高三物理 典题训练 13】

磁场、安培力 答案详解

[题型一] 磁场与磁感应强度

【典例 1】某同学在北京将一根质量分布均匀的条形磁铁用一条细线悬挂起来，使它平衡并呈水平状态，悬线系住条形磁铁的位置是（ ）

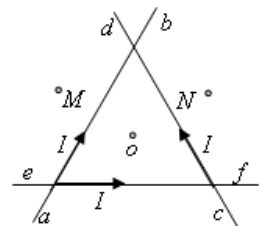
- A. 磁体的重心处 B. 磁铁的某一磁极处 C. 磁铁重心的北侧 D. 磁铁重心的南侧

【答案】C

【解析】在北京地磁场的磁力线方向是由南向北斜向下的，磁铁的受力沿磁力线，均匀的条形磁铁重心就是几何中心，若把线系在中心处，两侧重力相同，磁铁就会沿磁力线方向是由南向北斜向下静止，南面高北面低。若想让其它水平，需调节系线的位置，使得南面的磁铁重力大以获得水平方向的平衡，故南侧磁铁要长一些，悬点位于磁铁重心的北侧，答案选 C。

【考点】地磁场，磁感线

【典例 2】如图所示，三根彼此绝缘的无限长直导线的一部分 ab ， cd ， ef 构成一个等边三角形， O 为三角形的中心， M ， N 分别为 O 关于导线 ab ， cd 的对称点，当三根导线中通以大小相等，方向如图的电流时， O 点磁感应强度大小为 B ， M 点磁感应强度的大小为 B' ，则 N 点磁感应强度的大小为_____；若将导线 ef 中的电流撤去，而保持另两根导线中的电流不变，则 N 点磁感应强度的大小为_____。

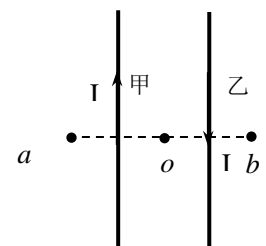


【答案】B； $\frac{B'+B}{2}$

【解析】无限长直导线 ab 、 cd 、 ef ，构成一个等边三角形，且三根导线中通以大小相等、方向如图所示的电流， O 为三角形的中心，且 O 点磁感应强度大小为 B ，因为直导线 ab 、 cd 关于 O 点对称，所以这两导线在 O 点的磁场为零，则磁感应强度大小 B 是由直导线 ef 产生的，而直导线 ab 、 ef 关于 N 点对称，所以这两根直导线的磁场为零，因此 N 点的磁感应强度大小为 B 。因为 M 点的磁感应强度为 $B' = B_{ef} + B_{cd} + B_{ab}$ ，又因为 $B_{ab} = B$ ， B_{ef} 与 B_{cd} 大小相等。当撤去导线 ef ，其余两根导线在 N 点的磁感应强度大小为： $B_{ab} + B_{cd} = \frac{B'+B}{2}$ 。

【考点】磁场，安培定则，磁感应强度与其叠加

【典例 3】如图所示，同一平面内有两根互相平行的长直导线甲和乙，间距为 r_0 ，通有大小均为 I 且方向相反的电流， a 、 b 两点与两导线共面，其连线与导线垂直， a 、 b 到两导线中点 O 的连线长度均为 r_0 。已知直线电流 I 产生的磁场中磁感应强度的分布规律是 $B = KI/r$ (K 为比例系数， r 为某点到直导线的距离)，现测得 O 点磁感应强度的大小为 B_0 ，则 a 点的磁感应强度大小为_____ B_0 ，乙导线单位长度受到的安培力的大小为_____ N 。



【答案】 $B_0/3$; $\frac{1}{4}B_0I$

【解析】 设两导线间的距离是 L ，则由题意知： $a_o=b_o=L$ ；

由安培定则可知，甲乙两电流在 O 点产生的磁场方向都垂直于纸面向里，

两导线到 O 点的距离均为 $\frac{L}{2}$ ， $\therefore B=k\frac{I}{r}$ ， O 点磁感应强度的大小为 B_0 ，

$$\therefore B_0=B_a+B_b=k\frac{I}{L/2}+k\frac{I}{L/2}=4k\frac{I}{L} \text{ ①,}$$

由安培定则可知，甲在 a 处产生的磁场垂直于纸面向外，

乙在 a 处产生的磁场垂直于纸面向里，则 a 处的磁感应强度：

$$B_a=B_{\text{甲}}+B_{\text{乙}}=k\frac{I}{L/2}-k\frac{I}{L+L/2}=\frac{4}{3}k\frac{I}{L} \text{ ②}$$

