

## 专题十一 电磁感应

### 10 年高考真题

#### 考点一 电磁感应现象

1. (2019 课标 III, 14, 6 分)楞次定律是下列哪个定律在电磁感应现象中的具体体现?( )

- A. 电阻定律  
B. 库仑定律  
C. 欧姆定律  
D. 能量守恒定律

答案 C 楞次定律的本质是感应磁场中能量的转化,是能量守恒定律在电磁感应现象中的具体体现,故选项 D 正确。

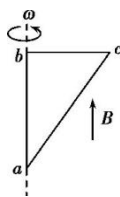
2. (2014 课标 I, 14, 6 分)在法拉第时代,下列验证“由磁产生电”设想的实验中,能观察到感应电流的是( )

- A. 将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合回路,然后观察电流表的变化  
B. 在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈,然后观察电流表的变化  
C. 将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接,往线圈中插入条形磁铁后,再到相邻房间去观察电流表的变化  
D. 绕在同一铁环上的两个线圈,分别接电源和电流表,在给线圈通电或断电的瞬间,观察电流表的变化

答案 D 将绕在磁铁上的线圈与电流表组成一闭合回路,因线圈中的磁通量没有变化,故不能观察到感应电流,选项 A 不符合题意;在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈时,如果通电线圈通以恒定电流,产生不变的磁场,则在另一线圈中不会产生感应电流,选项 B 不符合题意;在线圈中插入条形磁铁后,再到相邻房间去观察电流表时,磁通量已不再变化,因此也不能观察到感应电流,选项 C 不符合题意;绕在同一铁环上的两个线圈,在给一个线圈通电或断电的瞬间,线圈产生的磁场变化,使穿过另一线圈的磁通量变化,因此,能观察到感应电流,选项 D 符合题意。

#### 考点二 法拉第电磁感应定律

1. (2015 课标 II, 15, 6 分, 0.337)如图,直角三角形金属框 abc 放置在匀强磁场中,磁感应强度大小为 B,方向平行于 ab 边向上。当金属框绕 ab 边以角速度  $\omega$  逆时针转动时, a、b、c 三点的电势分别为  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 。已知 bc 边的长度为 l。下列判断正确的是( )

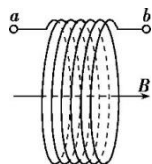


- A.  $U_a > U_c$ , 金属框中无电流  
 B.  $U_b > U_c$ , 金属框中电流方向沿 a-b-c-a  
 C.  $U_{bc} = -\frac{1}{2}Bl^2\omega$ , 金属框中无电流  
 D.  $U_{ac} = \frac{1}{2}Bl^2\omega$ , 金属框中电流方向沿 a-c-b-a

答案 C 闭合金属框在匀强磁场中以角速度  $\omega$  逆时针转动时, 穿过金属框的磁通量始终为零, 金属框中无电流。由右手定则可知  $U_b = U_a < U_c$ , A、B、D 选项错误; b、c 两点的电势差  $U_{bc} = -Blv_{\perp} = -\frac{1}{2}Bl^2\omega$ , 选项 C 正确。

思路点拨 ①穿过金属框的磁通量始终为零, 没有感应电流产生。②可以由右手定则判断电势高低。③感应电动势  $E = BLv$ 。

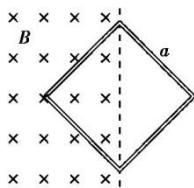
2. (2015 重庆理综, 4, 6 分) 图为无线充电技术中使用的受电线圈示意图, 线圈匝数为  $n$ , 面积为  $S$ 。若在  $t_1$  到  $t_2$  时间内, 匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈, 其磁感应强度大小由  $B_1$  均匀增加到  $B_2$ , 则该段时间线圈两端 a 和 b 之间的电势差  $\phi_a - \phi_b$  ( )



- A. 恒为  $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$   
 B. 从 0 均匀变化到  $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$   
 C. 恒为  $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$   
 D. 从 0 均匀变化到  $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

答案 C 由楞次定律判定, 感应电流从 a 流向 b, b 点电势高于 a 点电势, 故  $\phi_a - \phi_b = -nS \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1}$ , 因为磁场均匀增加, 所以  $\phi_a - \phi_b$  为恒定的, 可见 C 正确。

3. (2014 江苏单科, 1, 3 分) 如图所示, 一正方形线圈的匝数为  $n$ , 边长为  $a$ , 线圈平面与匀强磁场垂直, 且一半处在磁场中。在  $\Delta t$  时间内, 磁感应强度的方向不变, 大小由  $B$  均匀地增大到  $2B$ 。在此过程中, 线圈中产生的感应电动势为( )



- A.  $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$       B.  $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$       C.  $\frac{nBa^2}{\Delta t}$       D.  $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$

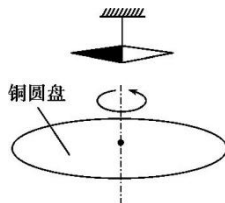
答案 B 由法拉第电磁感应定律知线圈中产生的感应电动势  $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = n \frac{2B - B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{2}$ , 得  $E = \frac{nBa^2}{2\Delta t}$ , 选项 B 正确。

4. (2014 山东理综, 16, 6 分) 如图, 一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内, 通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定, 导体棒与轨道垂直且接触良好。在向右匀速通过 M、N 两区的过程中, 导体棒所受安培力分别用  $F_M$ 、 $F_N$  表示。不计轨道电阻。以下叙述正确的是( )

