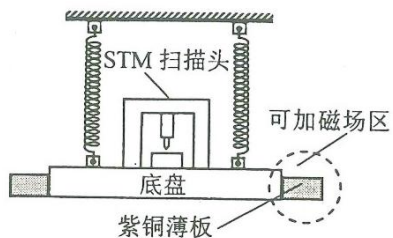


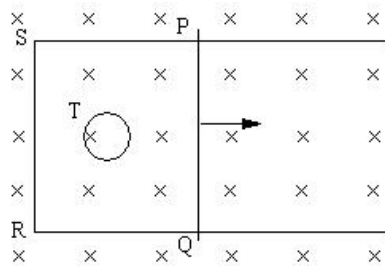
专题 11 电磁感应

一、单项选择题

1. (2017 新课标理综 1 卷 18) 扫描隧道显微镜 (STM) 可以用来探测样品表面原子尺度上的形貌。为了有效隔离外界振动对 STM 的扰动, 在圆底盘周边沿其径向对称地安装若干对紫铜薄板, 并施加磁场来快速衰减其微小振动, 如图所示。无扰动时, 按下列四种方案对紫铜薄板施加恒磁场; 出现扰动后, 对于紫铜薄板上下及左右振动的衰减最有效的方案是 ()

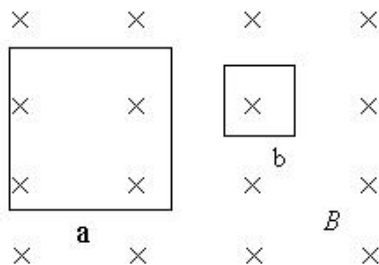


2. (2017 新课标理综 3 卷 15) 如图, 在方向垂直于纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨, 导轨平面与磁场垂直。金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 $PQRS$, 一圆环形金属线框 T 位于回路围成的区域内, 线框与导轨共面。现让金属杆 PQ 突然向右运动, 在运动开始的瞬间, 关于感应电流的方向, 下列说法正确的是 ()



- A. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿逆时针方向
- B. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿顺时针方向
- C. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿逆时针方向
- D. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿顺时针方向

3. (2016 浙江理综 16) 如图所示, a 、 b 两个闭合正方形线圈用同样的导线制成, 匝数均为 10 匝, 边长 $l_a=3l_b$, 图示区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 且磁感应强度随时间均匀增大, 不考虑线圈之间的相互影响, 则 ()

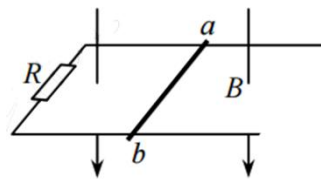


- A. 两线圈内产生顺时针方向的感应电流
- B. a 、 b 线圈中感应电动势之比为 9:1
- C. a 、 b 线圈中感应电流之比为 3:4
- D. a 、 b 线圈中电功率之比为 3:1

4. (2017 天津理综物理 3) 如图所示, 两根平行金属导轨置于水平面内, 导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触, 整个装置放在匀强磁场中, 磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小, ab 始终保持静止, 下列说法正确的是 ()



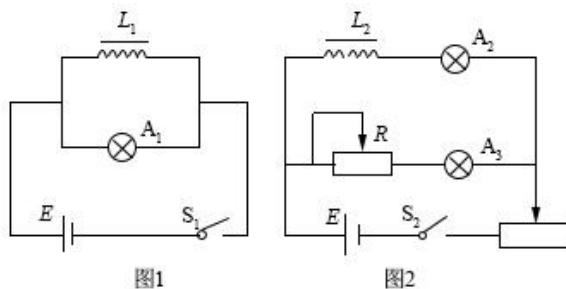
- A. ab 中的感应电流方向由 b 到 a
- B. ab 中的感应电流逐渐减小
- C. ab 所受的安培力保持不变
- D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小