由①②可得： $B_a=B_0/3$ ；

甲在乙处产生的磁感应强度： $B=k\frac{I}{L}=B_0/4$ ；

单位长度 $l=1\text{m}$ 的乙导线受到的安培力： $F=BIl=B_0/4 \times I \times 1 = \frac{1}{4}B_0I$ 。

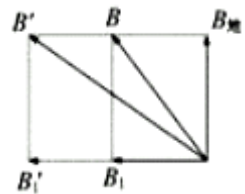
【考点】 磁场，安培定则，磁感应强度与其叠加

[典例 4] 在地磁场作用下处于水平静止的小磁针上方，平行于小磁针水平放置一直导线，当该导线中通有电流时，小磁针会发生偏转。当通过该导线电流为 I 时，小磁针偏转了 45° ，问当发现小磁针偏转了 60° ，通过该导线电流为（已知直导线在某点产生的磁场的磁感应强度与通过直导线的电流成正比）（ ）

- A. $2I$ B. $3I$ C. $\sqrt{3}I$ D. 无法确定

【答案】 C

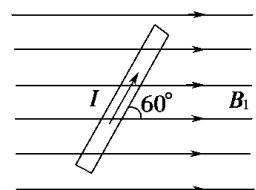
【解析】 由题意知，导线中电流的磁场与地磁场方向垂直，小磁针指向为合磁场方向，磁场合成情况如图所示，由数学知识得： $\tan\theta=B_1/B_{\text{地}}$ ，当小磁针左偏 45° 、 60° 时对应的表达式为 $\tan 45^\circ=B_1/B_{\text{地}}$ ， $\tan 60^\circ=B_1'/B_{\text{地}}$ ，当通过该导线电流为 I 时，小磁针左偏 45° ；直导线在某点产生的磁场与通过直导线的电流成正比，当小磁针左偏 60° 时，通过导线的电流为 $\sqrt{3}I$ ，C 正确。



【考点】 地磁场，磁感线，磁感应强度与其叠加，安培定则

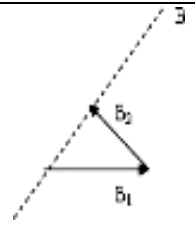
[典例 5] 水平向右的匀强磁场，其磁感应强度 $B_1=1\text{T}$ 。位于纸面内的细直导线，长 $L=1\text{m}$ ，通有 $I=1\text{A}$ 的恒定电流。当导线与 B_1 成 60° 夹角时，发现其受到的安培力为零。则该区域同时存在的另一匀强磁场的磁感应强度 B_2 的可能值（ ）

- A. $\frac{1}{2}\text{T}$ B. $\frac{\sqrt{3}}{2}\text{T}$ C. 1T D. $\sqrt{3}\text{T}$



【答案】 BCD

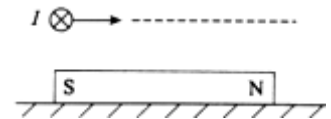
【解析】由题意根据平行四边形定则知，虚线表示合磁感应强度的方向，与电流的方向平行，可知 B_2 的最小值为 $B_1 \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} T$ 。则 $B_2 \geq \frac{\sqrt{3}}{2} T$ 。故 B、C、D 正确，A 错误。故选 BCD。



【考点】磁感线，磁感应强度与其叠加，安培定则

[题型二] 磁场中的相互作用

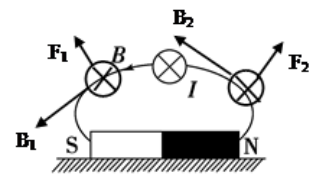
【典例 6】条形磁铁放在桌面上，一根通电直导线由 S 极的上端平移到 N 极上端的过程中，导线保持与磁铁垂直，导线的通电方向如图中所示，则这个过程中磁铁受到的摩擦力（磁铁保持静止）（ ）



- A. 为零
- B. 方向由向左变为向右
- C. 方向保持不变
- D. 方向由向右变为向左

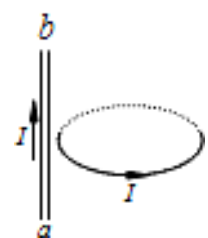
【答案】B

【解析】导体棒在 S 极附近时受力向左上方，根据牛顿第三定律知磁铁受反作用力向右下方，对磁铁受力分析，由平衡条件知磁铁受静摩擦力向左；同理，当直导线运动到 N 极附近时受力向右上方，磁铁受摩擦力向右，故选项 B 正确。



【考点】磁感线，安培力，左手定则，牛顿第三定律

【典例 7】竖直导线 ab 与水平面上放置的圆线圈隔有一小段距离，其中直导线固定，线圈可自由运动，当同时通以如图所示方向的电流时（电流从上向下看是逆时针方向电流），则从左向右看，线圈将（ ）