- A.  $F_M$  向右      B.  $F_N$  向左  
C.  $F_M$  逐渐增大      D.  $F_N$  逐渐减小

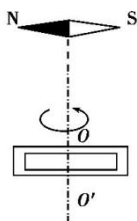
答案 BCD 直导线产生的磁场在 M 区域垂直纸面向外, 在 N 区域垂直纸面向里, 根据右手定则, 导体棒上的感应电流在 M 区域向下, 在 N 区域向上, 由左手定则判定, 在 M、N 区域导体棒所受安培力均向左, 故 A 错误, B 正确;  $I_{感} = \frac{BLv}{R}$ ,  $F_{安} = BI_{感}L = \frac{B^2L^2v}{R}$ , 离直导线越远处 B 越大, 所以  $F_M$  逐渐增大,  $F_N$  逐渐减小, C、D 正确。

5. (2015 课标 I, 19, 6 分) (多选) 1824 年, 法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置, 在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针, 如图所示。实验中发现, 当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时, 磁针也随着一起转动起来, 但略有滞后。下列说法正确的是( )

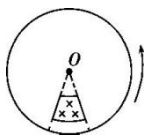


- A. 圆盘上产生了感应电动势  
B. 圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动  
C. 在圆盘转动的过程中, 磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化  
D. 圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流, 此电流产生的磁场导致磁针转动

答案 AB 如图所示,将铜圆盘等效为无数个长方形线圈的组合,则每个线圈绕  $OO'$  轴转动时,均有感应电流产生,这些感应电流产生的磁场对小磁针有作用力,从而使小磁针转动起来,可见 A、B 均正确。由于圆盘面积不变,与磁针间的距离不变,故整个圆盘中的磁通量没有变化,C 错误。圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成的电流的磁场,由安培定则可判断在中心方向竖直向下,其他位置关于中心对称,此磁场不会导致磁针转动,D 错误。



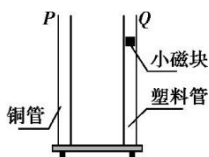
6. (2015 山东理综, 17, 6 分) (多选) 如图, 一均匀金属圆盘绕通过其圆心且与盘面垂直的轴逆时针匀速转动。现施加一垂直穿过圆盘的有界匀强磁场, 圆盘开始减速。在圆盘减速过程中, 以下说法正确的是 ( )



- A. 处于磁场中的圆盘部分, 靠近圆心处电势高
- B. 所加磁场越强越易使圆盘停止转动
- C. 若所加磁场反向, 圆盘将加速转动
- D. 若所加磁场穿过整个圆盘, 圆盘将匀速转动

答案 ABD 根据右手定则, 处于磁场中的圆盘部分, 感应电流从靠近圆盘边缘处流向靠近圆心处, 故靠近圆心处电势高, A 正确; 安培力  $F = \frac{B^2 l^2 v_{中}}{R}$ , 磁场越强, 安培力越大, B 正确; 磁场反向时, 安培力仍是阻力, C 错误; 若所加磁场穿过整个圆盘, 则磁通量不再变化, 没有感应电流, 安培力为零, 故圆盘不受阻力作用, 将匀速转动, D 正确。

7. (2014 广东理综, 15, 4 分) 如图所示, 上下开口、内壁光滑的铜管 P 和塑料管 Q 竖直放置, 小磁块先后在两管中从相同高度处由静止释放, 并落至底部, 则小磁块 ( )

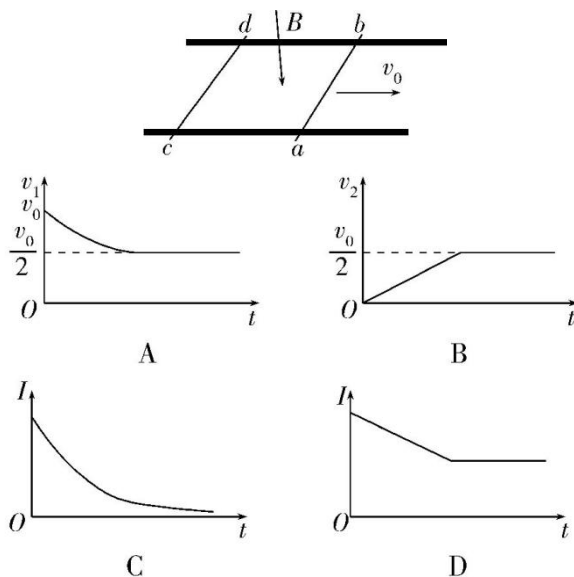


- A. 在 P 和 Q 中都做自由落体运动

- B. 在两个下落过程中的机械能都守恒  
 C. 在 P 中的下落时间比在 Q 中的长  
 D. 落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的大

答案 C 小磁块在铜管中下落时, 由于电磁阻尼作用, 不做自由落体运动, 机械能不守恒, 而在塑料管中不受阻力作用而做自由落体运动, 机械能守恒, 因此在 P 中下落得慢, 用时长, 到达底端速度小, C 项正确, A、B、D 错误。

8. (2019 课标 III, 19, 6 分) (多选) 如图, 方向竖直向下的匀强磁场中有两根位于同一水平面内的足够长的平行金属导轨, 两相同的光滑导体棒 ab、cd 静止在导轨上。t=0 时, 棒 ab 以初速度  $v_0$  向右滑动。运动过程中, ab、cd 始终与导轨垂直并接触良好, 两者速度分别用  $v_1$ 、 $v_2$  表示, 回路中的电流用 I 表示。下列图像中可能正确的是 ( )



答案 AC 本题考查法拉第电磁感应定律与图像结合的问题, 难度较大, 要求学生具有较强的综合分析能力, 很好地体现了科学思维的学科核心素养。

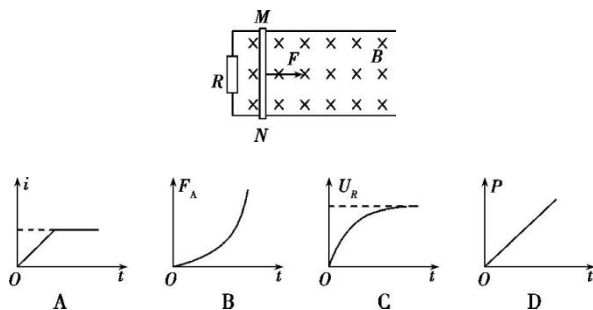
由楞次定律可知 ab 棒做减速运动, cd 棒做加速运动, 即  $v_1$  减小,  $v_2$  增加。回路中的感应

