

江苏省仪征中学 2023-2024 学年度第二学期高三物理学科导学案

“电磁感应中杆、框”模型

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 授课日期：_____

【课程标准】

1. 安培力大小的计算： $F=BIL=BL \cdot ER=B^2L^2vR$ ；方向的判断。
2. 感应电荷量的计算。
3. 电磁感应电路中因电流热效应产生的热量

【自主导学】

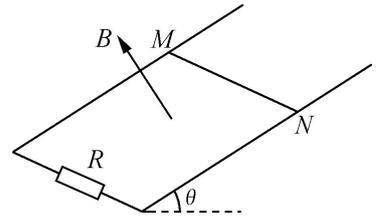
1. 单杆+导轨+电阻。
2. 双杆+导轨+电阻。
2. 电磁感应中的导体框类问题

【重点导思】

考点一 电磁感应中单杆模型

例 1. 如图所示，足够长的 U 形导体框架的宽度 $L=0.5\text{ m}$ ，底端接有阻值 $R=0.5\ \Omega$ 的电阻，导体框架电阻忽略不计，其所在平面与水平面成 $\theta=37^\circ$ 角。有一磁感应强度 $B=0.8\text{ T}$ 的匀强磁场，方向垂直于导体框架平面向上。一根质量 $m=0.4\text{ kg}$ 、电阻 $r=0.5\ \Omega$ 的导体棒 MN 垂直跨放在 U 形导体框架上，某时刻起将导体棒 MN 由静止释放。已知导体棒 MN 与导体框架间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。(取 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， $g=10\text{ m/s}^2$)

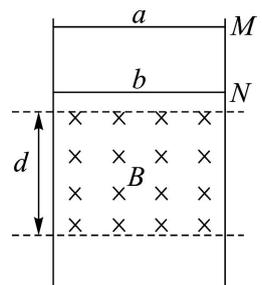
- (1) 求导体棒刚开始下滑时的加速度大小。
- (2) 求导体棒运动过程中的最大速度大小。
- (3) 从导体棒开始下滑到速度刚达到最大的过程中，通过导体棒横截面的电荷量 $q=4\text{ C}$ ，求导体棒 MN 在此过程中消耗的电能。



考点二 电磁感应中双杆模型

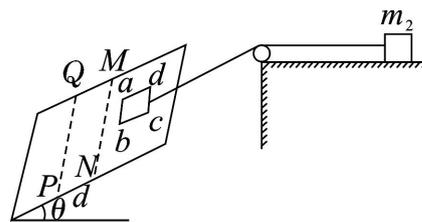
例 2. 如图所示，两根电阻忽略不计、互相平行的光滑金属导轨竖直放置，相距 $L=1\text{ m}$ ，在水平虚线间有与导轨所在平面垂直的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.5\text{ T}$ ，磁场区域的高度 $d=1\text{ m}$ ，导体棒 a 的质量 $m_a=0.2\text{ kg}$ ，电阻 $R_a=1\ \Omega$ ，导体棒 b 的质量 $m_b=0.1\text{ kg}$ ，电阻 $R_b=1.5\ \Omega$ 。它们分别从图中 M 、 N 处同时由静止开始在导轨上无摩擦向下滑动， b 匀速穿过磁场区域，且当 b 刚穿出磁场时， a 正好进入磁场，取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，不计 a 、 b 棒之间的相互作用，导体棒始终与导轨垂直且与导轨接触良好。

- (1) 求 b 棒穿过磁场区域过程中克服安培力所做的功。
- (2) 求 a 棒刚进入磁场时两端的电势差。
- (3) 若 a 棒以进入磁场时的加速度做匀变速运动，求对 a 棒施加的外力随时间的变化关系(从 a 棒进入磁场时计时)。



考点二 电磁感应中框模型

例3. 如图所示, 在倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面上存在一垂直斜面向上的匀强磁场区域 $MNPQ$, 磁感应强度 B 的大小为 5 T , 磁场宽度 $d=0.55\text{ m}$. 有一边长 $L=0.4\text{ m}$ 、质量 $m_1=0.6\text{ kg}$ 、电阻 $R=2\ \Omega$ 的正方形均匀导体线框 $abcd$ 通过一轻质细线跨过光滑的定滑轮与一质量 $m_2=0.4\text{ kg}$ 的物体相连. 物体与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.4$, 将线框从图示位置由静止释放, 物体到定滑轮的距离足够长. (取 $g=10\text{ m/s}^2$ 、 $\sin 37^\circ=0.6$ 、 $\cos 37^\circ=0.8$)

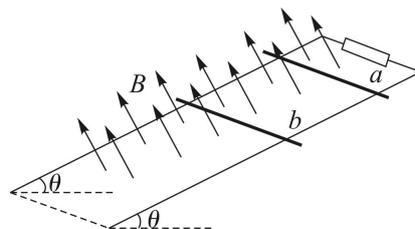


- (1) 求线框 $abcd$ 还未进入磁场的运动过程中, 细线中的拉力大小.
- (2) 当 ab 边刚进入磁场时, 线框恰好做匀速直线运动, 求线框刚释放时 ab 边距磁场 MN 边界距离 x .
- (3) 在(2)问中的条件下, 若 cd 边离开磁场边界 PQ 时, 速度大小为 2 m/s , 求整个运动过程中 ab 边产生的热量.

【随堂导练】

1. 如图所示, 电阻不计的平行金属导轨固定在倾角 $\theta=37^\circ$ 的绝缘斜面上, 导轨间距 $L=0.5\text{ m}$, 导轨上端接一阻值 $R=1\ \Omega$ 的电阻. 匀强磁场垂直穿过导轨平面, 磁感强度 $B=2\text{ T}$. 两导体棒 a 、 b 质量均为 $m=1\text{ kg}$ 、电阻均为 $r=0.5\ \Omega$, 且导体棒 a 与导轨之间的滑动摩擦因数 $\mu_1=0.5$, 导体棒 b 与导轨之间的滑动摩擦因数 $\mu_2=0.8$. 开始时 a 棒固定, b 棒静止, 现让 a 棒由静止开始下滑, 当 b 棒在安培力作用下刚要开始运动时, 两棒恰好相碰, 并一起向下运动. a 、 b 始终与导轨垂直并保持良好接触. 取 $\sin 37^\circ=0.6$ 、 $\cos 37^\circ=0.8$ 、 $g=10\text{ m/s}^2$.

- (1) 求 a 棒跟 b 棒刚要相碰时, a 棒的速度大小.
- (2) 求 a 、 b 棒一起下滑的最大速度.
- (3) 若两棒相碰后, 经过 $t=154\text{ s}$ 发现已经达到最大速度, 求在这段时间内电路中产生的热量.



【导思总结】模型特点

- (1) 线框只有在进入和穿出磁场的过程中, 磁通量发生变化产生感应电流.
- (2) 解决此类问题时常将两棒视为一个系统, 运用动量守恒(动量定理)和功能关系求解.
- (3) 外力要克服安培力做功, 常利用能量转化与守恒的观点解决问题.

【导学感悟】本节课你学到了什么?

【导练巩固】《考前特训》