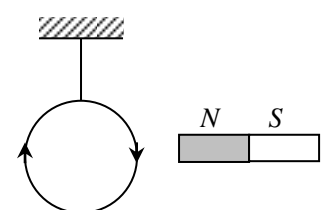
- A. 不动
- B. 顺时针转动，同时靠近导线
- C. 顺时针转动，同时离开导线
- D. 逆时针转动，同时靠近导线

【答案】D

【解析】根据安培定则可知，通电导线 AB 在右侧产生的磁场方向垂直纸面向里。采用电流元法，将圆环分成前后两半，根据左手定则可知，外侧半圆受到的安培力向上，内侧受到的安培力向下，圆环将逆时针转动。再用特殊位置法：圆环转过 90 度时，通电直导线 AB 对左半圆环产生吸引力，对右半圆环产生排斥力，由于吸引力大于排斥力，圆环靠近 AB。则从左向右看，线圈将逆时针转动，同时靠近直导线 AB，D 正确。

【考点】磁感线，安培力，安培定则，电流元法

【典例 8】如图所示，将通电线圈悬挂在磁铁 N 极附近，磁铁处于水平位置和线圈在同一平面内，且磁铁的轴线经过线圈圆心。线圈将（ ）



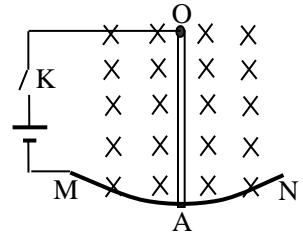
- A. 转动同时靠近磁铁
- B. 转动同时离开磁铁
- C. 不转动只靠近磁铁
- D. 不转动只离开磁铁

【答案】A

【解析】环形电流可等效为小磁针，由右手螺旋定则可知，线圈向外一面为S极，因为异名磁极相互吸引，因此从上往下看，线圈做逆时针方向转动，同时靠近磁铁；故A选项正确，BCD错误。

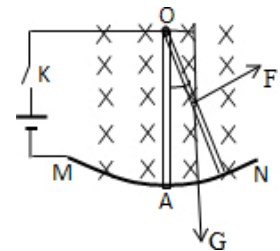
【考点】磁感线，安培定则，等效法

【典例9】如图所示，一根均匀导体棒OA长为L，质量为m，上端与水平固定转轴O连接，下端与圆弧金属导轨MN良好接触，不计摩擦和导轨电阻。匀强磁场的磁感强度为B，方向水平。闭合电键K，OA从竖直方向偏离角度为 θ 后静止，则电路中的电流为_____；现使OA从竖直方向偏离角度为 2θ 后静止，若其它条件不变，则磁感强度应变为_____。



【答案】 $\frac{mgsin\theta}{BL}$ ； $2Bcos\theta$

【解析】如图所示，当杆偏转角度 θ 时，杆受向下的重力及垂直于杆向上的安培力，则由共点力平衡可知： $F=mgsin\theta$ ；安培力 $F=BIL$ ，代入得： $I = \frac{mgsin\theta}{BL}$ ；当OA偏离 2θ 时，同理可得： $B'IL=mgsin2\theta$ ；

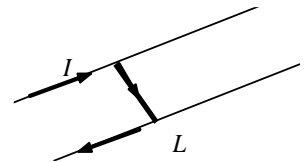


代入电流值得得： $B' = \frac{Bsin2\theta}{sin\theta} = 2Bcos\theta$ ；

【考点】安培力，左手定则

【典例10】电磁轨道炮工作原理如右下图所示。待发射弹体可在两水平放置的平行轨道之间自由移动，并与轨道保持良好接触。电流I从一条轨道流入，通过导电弹体后从另一条轨道流回。轨道电流可形成在弹体处垂直于轨道平面的磁场（可视为匀强磁场），磁感应强度的大小与I成正比。通电的弹体在轨道上受到安培力的作用而高速射出。现要使弹体的出射速度增加至原来的2倍，理论上可采用的办法是（ ）

- A. 只将轨道长度L变为原来的2倍
- B. 只将电流I增加至原来的2倍
- C. 只将弹体质量减至原来的一半
- D. 将弹体质量减至原来的一半，轨道长度L变为原来的2倍，其它量不变



【答案】BD

【解析】通电的弹体在轨道上受到安培力的作用，设磁场的宽度为d，利用动能定理有 $BIdL = 1/2mv^2$ ，磁感应强度的大小与I成正比，所以 $B = kI$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{2kI^2dL}{m}}$ 。

- A、只将轨道长度L变为原来的2倍，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故A错误；
- B、只将电流I增加至原来的2倍，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故B正确；
- C、只将弹体质量减至原来的一半，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故C错误；
- D、将弹体质量减至原来的一半，轨道长度L变为原来的2倍，其它量不变，弹体的出射速度增加至原来的2倍，故D正确。故选BD。

【考点】安培力做功，左手定则，动能定理