电动势  $E=BL(v_1-v_2)$ , 回路中的电流  $I=\frac{E}{R}=\frac{BL(v_1-v_2)}{R}$ , 回路中的导体棒 ab、cd 的加速度大小

均为  $a=\frac{F}{m}=\frac{BIL}{m}=\frac{B^2L^2(v_1-v_2)}{mR}$ , 由于  $v_1-v_2$  减小, 可知 a 减小, 所以 ab 与 cd 的 v-t 图线斜率的绝对值减小, I 也非线性减小, 所以 A、C 正确, B、D 错误。

9. (2016 四川理综, 7, 6 分) (多选) 如图所示, 电阻不计、间距为 l 的光滑平行金属导轨水平放置于磁感应强度为 B、方向竖直向下的匀强磁场中, 导轨左端接一定值电阻 R。质量为 m、电阻为 r 的金属棒 MN 置于导轨上, 受到垂直于金属棒的水平外力 F 的作用由静止开始运动, 外力 F 与金属棒速度 v 的关系是  $F=F_0+kv$  ( $F_0$

、k 是常量), 金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为  $i$ , 受到的安培力大小为  $F_A$ , 电阻 R 两端的电压为  $U_R$ , 感应电流的功率为 P, 它们随时间  $t$  变化图像可能正确的有 ( )



答案 BC 金属棒 MN 相当于电源, 其感应电动势  $E=Blv$ , 感应电流  $I=\frac{Blv}{R+r}$  即  $I \propto v$

$$F_A = BIl = \frac{B^2 l^2 v}{R+r} \quad \text{即: } F_A \propto v$$

$$U_R = IR = \frac{Blv}{R+r} R \quad \text{即: } U_R \propto v$$

$$P = IE = \frac{B^2 l^2 v^2}{R+r} \quad \text{即: } P \propto v^2$$

对金属棒 MN:  $F - F_A = ma$

$$F_0 + kv - \frac{B^2 l^2}{R+r} v = ma$$

$$F_0 + \left(k - \frac{B^2 l^2}{R+r}\right) v = ma$$

若  $k - \frac{B^2 l^2}{R+r} > 0$ , 随着  $v$  增大,  $a$  也增大, 棒做加速度增大的加速运动, B 项正确。

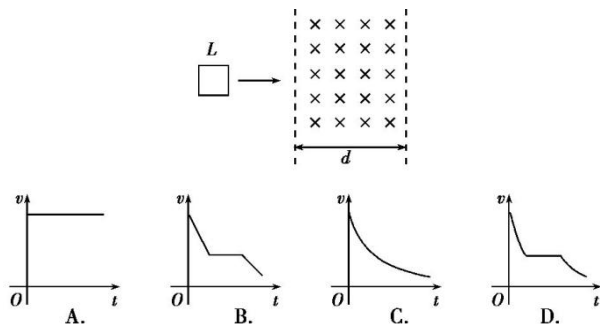
若  $k - \frac{B^2 l^2}{R+r} < 0$ , 随着  $v$  增大,  $a$  减小, 棒做加速度减小的加速运动, 当  $a=0$  时,  $v$  达到最大后保持不变, C 项正确, A 项错误。

若  $k - \frac{B^2 l^2}{R+r} = 0$ , 则  $a = \frac{F_0}{m}$ , 金属棒做匀加速运动

则  $v=at$ ,  $P=IE = \frac{B^2 l^2 a^2}{R+r} t^2$ , D 项错误。

方法技巧 先分别得出  $I$ 、 $F_A$ 、 $U_R$ 、 $P$  与  $v$  的关系, 然后对棒 MN 受力分析, 由牛顿第二定律列方程, 最后分情况讨论棒 MN 的运动情况, 根据各量与  $v$  的关系讨论得各量与时间的关系图像。

10. (2013 课标 II, 16, 6 分) 如图, 在光滑水平桌面上有一边长为  $L$ 、电阻为  $R$  的正方形导线框; 在导线框右侧有一宽度为  $d(d > L)$  的条形匀强磁场区域, 磁场的边界与导线框的一边平行, 磁场方向竖直向下。导线框以某一初速度向右运动。  $t=0$  时导线框的右边恰与磁场的左边界重合, 随后导线框进入并通过磁场区域。下列  $v-t$  图像中, 可能正确描述上述过程的是( )

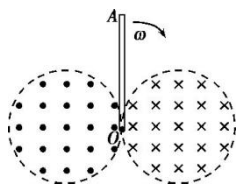


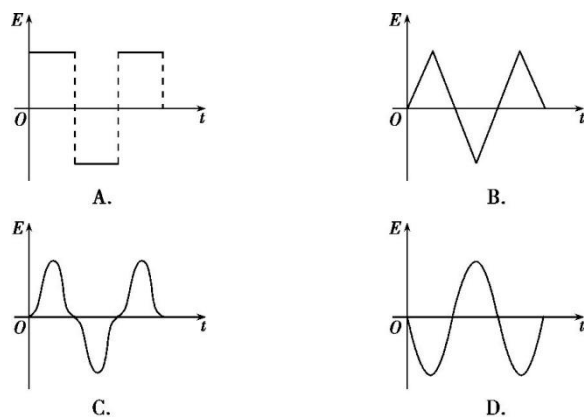
答案 D 导线框刚进入磁场时速度设为  $v_0$ , 此时产生的感应电动势  $E=BLv_0$ , 感应电流  $I=\frac{E}{R}=\frac{BLv_0}{R}$ , 线框受到的安培力  $F=BLI=\frac{B^2L^2v_0}{R}$ 。由牛顿第二定律  $F=ma$  知,  $\frac{B^2L^2v_0}{R}=ma$ , 由楞次定律知线框开始减速, 随  $v$  减小, 其加速度  $a$  减小, 故进入磁场时做加速度减小的减速运动。当线框全部进入磁场开始做匀速运动, 在出磁场的过程中, 仍做加速度减小的减速运动, 故只有 D 选项正确。