5. (2017 北京理综 19). 图 1 和图 2 是教材中演示自感现象的两个电路图, L_1 和 L_2 为电感线圈。

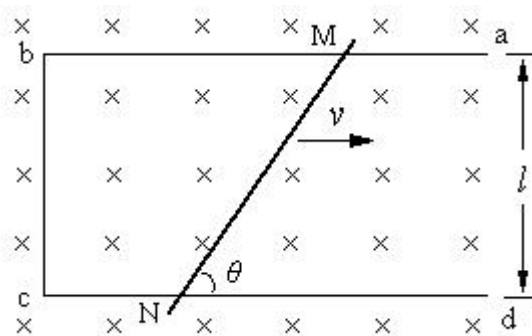
实验时, 断开开关 S_1 瞬间, 灯 A_1 突然闪亮, 随后逐渐变暗;

闭合开关 S_2 , 灯 A_2 逐渐变亮, 而另一个相同的灯 A_3 立即变亮, 最终 A_2 与 A_3 的亮度相同。下列说法正确的是 ()



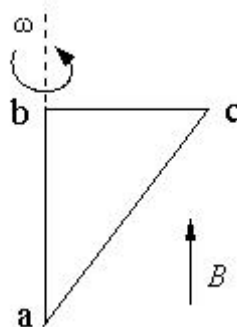
- A. 图 1 中, A_1 与 L_1 的电阻值相同
- B. 图 1 中, 闭合 S_1 , 电路稳定后, A_1 中电流大于 L_1 中电流
- C. 图 2 中, 变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同
- D. 图 2 中, 闭合 S_2 瞬间, L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

6. (2015 安徽理综 19) 如图所示, $abcd$ 为水平放置的平行“ \square ”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 θ 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 ()



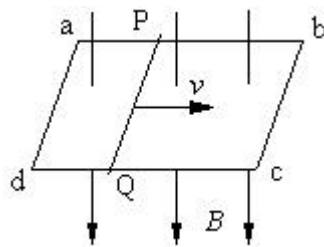
- A. 电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin \theta}$
- B. 电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv \sin \theta}{r}$
- C. 金属杆所受安培力的大小为 $\frac{B^2 lv \sin \theta}{r}$
- D. 金属杆的发热功率为 $\frac{B^2 lv^2}{r \sin \theta}$

7. (2015 新课标 2 卷 15) 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 ω 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. $U_{bc} = \frac{1}{2}Bl^2\omega$, 金属框中电流方向沿 $a-c-b-a$

8. (2015 福建理综 18) 如图, 由某种粗细均匀的总电阻为 $3R$ 的金属条制成的矩形线框 $abcd$, 固定在水平面内且处于方向竖直向下的匀强磁场 B 中。一接入电路电阻为 R 的导体棒 PQ , 在水平拉力作用下沿 ab 、 dc 以速度 v 匀速滑动, 滑动过程 PQ 始终与 ab 垂直, 且与线框接触良好, 不计摩擦。在 PQ 从靠近 ad 处向 bc 滑动的过程中 ()



- A. PQ 中电流先增大后减小
- B. PQ 两端电压先减小后增大
- C. PQ 上拉力的功率先减小后增大
- D. 线框消耗的电功率先减小后增大

二、不定项选择题

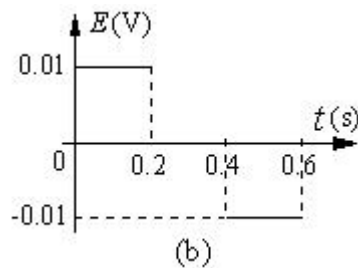
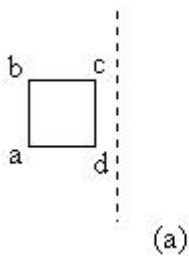
9. (2016 江苏物理 6) 电吉他中电拾音器的基本结构如图所示, 磁体附近的金属弦被磁化, 因此弦振动时, 在线圈中产生感应电流, 电流经电路放大后传送到音箱发生声音, 下列说法正确的有 ()

- (A) 选用铜质弦, 电吉他仍能正常工作
- (B) 取走磁体, 电吉他将不能正常工作
- (C) 增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势
- (D) 磁振动过程中, 线圈中的电流方向不断变化



