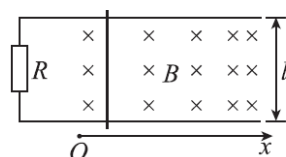


电磁感应计算题专项训练（一）

电磁感应的问题是综合应用动力学和能量观点，分析解决电磁感应过程中的运动和能量转化问题。复习注意“抓住两个定律，运用两种观点，分析三种电路”。两个定律是指法拉第电磁感应定律和楞次定律；两种观点是指动力学观点和能量观点，三种电路是指直流电路、交流电路和感应电路。

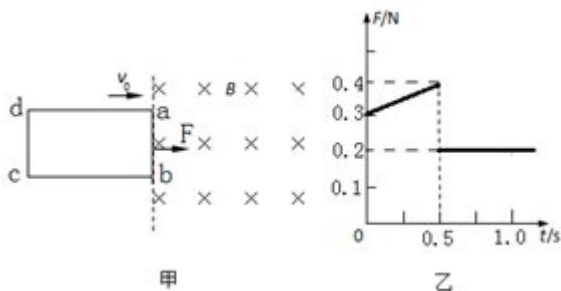
【例 1】如图，两根相距 $l=0.4\text{ m}$ 、电阻不计的平行光滑金属导轨水平放置，一端与阻值 $R=0.15\ \Omega$ 的电阻相连。导轨间 $x>0$ 一侧存在沿 x 方向均匀增大的稳恒磁场，其方向与导轨平面垂直，变化率 $k=0.5\text{ T/m}$ ， $x=0$ 处磁场的磁感应强度 $B_0=0.5\text{ T}$ 。一根质量 $m=0.1\text{ kg}$ 、电阻 $r=0.05\ \Omega$ 的金属棒置于导轨上，并与导轨垂直。棒在外力作用下从 $x=0$ 处以初速度 $v_0=2\text{ m/s}$ 沿导轨向右运动，运动过程中电阻上消耗的功率不变。求：

- (1) 回路中的电流；
- (2) 金属棒在 $x=2\text{ m}$ 处的速度；
- (3) 金属棒从 $x=0$ 运动到 $x=2\text{ m}$ 过程中安培力做功的大小；
- (4) 金属棒从 $x=0$ 运动到 $x=2\text{ m}$ 过程中外力的平均功率。



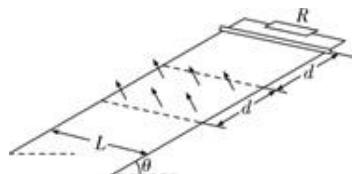
【变式 1】如图甲所示，空间存在一有界匀强磁场，磁场的左边界如虚线所示，虚线右侧足够大区域存在磁场，磁场方向竖直向下。在光滑绝缘水平面内有一长方形金属线框， ab 边长为 $l=0.2\text{ m}$ ，线框质量 $m=0.1\text{ kg}$ 、电阻 $R=0.1\ \Omega$ ，在水平向右的外力 F 作用下，以初速度 $v_0=1\text{ m/s}$ 匀加速进入磁场，外力 F 大小随时间 t 变化的图线如图乙所示。以线框右边刚进入磁场时开始计时，求：

- (1) 匀强磁场的磁感应强度 B ；
- (2) 线框进入磁场的过程中，通过线框的电荷量 q ；
- (3) 若线框进入磁场过程中 F 做功为 $W_F=0.27\text{ J}$ ，求在此过程中线框产生的焦耳热 Q 。



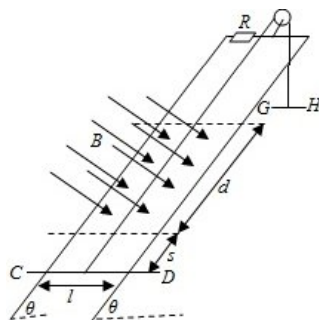
【例 2】如图所示，有一倾斜的光滑平行金属导轨，导轨平面与水平面的夹角 $\theta=30^\circ$ ，导轨间距为 $L=0.5\text{m}$ ，在导轨的中间矩形区域内存在垂直斜面向上的匀强磁场。一质量 $m=0.05\text{kg}$ 、有效电阻 $r=2\Omega$ 的导体棒从距磁场上边缘 d 处静止释放，当它进入磁场时刚好匀速运动，整个运动过程中，导体棒与导轨接触良好，且始终保持与导轨垂直，已知 $d=0.4\text{m}$ ，接在两导轨间的电阻 $R=6\Omega$ ，不计导轨的电阻，取 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 导体棒刚进入磁场时的速度 v ；
- (2) 导体棒通过磁场过程中，电阻 R 上产生的热量 Q_R ；
- (3) 导体棒通过磁场过程中，通过电阻 R 的电荷量 q 。



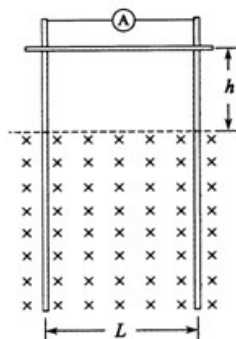
【变式 2】小明设计的电磁健身器的简化装置如图所示，两根平行金属导轨相距 $l=0.50\text{m}$ ，倾角 $\theta=53^\circ$ ，导轨上端串接一个 0.05Ω 的电阻。在导轨间长 $d=0.56\text{m}$ 的区域内，存在方向垂直导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度 $B=2.0\text{T}$ 。质量 $m=4.0\text{kg}$ 的金属棒 CD 水平置于导轨上，用绝缘绳索通过定滑轮与拉杆 GH 相连。 CD 棒的初始位置与磁场区域的下边界相距 $s=0.24\text{m}$ 。一位健身者用恒力 $F=80\text{N}$ 拉动 GH 杆， CD 棒由静止开始运动，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 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ=0.8$ ，不计其它电阻、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 F_A 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 。



【例 3】如图所示，两足够长的光滑金属导轨竖直放置，相距为 L ，一理想电流表与两导轨相连，匀强磁场与导轨平面垂直。一质量为 m 、有效电阻为 R 的导体棒在距磁场上边界 h 处静止释放。导体棒进入磁场后，流经电流表的电流逐渐减小，最终稳定为 I 。整个运动过程中，导体棒与导轨接触良好，且始终保持水平，不计导轨的电阻。求：

- (1) 磁感应强度的大小 B ；
- (2) 电流稳定后，导体棒运动速度的大小 v ；
- (3) 流经电流表电流的最大值 I_m 。



【变式 3】某兴趣小组用电流传感器测量某磁场的磁感应强度。实验装置如图甲，不计电阻的足够长光滑金属导轨竖直放置在匀强磁场中，导轨间距为 d ，其平面与磁场方向垂直。电流传感器与阻值为 R 的电阻串联接在导轨上端。质量为 m 、有效阻值为 r 的导体棒 AB 由静止释放沿导轨下滑，该过程中电流传感器测得电流随时间变化规律如图乙所示，电流最大值为 I_m 。棒下滑过程中与导轨保持垂直且良好接触，不计电流传感器内阻及空气阻力，重力加速度为 g 。求：

- (1) 求该磁场磁感应强度大小；
- (2) 求在 t_1 时刻棒 AB 的速度大小；
- (3) 在 $0 \sim t_1$ 时间内棒 AB 下降的高度为 h ，求此过程电阻 R 产生的电热。