思路分析 推导出导线框进入磁场时所受安培力的表达式  $F=BLI=\frac{B^2L^2v_0}{R}=ma$ , 线框加速度  $a=\frac{B^2L^2v_0}{mR}$ , 加速度随着速度的减小而减小, 线框完全在磁场中时不受安培力,  $a=0$ 。由  $a$  的变化情况可知  $v-t$  图线的变化情况。

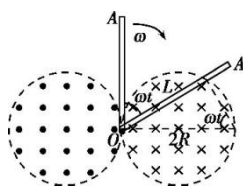
温馨提示 由楞次定律可知安培力的方向始终向左, 线框完全在磁场中时不受安培力。

11. (2013 大纲全国, 17, 6 分) 纸面内两个半径均为  $R$  的圆相切于  $O$  点, 两圆形区域内分别存在垂直于纸面的匀强磁场, 磁感应强度大小相等、方向相反, 且不随时间变化。一长为  $2R$  的导体杆  $OA$  绕过  $O$  点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转, 角速度为  $\omega$ 。  $t=0$  时,  $OA$  恰好位于两圆的公切线上, 如图所示。若选取从  $O$  指向  $A$  的电动势为正, 下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图像可能正确的是( )





答案 C 如图, 设导体棒 OA 在转动过程中切割磁感线的有效长度为 L, 由几何知识知



$$L=2R \sin \omega t$$

则产生的感应电动势的大小为

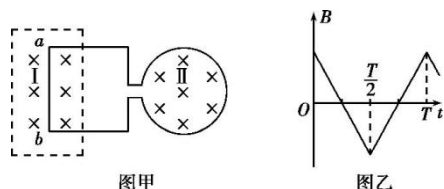
$$E=\frac{1}{2}BL^2 \omega=2BR^2 \omega \sin^2 \omega t$$

再结合右手定则判断感应电动势的方向

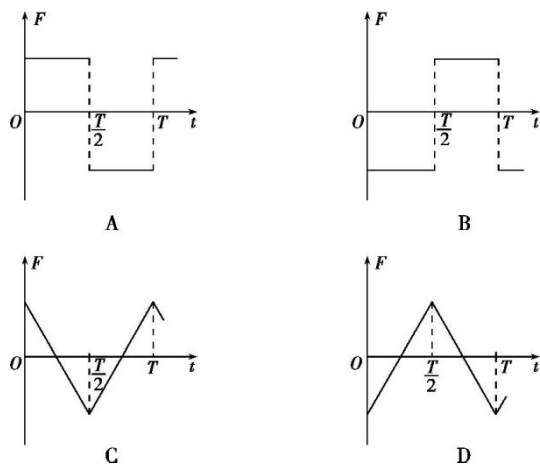
故, C 正确, A、B、D 错误。

评析 本题在考查电磁感应的基础上, 更强调了学生应用数学知识解决物理问题的能力。应用几何知识得出切割磁感线的有效长度  $L=2R \sin \omega t$  是解题的关键, 难度中等。

12. (2013 山东理综, 18, 5 分) 将一段导线绕成图甲所示的闭合回路, 并固定在水平面(纸面)内。回路的 ab 边置于垂直纸面向里的匀强磁场 I 中。回路的圆环区域内有垂直纸面的磁场 II, 以向里为磁场 II 的正方向, 其磁感应强度 B 随时间 t 变化的图像如图乙所示。用 F 表示 ab 边受到的安培力, 以水平向右为 F 的正方向, 能正确反映 F 随时间 t 变化的图像是( )

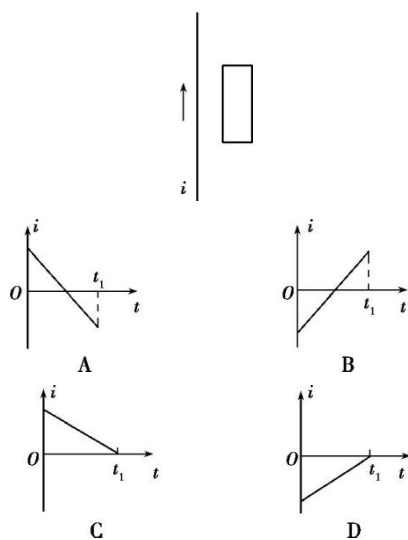






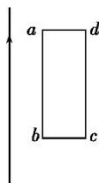
答案 B 由图乙知,  $0 \sim \frac{T}{2}$  内,  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -k$  (常量),  $\frac{T}{2} \sim T$  内,  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = k$  (常量), 由法拉第电磁感应定律及楞次定律知, 回路中产生的电流为方波形交流电。  $0 \sim \frac{T}{2}$  内电流由 b 到 a, 由  $F = BIL$  和左手定则, 知安培力  $F$  恒定且水平向左, 为负方向; 同理  $\frac{T}{2} \sim T$  内,  $F$  恒定且水平向右, 为正方向, 故 B 正确, A、C、D 错误。