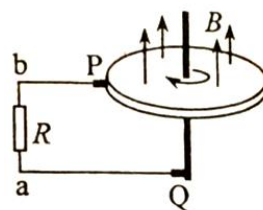
10. (2017 新课标理综 2 卷 20) 两条平行虚线间存在一匀强磁场, 磁感应强度方向与纸面垂直。边长为 0.1 m 、总电阻为 $0.005\ \Omega$ 的正方形导线框 $abcd$ 位于纸面内, cd 边与磁场边界平行, 如图 (a) 所示。已知导线框一直向右做匀速直线运动, cd 边于 $t=0$ 时刻进入磁场。线框中感应电动势随时间变化的图线如图 (b) 所示 (感应电流的方向为顺时针时, 感应电动势取正)。下列说法正确的是 ()

- A. 磁感应强度的大小为 0.5 T
- B. 导线框运动速度的大小为 0.5 m/s
- C. 磁感应强度的方向垂直于纸面向外
- D. 在 $t=0.4\text{ s}$ 至 $t=0.6\text{ s}$ 这段时间内, 导线框所受的安培力大小为 0.1 N



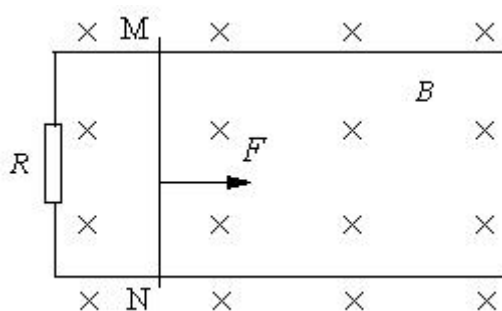


11. (2016 全国理综 2 卷 20) 法拉第圆盘发电机的示意图如图所示。铜圆盘安装在竖直的铜轴上, 两铜片 P 、 Q 分别于圆盘的边缘和铜轴接触, 关于流过电阻 R 的电流, 下列说法正确的是 ()

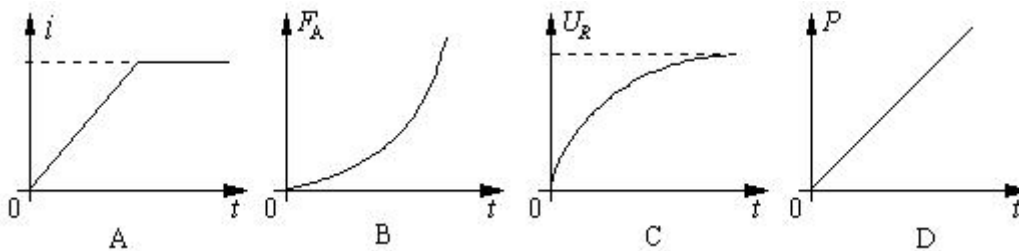


- A. 若圆盘转动的角速度恒定, 则电流大小恒定
- B. 若从上往下看, 圆盘顺时针转动, 则电流沿 a 到 b 的方向流动
- C. 若圆盘转动方向不变, 角速度大小发生变化, 则电流方向可能发生变化
- D. 若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍, 则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍

12. (2016 四川理综 7) 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 $F=F_0+kv$



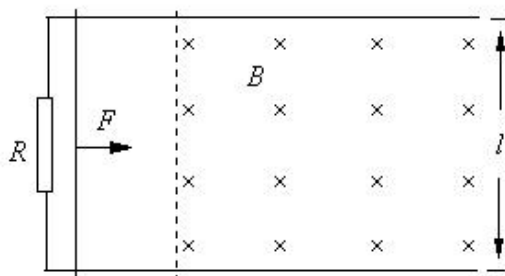
(F 、 k 是常量), 金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为 i , 受到的安培力大小为 F_A , 电阻 R 两端的电压为 U_R , 感应电流的功率为 P , 它们随时间 t 变化图像可能正确的有 ()



