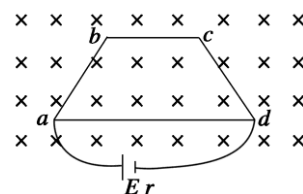


【高二物理 典题训练 14】

安培力 答案详解

【题型 1】安培力与左手定则

【典例 1】如图所示，用粗细均匀的电阻丝折成平面梯形框架， ab 、 cd 边均与 ad 边成 60° 角， $ab=bc=cd=L$ ，长度为 L 的电阻丝电阻为 r ，框架与一电动势为 E ，内阻为 r 的电源相连接，垂直于框架平面有磁感应强度为 B 的匀强磁场，则框架受到的安培力的合力大小为（ ）



- A. 0 B. $\frac{5BEL}{11r}$ C. $\frac{10BEL}{11r}$ D. $\frac{BEL}{r}$

【答案】C

【解析】电路 $abcd$ 上的电阻为 $3r$ ，由几何关系得， ad 段的长度为 $2L$ ，所以 ad 上的电阻为 $2r$ ，并联部分的总电阻为： $R_{\text{并}} = \frac{3r \cdot 2r}{3r + 2r} = 1.2r$ ，电路中的总电流： $I = \frac{E}{R_{\text{并}} + r} = \frac{E}{2.2r}$ ，

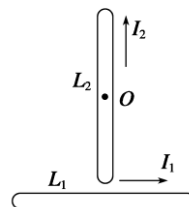
由于 $abcd$ 段的电流可等效为由 a 到 d 的直线电流，根据左手定则可知安培力方向均向上，取 $abcd$ 段受力为 F_1 ，电流为 I_1 ； ad 段受力为 F_2 ，电流为 I_2 ，

故可知线框受到的合外力： $F = F_1 + F_2 = BI_1 L_{ad} + BI_2 L_{ad} = BI L_{ad} = B \frac{E}{2.2r} 2L = \frac{10BEL}{11r}$ ，C 正确。

【考点】安培力，左手定则，闭合电路欧姆定律，等效电流。

【典例 2】通有电流的导线 L_1 、 L_2 处在同一平面(纸面)内， L_1 是固定的， L_2 可绕垂直纸面的固定转轴 O 转动 (O 为 L_2 的中心)，各自的电流方向如图所示。下列哪种情况将会发生（ ）

- A. 因 L_2 不受磁场力的作用，故 L_2 不动
B. 因 L_2 上、下两部分所受的磁场力平衡，故 L_2 不动
C. L_2 绕轴 O 按顺时针方向转动
D. L_2 绕轴 O 按逆时针方向转动



【答案】D

【解析】由题意可知， L_1 导线产生磁场方向，根据右手螺旋定则可知，上方的磁场方向垂直纸面向外，离导线越远，磁场越弱，由左手定则可知，通电导线 L_2 ，处于垂直纸面向外的磁场，且越靠近 L_1 ，安培力越强，从而出现 L_2 绕轴 O 按逆时针方向转动。故 D 正确，ABC 错误；故选：D。

【考点】安培力，安培定则，左手定则，通电直导线产生磁场的特点。

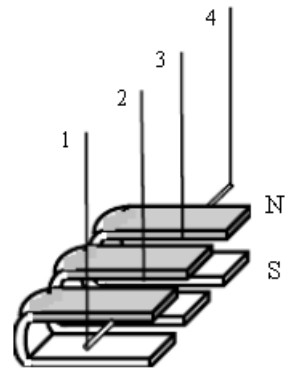
【深化】通电直导线的磁感应强度的计算公式为： $B = k \frac{I}{r}$ 。

其中 I 为通电直导线的电流强度， r 为所选研究点到导线的垂直距离。

注意：(1)通电直导线的磁感应强度方向通过右手螺旋定则判断。

(2)该公式仅在研究通电直导线产生的磁场时满足。

【典例 3】如图是“探究影响通电导体在磁场中受力因素”的实验示意图。三块相同马蹄形磁铁并列放置在水平桌面上，导体棒用图中 1、2、3、4 轻而柔软的细导线悬挂起来，它们之中的任意两根与导体棒和电源构成回路。认为导体棒所在位置附近为匀强磁场，最初导线 1、4 接在直流电源上，电源没有在图中画出。关于接通电源时可能出现的实验现象，下列正确的是（ ）