13. (2012 课标, 20, 6 分) 如图, 一载流长直导线和一矩形导线框固定在同一平面内, 线框在长直导线右侧, 且其长边与长直导线平行。已知在  $t=0$  到  $t=t_1$  的时间间隔内, 直导线中电流  $i$  发生某种变化, 而线框中的感应电流总是沿顺时针方向; 线框受到的安培力的合力先水平向左、后水平向右。设电流  $i$  正方向与图中箭头所示方向相同, 则  $i$  随时间  $t$  变化的图线可能是 ( )



答案 A 线框 abcd 中电流  $I$  大小相同,  $I_{ab} = I_{cd}$

, 而 ab 边与直线电流 i 之间的作用力大于 cd 边与直线电流 i 之间的作用力。且直线电流之间同向相吸异向相斥。依据楞次定律, 当直导线中电流 i 方向向上且均匀减小时, 线框中产生 adcb 方向的电流且恒定, 此时线框受力向左; 当直导线中电流 i 方向向下且增加时, 线框中依然产生 adcb 方向的电流且恒定, 此时线框受力向右。则可以判断 A 图正确。

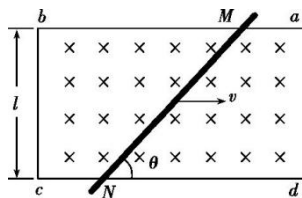


14. (2014 大纲全国, 20, 6 分) 很多相同的绝缘铜圆环沿竖直方向叠放, 形成一很长的竖直圆筒。一条形磁铁沿圆筒的中心轴竖直放置, 其下端与圆筒上端开口平齐。让条形磁铁从静止开始下落。条形磁铁在圆筒中的运动速率( )

- A. 均匀增大
- B. 先增大, 后减小
- C. 逐渐增大, 趋于不变
- D. 先增大, 再减小, 最后不变

答案 C 对磁铁受力分析可知, 磁铁重力不变, 磁场力随速率的增大而增大, 当重力等于磁场力时, 磁铁匀速下落, 所以选 C。

15. (2015 安徽理综, 19, 6 分) 如图所示, abcd 为水平放置的平行“□”形光滑金属导轨, 间距为 l, 导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B, 导轨电阻不计。已知金属杆 MN 倾斜放置, 与导轨成  $\theta$  角, 单位长度的电阻为 r, 保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动(金属杆滑动过程中与导轨接触良好)。则( )



- A. 电路中感应电动势的大小为  $\frac{Blv}{\sin \theta}$
- B. 电路中感应电流的大小为  $\frac{Bv \sin \theta}{r}$
- C. 金属杆所受安培力的大小为  $\frac{B^2 l v \sin \theta}{r}$
- D. 金属杆的热功率为  $\frac{B^2 l v^2}{r \sin \theta}$

解析答案站内搜索同名“解析版”或“带答案”

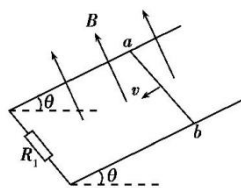
答案 B 金属杆 MN 切割磁感线的有效长度为  $l$ , 产生的感应电动势  $E=Blv$ , A 错误; 金属

杆 MN 的有效电阻  $R=\frac{rl}{\sin \theta}$ , 故回路中的感应电流  $I=\frac{E}{R}=\frac{Blv \sin \theta}{rl}=\frac{Bv \sin \theta}{r}$

解析答案站内搜索同名“解析版”或“带答案”

, B 正确; 金属杆受到的安培力  $F = \frac{BIL}{\sin \theta} = \frac{Bl}{\sin \theta} \cdot \frac{Bv \sin \theta}{r} = \frac{B^2 l v}{r}$ , C 错误; 金属杆的热功率  $P = I^2 R = \frac{B^2 v^2 \sin^2 \theta}{r^2} \cdot \frac{r l}{\sin \theta} = \frac{B^2 v^2 \sin \theta \cdot l}{r}$ , D 错误。

16. (2017 湖北“六校联合体”4月联考, 4) 如图所示, 两条电阻不计的平行导轨与水平面成  $\theta$  角, 导轨的一端连接定值电阻  $R_1$ , 匀强磁场垂直穿过导轨平面, 一根质量为  $m$ 、电阻为  $R_2$  的导体棒  $ab$ , 垂直于导轨放置, 导体棒与导轨之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 且  $R_2 = nR_1$ , 如果导体棒以速度  $v$  匀速下滑, 导体棒此时受到的安培力大小为  $F$ , 则以下判断正确的是 ( )



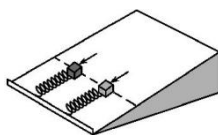
- A. 电阻  $R_1$  消耗的电功率为  $Fv/n$
- B. 重力做功的功率为  $mgv \cos \theta$
- C. 运动过程中减少的机械能全部转化为电能
- D.  $R_2$  上消耗的功率为  $nFv/(n+1)$

答案 D 导体棒以速度  $v$  匀速下滑时, 由  $E = BLv$ 、 $I = \frac{E}{R_1 + R_2}$ 、 $F = BIL$  得安培力  $F = \frac{B^2 L^2 v}{R_1 + R_2}$

①, 电阻  $R_1$  消耗的热功率为  $P = I^2 R_1 = \frac{B^2 L^2 v^2}{(R_1 + R_2)^2} R_1$  ②, 又  $R_2 = nR_1$  ③, 联立①②③解得,  $P = \frac{Fv}{n+1}$ ,

故 A 错误; 重力做功的功率为  $mgv \sin \theta$ , B 错误; 导体棒克服安培力和摩擦力做功, 减少的机械能转化为电能和内能, C 错误;  $R_2$  和  $R_1$  串联, 电流相等, 根据  $P = I^2 R$  可知,  $R_2$  消耗的功率等于  $R_1$  消耗的功率的  $n$  倍, 为  $nFv/(n+1)$ , D 正确; 故选 D。