三、计算题

13. (2016 全国理综 2 卷 24). 如图, 水平面 (纸面) 内间距为 l 的平行金属导轨间接一电阻, 质量为 m 、长度为 l 的金属杆置于导轨上。 $t=0$ 时, 金属杆在水平向右、大小为 F 的恒定拉力作用下由静止开始运动, t_0 时刻, 金属杆进入磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场区域, 且在磁场中恰好能保持匀速运动。杆与导轨的电阻均忽略不计, 两者始终保持垂直且接触良好, 两者之间的动摩擦因数为 μ 。重力加速度大小为 g 。求:

- (1) 金属杆在磁场中运动时产生的电动势的大小; (2) 电阻的阻值。



14. (2016 江苏物理 13). 据报道, 一法国摄影师拍到“天宫一号”空间站飞过太阳的瞬间, 照片中“天宫一号”的太阳帆板轮廓清晰可见, 如图所示. 假设“天宫一号”正以速度 $v = 7.7 \text{ km/s}$ 绕地球做匀速圆周运动, 运动方向与太阳帆板两端 M、N 的连线垂直, M、N 间的距离 $L = 20 \text{ m}$, 地磁场的磁感应强度垂直于 v 、MN 所在平面的分量 $B = 1.0 \times 10^{-5} \text{ T}$, 将太阳帆板视为导体.

(1) 求 M、N 间感应电动势的大小 E ;

(2) 在太阳帆板上将一只“1.5 V 0.3 W”的小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路, 不计太阳帆板和导线的电阻, 试判断小灯泡能否发光, 并说明理由;

(3) 取地球半径 $R = 6.4 \times 10^3 \text{ km}$, 地球表面的重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, 试估算“天宫一号”距离地球表面的高度 h (计算结果保留一位有效数字).

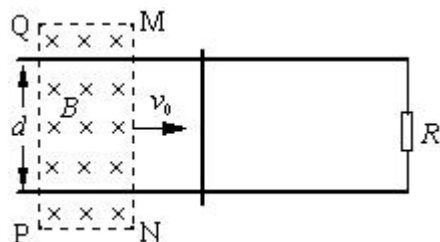


15. (2017 江苏物理 13) 如图所示, 两条相距 d 的平行金属导轨位于同一水平面内, 其右端接一阻值为 R 的电阻. 质量为 m 的金属杆静止在导轨上, 其左侧的矩形匀强磁场区域 $MNPQ$ 的磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下. 当该磁场区域以速度 v_0 匀速地向右扫过金属杆后, 金属杆的速度变为 v . 导轨和金属杆的电阻不计, 导轨光滑且足够长, 杆在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触. 求:

(1) MN 刚扫过金属杆时, 杆中感应电流的大小 I ;

(2) MN 刚扫过金属杆时, 杆的加速度大小 a ;

(3) PQ 刚要离开金属杆时, 感应电流的功率 P .

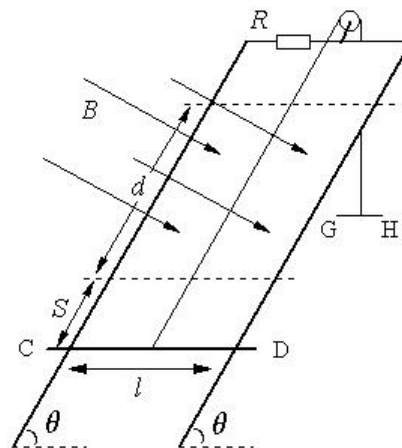




16. (2016 浙江理综 24) 小明设计的电磁健身器的简化装置如图所示，两根平行金属导轨相距 $l = 0.50\text{m}$ ，倾角 $\theta = 53^\circ$ ，导轨上端串接一个 $0.05\ \Omega$ 的电阻。在导轨间长 $d = 0.56\text{m}$ 的区域内，存在方向垂直导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度 $B = 2.0\ \text{T}$ 。质量 $m = 4.0\text{kg}$ 的金属棒 CD 水平置于导轨上，用绝缘绳索通过定滑轮与拉杆 GH 相连。CD 棒的初始位置与磁场区域的下边界相距 $S = 0.24\text{m}$ 。一位健身者用恒力 $F = 80\text{N}$ 拉动 GH 杆，CD 棒由静止开始运动，上升过程中 CD 棒始终保持与导轨垂直。当 CD 棒到达磁场上边界时健身者松手，触发恢复装置使 CD 棒回到初始位置（重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ，不计其他电阻、