- A. 改变电流方向同时改变磁场方向，导体棒摆动方向将会改变
- B. 仅改变电流方向或者仅改变磁场方向，导体棒摆动方向一定改变
- C. 增大电流同时并改变接入导体棒上的细导线，接通电源时，导体棒摆动幅度一定增大
- D. 仅拿掉中间的磁铁，导体棒摆动幅度不变

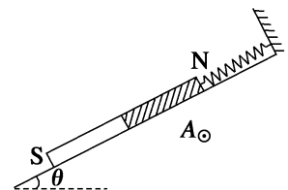
【答案】B

【解析】A、B，由左手定则可知，仅改变电流方向或者仅改变磁场方向， F 的方向一定改变，即导体棒摆动方向一定改变，而两者同时改变时， F 方向不变，则导体棒摆动方向不变，故 B 正确，A 错误；
C、由 $F=BIL$ 可知，当 I 增大，但 L 减小时， F 大小不一定改变，C 错误；
D、仅拿掉中间的磁铁，导体棒受力长度减小， F 应减小，则导体棒摆动幅度一定改变，D 错误。

【考点】安培力，左手定则。

【题型 2】磁场中的相互作用

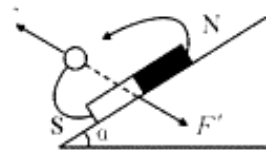
【典例 4】如图所示，条形磁铁放在光滑斜面上，用平行于斜面的轻弹簧拉住而平衡，A 为水平放置的直导线的截面，导线中无电流时磁铁对斜面的压力为 F_{N1} ；当导线中有垂直纸面向外的电流时，磁铁对斜面的压力为 F_{N2} ，则下列关于压力和弹簧的伸长量的说法中正确的是（ ）



- A. $F_{N1} < F_{N2}$ ，弹簧的伸长量减小
- B. $F_{N1} = F_{N2}$ ，弹簧的伸长量减小
- C. $F_{N1} > F_{N2}$ ，弹簧的伸长量增大
- D. $F_{N1} > F_{N2}$ ，弹簧的伸长量减小

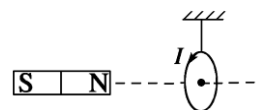
【答案】A

【解析】A 导线中通电时弹簧的伸长量减小，电流与磁铁之间产生了相互作用力，电流所受的安培力 F 应该如图所示。根据牛顿第三定律，电流对磁铁的作用力 F' 应该如图所示。 F' 可分解为沿斜面向上的分力和垂直于斜面向下的分力。由左手定则可知，导线中的电流方向应该向里， $F_1 < F_2$ ，A 正确。



【考点】安培力，左手定则，牛顿第三定律。

【典例 5】如图所示，把轻质导线圈用绝缘细线悬挂在磁铁 N 极附近，磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直线圈平面。当线圈内通以图中方向的电流后，线圈的运动情况是（ ）



- A. 线圈向左运动
- B. 线圈向右运动
- C. 从上往下看顺时针转动
- D. 从上往下看逆时针转动

【答案】A

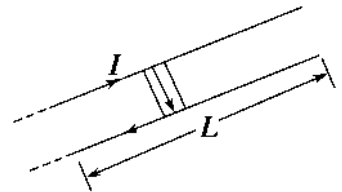
【解析】环形电流可以等效成水平放置的小磁针，根据安培定则可知，左端为 S 极，右端为 N 极，由于异名磁极相互吸引，则线圈向左运动，选 A。

【考点】安培力，安培定则，牛顿第三定律，等效法。

【题型 3】磁场中的运动与平衡问题

【典例 6】电磁轨道炮工作原理如图 3 所示。待发射弹体可在两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。现欲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 4 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，其他量不变



【答案】D

【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 $BI dL = \frac{1}{2}mv^2$ ，

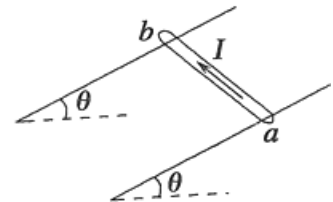
磁感应强度的大小与 I 成正比，所以 $B = kI$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{2kI^2 dL}{m}}$ 。