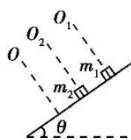
17. (2014 福建理综, 18, 6 分) 如图, 两根相同的轻质弹簧, 沿足够长的光滑斜面放置, 下端固定在斜面底部挡板上, 斜面固定不动。质量不同、形状相同的两物块分别置于两弹簧上端。现用外力作用在物块上, 使两弹簧具有相同的压缩量; 若撤去外力后, 两物块由静止沿斜面向上弹出并离开弹簧, 则从撤去外力到物块速度第一次减为零的过程, 两物块 ( )



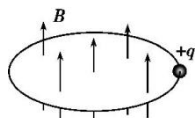
- A. 最大速度相同

- B. 最大加速度相同
- C. 上升的最大高度不同
- D. 重力势能的变化量不同

答案 C 图为物块能向上弹出且离开弹簧, 则物块在刚撤去外力时加速度最大, 由牛顿第二定律得:  $kx - mg \sin \theta = ma$ , 即  $a = \frac{kx}{m} - g \sin \theta$ , 由于两物块  $k$ 、 $x$ 、 $\theta$  均相同,  $m$  不同, 则  $a$  不同, B 错误。当  $mg \sin \theta = kx_0$  即  $x_0 = \frac{mg \sin \theta}{k}$  时, 速度最大, 如图, 设两物块质量  $m_1 < m_2$ , 其平衡位置分别为  $O_1$ 、 $O_2$ , 初始位置为  $O$ , 则从  $O$  至  $O_2$  的过程中, 由  $W_{\text{弹}} - W_G = E_k$  及题意知,  $W_{\text{弹}}$  相同,  $W_{G1} < W_{G2}$ , 故  $E_{k1} > E_{k2}$ , 即  $v_1 > v_2$ , 而此时  $m_2$  的速度  $v_2$  已达最大, 此后,  $m_1$  的速度将继续增大直至最大, 而  $m_2$  的速度将减小, 故一定是质量小的最大速度大, A 错误。从开始运动至最高点, 由  $E_p = mgh$  及题意知重力势能的变化量  $\Delta E_p = mgh$  相同,  $m$  不同,  $h$  也不同, 故 C 正确, D 错误。



18. (2014 安徽理综, 20, 6 分) 英国物理学家麦克斯韦认为, 磁场变化时会在空间激发感生电场。如图所示, 一个半径为  $r$  的绝缘细圆环水平放置, 环内存在竖直向上的匀强磁场  $B$ , 环上套一带电荷量为  $+q$  的小球。已知磁感应强度  $B$  随时间均匀增加, 其变化率为  $k$ , 若小球在环上运动一周, 则感生电场对小球的作用力所做功的大小是 ( )



- A. 0
- B.  $\frac{1}{2} r^2 q k$
- C.  $2 \pi r^2 q k$
- D.  $\pi r^2 q k$

答案 D 变化的磁场使回路中产生的感生电动势  $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = k \pi r^2$ , 则感生电场对小球的作用力所做的功  $W = qU = qE = \pi r^2 q k$ , 选项 D 正确。

本题考查麦克斯韦理论, 即变化的磁场在空间激发电场。解答此题的关键是由法拉第电磁感应定律确定出感生电动势, 试题难度中等, 虽源于教材, 但易失分。

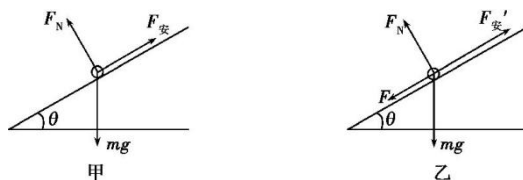


D. 在速度达到  $2v$  以后匀速运动的过程中, R 上产生的焦耳热等于拉力所做的功

答案 AC 对导体棒受力分析如图。当导体棒以  $v$  匀速运动时(如图甲), 应有:  $mg \sin$

$$\theta = F_{\text{安}} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}; \text{当加力 } F \text{ 后以 } 2v \text{ 匀速运动时(如图乙), } F + mg \sin \theta = \frac{2B^2 L^2 v}{R}$$

, 两式联立得  $F = mg \sin \theta$ , 则  $P = F \cdot 2v = 2mgv \sin \theta$ , A 正确 B 错误; 由牛顿第二定律, 当导体棒的速度为  $\frac{v}{2}$  时,  $a = \frac{mg \sin \theta - F_{安}}{m} = \frac{mg \sin \theta - \frac{B^2 L^2 v}{2R}}{m} = \frac{g}{2} \sin \theta$ , C 正确; 由功能关系, 当导体棒达到  $2v$  以后匀速运动的过程中, R 上产生的焦耳热等于拉力所做的功与减少的重力势能之和, D 错误。

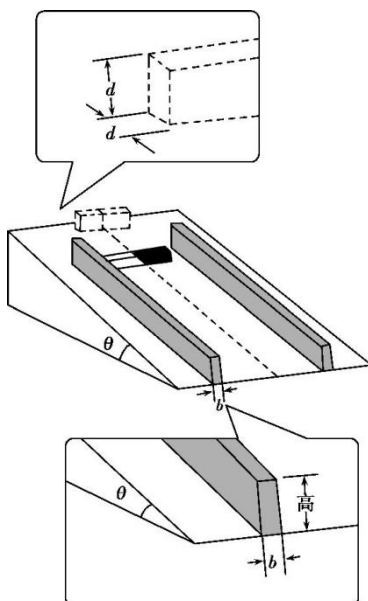


本题借助导体棒在导轨上运动这个模型, 对牛顿第二定律、功能关系、平衡条件、功率的计算等知识点进行了考查。求解本题, 必须对导体棒进行正确的受力和运动分析, 弄清楚题目中所涉及各个物理量的变化规律, 然后把这些规律正确地表达出来。本题难度较大, 区分度高。对物体正确地受力和运动分析是解决此类问题的突破点。