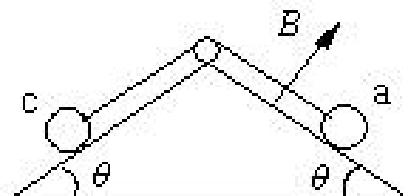
摩擦力以及拉杆和绳索的质量）。求

- (1) CD 棒进入磁场时速度 v 的大小；
- (2) CD 棒进入磁场时所受的安培力的大小；
- (3) 在拉升 CD 棒的过程中，健身者所做的功 W 和电阻产生的焦耳热 Q 。



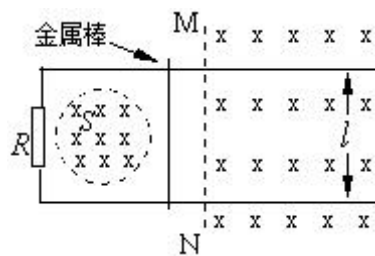
17. (2016 全国理综 1 卷 24) 如图, 两固定的绝缘斜面倾角均为 θ , 上沿相连。两细金属棒 ab (仅标出 a 端) 和 cd (仅标出 c 端) 长度均为 L , 质量分别为 $2m$ 和 m ; 用两根不可伸长的柔软导线将它们连成闭合回路 abdc, 并通过固定在斜面上沿的两光滑绝缘小定滑轮跨放在斜面上, 使两金属棒水平。右斜面上存在匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 方向垂直于斜面向上。已知两根导线刚好不在磁场中, 回路电阻为 R , 两金属棒与斜面间的动摩擦因数均为 μ , 重力加速度大小为 g , 已知金属棒 ab 匀速下滑。求:

- (1) 作用在金属棒 ab 上的安培力的大小;
- (2) 金属棒运动速度的大小。



18. (2016 全国理综 3 卷 25). 如图所示, 两条相距 l 的光滑平行金属导轨位于同一水平面 (纸面) 内, 其左端接一阻值为 R 的电阻; 一与导轨垂直的金属棒置于两导轨上; 在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为 S 的区域, 区域中存在垂直于纸面向里的均匀磁场, 磁感应强度大小 B_1 随时间 t 的变化关系为 $B_1 = kt$, 式中 k 为常量; 在金属棒右侧还有一匀强磁场区域, 区域左边界 MN (虚线) 与导轨垂直, 磁场的磁感应强度大小为 B_0 , 方向也垂直于纸面向里。某时刻, 金属棒在一外加水平恒力的作用下从静止开始向右运动, 在 t_0 时刻恰好以速度 v_0 越过 MN, 此后向右做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好, 它们的电阻均忽略不计。求:

- (1) 在 $t = 0$ 到 $t = t_0$ 时间间隔内, 流过电阻的电荷量的绝对值;
- (2) 在时刻 t ($t > t_0$) 穿过回路的总磁通量和金属棒所受外加水平恒力的大小。





19. (2017 天津理综物理 12) 电磁轨道炮利用电流和磁场的作用使炮弹获得超高速度, 其原理可用来研制新武器和航天运载器。电磁轨道炮示意如图, 图中直流电源电动势为 E , 电容器的电容为 C 。两根固定于水平面内的光滑平行金属导轨间距为 L , 电阻不计。炮弹可视为一质量为 m 、电阻为 R 的金属棒 MN , 垂直放在两导轨间处于静止状态, 并与导轨良好接触。首先开关 S 接 1, 使电容器完全充电。然后将 S 接至 2, 导轨间存在垂直于导轨平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场 (图中未画出), MN 开始向右加速运动。当 MN 上的感应电动势与电容器两极板间的电压相等时, 回路中电流为零, MN 达到最大速度, 之后离开导轨。问: (1) 磁场的方向; (2) MN 刚开始运动时加速度 a 的大小; (3) MN 离开导轨后电容器上剩余的电荷量 Q 是多少。