- 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 $\sqrt{2}$ 倍，故 A 错误；
- B、只将电流 I 增加至原来的 4 倍，弹体的出射速度增加至原来的 4 倍，故 B 错误；
- 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 $\sqrt{2}$ 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。

【考点】安培力，动能定理。

【典例 7】如图所示，两根光滑金属导轨平行放置，导轨所在平面与水平面间的夹角为 θ 。质量为 m 、长为 L 的金属杆 ab 垂直导轨放置，整个装置处于垂直 a 方向的匀强磁场中。当金属杆 ab 中通有从 a 到 b 的恒定电流 I 时，金属杆 ab 保持静止。则磁感应强度的方向和大小可能为 ()

- A. 竖直向上， $mg \tan \theta / IL$
- B. 平行导轨向上， $mg \cos \theta / IL$
- C. 水平向右， mg / IL
- D. 水平向左， mg / IL



【答案】AC

【解析】A、如果磁场方向竖直向上时，由左手定则可知，金属棒所受安培力水平向右，金属棒所受合力可能为零，金属棒可以静止，故 A 正确；

B、如果磁场方向竖直向下时，由左手定则可知，金属棒所受安培力水平向左，金属棒所受合力

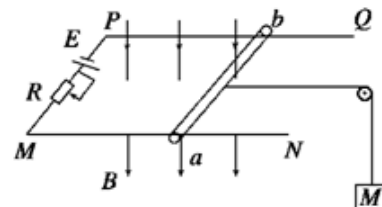
不可能为零，金属棒不可能静止，故 B 错误；

C、如果 ab 受安培力的方向平行导轨向上，金属棒所受合力可能为零，金属棒可以静止，C 正确；

D、如果 ab 受安培力的方向平行导轨向下，金属棒所受合力不可能为零，金属棒不可能静止，故 D 错误；故选 AC。

【考点】安培力，左手定则，共点力平衡。

【典例 8】如图所示，PQ 和 MN 为水平平行放置的金属导轨相距 $L=1\text{m}$ 。PM 间接有一个电动势为 $E=6\text{V}$ ，内阻 $r=1\Omega$ 的电源和一只滑动变阻器，导体棒 ab 跨放在导轨上，棒的质量为 $m=0.2\text{kg}$ ，棒的中点用细绳经定滑轮与物体相连，物体的质量 $M=0.3\text{kg}$ 。棒与导轨的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ （设最大静摩擦力与滑动摩擦力相等，导轨与棒的电阻不计， g 取 10m/s^2 ），匀强磁场的磁感应强度 $B=2\text{T}$ ，方向竖直向下，为了使物体保持静止，滑动变阻器连入电路的阻值不可能的是（ ）



- A. 2Ω B. 4Ω C. 5Ω D. 6Ω

【答案】D

【解析】导体棒水平方向受到向右的绳的拉力、向左的安培力和静摩擦力。

当棒刚要向右滑动时，轨道对棒的静摩擦力向左达到最大，此时电路中电流最小，设为 I_1 ，由平衡条件得：

$$BI_1L + \mu mg = Mg, \text{ 得: } I_1 = \frac{Mg - \mu mg}{BL} = \frac{0.3 \times 10 - 0.5 \times 0.2 \times 10}{2 \times 1} \text{ A} = 1\text{A},$$

此时变阻器接入电路的电阻最大，设为 R_1 ，由欧姆定律得： $R_1 = \frac{E}{I_1} - r = 6/1\Omega - 1\Omega = 5\Omega$ 。

当棒刚要向左滑动时，轨道对棒的静摩擦力向右达到最大，此时电路中电流最大，设为 I_2 ，由平衡条件得：

$$BI_2L = \mu mg + Mg, \text{ 得: } I_2 = \frac{Mg + \mu mg}{BL} = \frac{0.3 \times 10 + 0.5 \times 0.2 \times 10}{2 \times 1} \text{ A} = 2\text{A},$$

此时变阻器接入电路的电阻最小，设为 R_2 ，由欧姆定律得： $R_2 = \frac{E}{I_2} - r = 6/2\Omega - 1\Omega = 2\Omega$ 。

所以为了使物体保持静止，滑动变阻器连入电路的阻值范围为 $2\Omega \leq R \leq 5\Omega$ ，不可能是 6Ω 。

该题选不可能的，故选：D。

【考点】安培力，左手定则，共点力平衡，闭合电路欧姆定律。