21. (2016 天津理综, 12, 20 分) 电磁缓速器是应用于车辆上以提高运行安全性的辅助制动装置, 其工作原理是利用电磁阻尼作用减缓车辆的速度。电磁阻尼作用可以借助如下模型讨论: 如图所示, 将形状相同的两根平行且足够长的铝条固定在光滑斜面上, 斜面与水平方向夹角为  $\theta$ 。一质量为  $m$  的条形磁铁滑入两铝条间, 恰好匀速穿过, 穿过时磁铁两端面与两铝条的间距始终保持恒定, 其引起电磁感应的效果与磁铁不动、铝条相对磁铁运动相同。磁铁端面是边长为  $d$  的正方形, 由于磁铁距离铝条很近, 磁铁端面正对两铝条区域的磁场均可视为匀强磁场, 磁感应强度为  $B$ , 铝条的高度大于  $d$ , 电阻率为  $\rho$ 。为研究问题方便, 铝条中只考虑与磁铁正对部分的电阻和磁场, 其他部分电阻和磁场可忽略不计, 假设磁铁进入铝条间以后, 减少的机械能完全转化为铝条的内能, 重力加速度为  $g$ 。

- (1) 求铝条中与磁铁正对部分的电流  $I$ ;
- (2) 若两铝条的宽度均为  $b$ , 推导磁铁匀速穿过铝条间时速度  $v$  的表达式;
- (3) 在其他条件不变的情况下, 仅将两铝条更换为宽度  $b' > b$  的铝条, 磁铁仍以速度  $v$  进入铝条间, 试简要分析说明磁铁在铝条间运动时的加速度和速度如何变化。





答案 (1)  $\frac{mgsin\theta}{2Bd}$  (2) 见解析 (3) 见解析

解析 (1) 磁铁在铝条间运动时, 两根铝条受到的安培力大小相等均为  $F_{安}$ , 有

$$F_{安} = IdB \text{ ①}$$

磁铁受到沿斜面向上的作用力为  $F$ , 其大小有

$$F = 2F_{安} \text{ ②}$$

磁铁匀速运动时受力平衡, 则有

$$F - mg \sin \theta = 0 \text{ ③}$$

联立①②③式可得

$$I = \frac{mgsin\theta}{2Bd} \text{ ④}$$

(2) 磁铁穿过铝条时, 在铝条中产生的感应电动势为  $E$ , 有

$$E = Bdv \text{ ⑤}$$

铝条与磁铁正对部分的电阻为  $R$ , 由电阻定律有

$$R = \rho \frac{d}{db} \text{ ⑥}$$

由欧姆定律有

$$I = \frac{E}{R} \text{ ⑦}$$

联立④⑤⑥⑦式可得

$$v = \frac{\rho mgsin\theta}{2B^2d^2b} \text{ ⑧}$$

(3) 磁铁以速度  $v$  进入铝条间, 恰好做匀速运动时, 磁铁受到沿斜面向上的作用力  $F$ , 联立①②⑤⑥⑦式可得

$$F = \frac{2B^2 d^2 b v}{\rho} \text{⑨}$$

当铝条的宽度  $b' > b$  时, 磁铁以速度  $v$  进入铝条间时, 磁铁受到的作用力变为  $F'$ , 有

$$F' = \frac{2B^2 d^2 b' v}{\rho} \text{⑩}$$

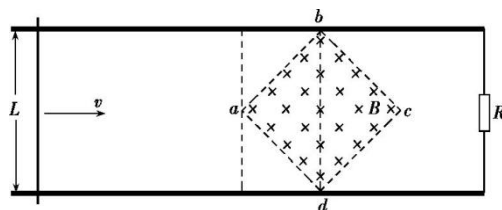
可见,  $F' > F = mg \sin \theta$ , 磁铁所受到的合力方向沿斜面向上, 获得与运动方向相反的加速度, 磁铁将减速下滑, 此时加速度最大。之后, 随着运动速度减小,  $F'$  也随着减小, 磁铁所受的合力也减小, 由于磁铁加速度与所受到的合力成正比, 磁铁的加速度逐渐减小。综上所述, 磁铁做加速度逐渐减小的减速运动。直到  $F' = mg \sin \theta$  时, 磁铁重新达到平衡状态, 将再次以较小的速度匀速下滑。

**解题指导** 明确题中所构建的物理模型是解本题的关键。另外要注意的是: 两边铝条对磁铁均有电磁阻力, 且阻力相同。对于(3)中磁铁运动过程的分析, 可类比我们熟悉的情景: 导体棒沿倾斜的平行金属导轨下滑。

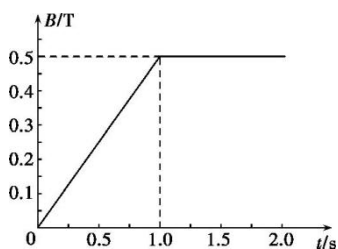
**方法技巧** 当遇到崭新的物理情景时, 可以把它与我们熟悉的情景进行分析对比, 找出共同点与不同点, 采用类比的方法解题, 就容易突破难点。

22. (2015 广东理综, 35, 18 分) 如图(a)所示, 平行长直金属导轨水平放置, 间距  $L=0.4 \text{ m}$ 。导轨右端接有阻值  $R=1 \ \Omega$  的电阻。导体棒垂直放置在导轨上, 且接触良好。导体棒及导轨的电阻均不计。导轨间正方形区域  $abcd$  内有方向竖直向下的匀强磁场,  $b$ 、 $d$  连线与导轨垂直, 长度也为  $L$ 。从 0 时刻开始, 磁感应强度  $B$  的大小随时间  $t$  变化, 规律如图(b)所示; 同一时刻, 棒从导轨左端开始向右匀速运动,  $1 \text{ s}$  后刚好进入磁场。若使棒在导轨上始终以速度  $v=1 \text{ m/s}$  做直线运动, 求:

- (1) 棒进入磁场前, 回路中的电动势  $E$ ;
- (2) 棒在运动过程中受到的最大安培力  $F$ , 以及棒通过三角形  $abd$  区域时电流  $i$  与时间  $t$  的关系式。



(a)



(b)

答案 (1)0.04 V

(2)0.04 N  $i=t-1(1 \text{ s} \leq t \leq 1.2 \text{ s})$

解析 (1)由图(b)可知  $0 \sim 1.0 \text{ s}$  内  $B$  的变化率  $\frac{\Delta B}{\Delta t}=0.5 \text{ T/s}$ ①

正方形磁场区域的面积

$$S=\left(\frac{L}{\sqrt{2}}\right)^2=0.08 \text{ m}^2$$
②

棒进入磁场前  $0 \sim 1.0 \text{ s}$  内回路中的感应电动势

$$E=\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=\frac{S \Delta B}{\Delta t}$$
③

由①②③得  $E=0.08 \times 0.5 \text{ V}=0.04 \text{ V}$

(2)当棒通过  $bd$  位置时,有效切割长度最大,感应电流最大,棒受到最大安培力

$$F=BIL$$
④

棒过  $bd$  时的感应电动势

$$E_m=BLv=0.5 \times 0.4 \times 1 \text{ V}=0.2 \text{ V}$$
⑤

棒过  $bd$  时的电流

$$I=\frac{E_m}{R}$$
⑥

由④⑤⑥得

$$F=0.04 \text{ N}$$

棒通过  $a$  点后在三角形  $abd$  区域中的有效切割长度  $L'$  与时间  $t$  的关系:

$$L'=2v(t-1), \text{ 其中 } t \text{ 的取值范围为 } 1 \text{ s} \leq t \leq 1.2 \text{ s}$$
⑦

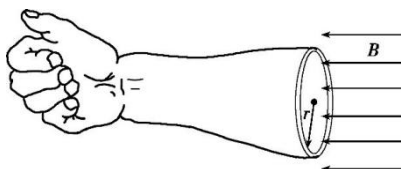
电流  $i$  与时间  $t$  的关系式

$$i=\frac{BL'v}{R}=\frac{2Bv^2(t-1)}{R}=t-1(1 \text{ s} \leq t \leq 1.2 \text{ s})$$
⑧

23. (2015 江苏单科, 13, 15 分)做磁共振(MRI)检查时,对人体施加的磁场发生变化时会在肌肉组织中产生感应电流。某同学为了估算该感应电流对肌肉组织的影响,将包裹在骨骼上的一圈肌肉组织等效成单匝线圈,线圈的半径  $r=5.0$

cm, 线圈导线的截面积  $A=0.80 \text{ cm}^2$ , 电阻率  $\rho=1.5 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ 。如图所示, 匀强磁场方向与线圈平面垂直, 若磁感应强度  $B$  在  $0.3 \text{ s}$  内从  $1.5 \text{ T}$  均匀地减为零, 求: (计算结果保留一位有效数字)

- (1) 该圈肌肉组织的电阻  $R$ ;
- (2) 该圈肌肉组织中的感应电动势  $E$ ;
- (3)  $0.3 \text{ s}$  内该圈肌肉组织中产生的热量  $Q$ 。



答案 (1)  $6 \times 10^3 \text{ } \Omega$  (2)  $4 \times 10^{-2} \text{ V}$  (3)  $8 \times 10^{-8} \text{ J}$

解析 (1) 由电阻定律得  $R = \rho \frac{2\pi r}{A}$ , 代入数据得  $R = 6 \times 10^3 \text{ } \Omega$

(2) 感应电动势  $E = \frac{\Delta B \cdot \pi r^2}{\Delta t}$ , 代入数据得  $E = 4 \times 10^{-2} \text{ V}$

(3) 由焦耳定律得  $Q = \frac{E^2}{R} \Delta t$ , 代入数据得  $Q = 8 \times 10^{-8} \text{ J}$

本题考查了电阻定律、法拉第电磁感应定律和电功三个方面的内容, 模型已构建好, 主要考查基本规律的简单应用, 属于中等难度题。

学习指导 考生在本题中出现的错误主要有以下几方面: ①不理解公式中各字母的含义, 乱套公式; ②单位换算错误; ③未按有效数字的要求表达结果; ④运算结果错误。由以上种种错误可见, 学习过程中不仅要牢记公式, 更重要的是要理解式中各字母的物理意义; 解题过程中要细心、细心、再细心!

24. (2014 课标 II, 25, 19 分) 半径分别为  $r$  和  $2r$  的同心圆形导轨固定在同一水平面内, 一长为  $r$ 、质量为  $m$  且质量分布均匀的直导体棒  $AB$  置于圆导轨上面,  $BA$  的延长线通过圆导轨中心  $O$ , 装置的俯视图如图所示。整个装置位于一匀强磁场中, 磁感应强度的大小为  $B$ , 方向竖直向下。在内圆导轨的  $C$  点和外圆导轨的  $D$  点之间接有一阻值为  $R$  的电阻 (图中未画出)。直导体棒在水平外力作用下以角速度  $\omega$  绕  $O$  逆时针匀速转动, 在转动过程中始终与导轨保持良好接触。设导体棒与导轨之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 导体棒和导轨的电阻均可忽略。重力加速度大小为  $g$ 。求

- (1) 通过电阻  $R$  的感应电流的方向和大小;
- (2) 外力的功率。

解析 解法一 (1) 在  $\Delta t$  时间内, 导体棒扫过的面积为

$$\Delta S = \frac{1}{2} \omega \Delta t [(2r)^2 - r^2] \text{①}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/866151001142010241>