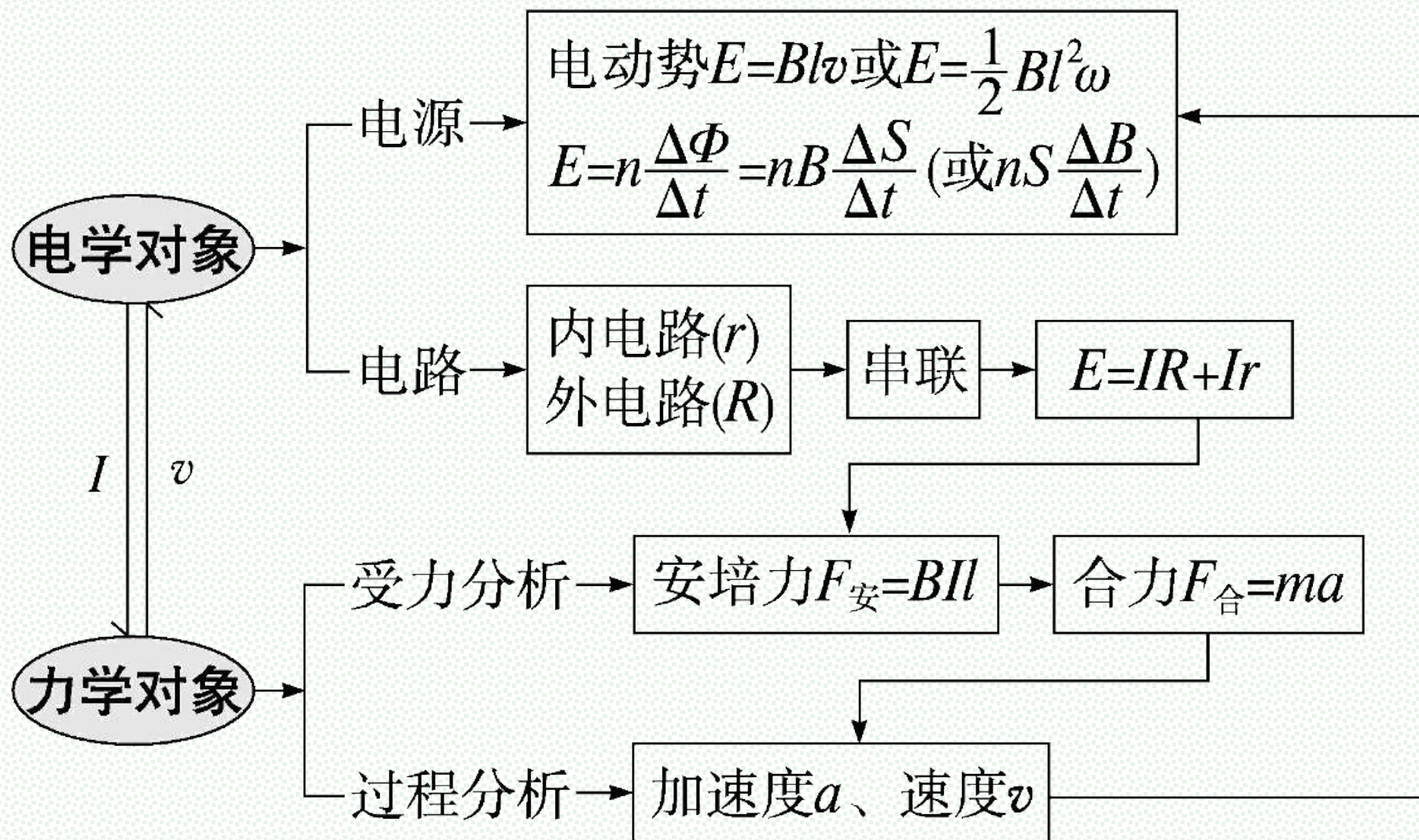


第4讲 专题提升 电磁感应中的动力学和能量问题

专题概述:电磁感应中的动力学问题涉及电学对象和力学对象,一般的思路是“先电后力”,即先分析由电磁感应所产生的电源,确定电动势 E 和内阻 r ,画等效电路图分析电路关系,然后选取研究对象(杆或线圈)进行受力分析,最后结合动力学规律解决问题;对于能量问题和动量问题,在明确内外电路的基础上,注意能量的来源和去向,结合功能关系和动量关系分析。

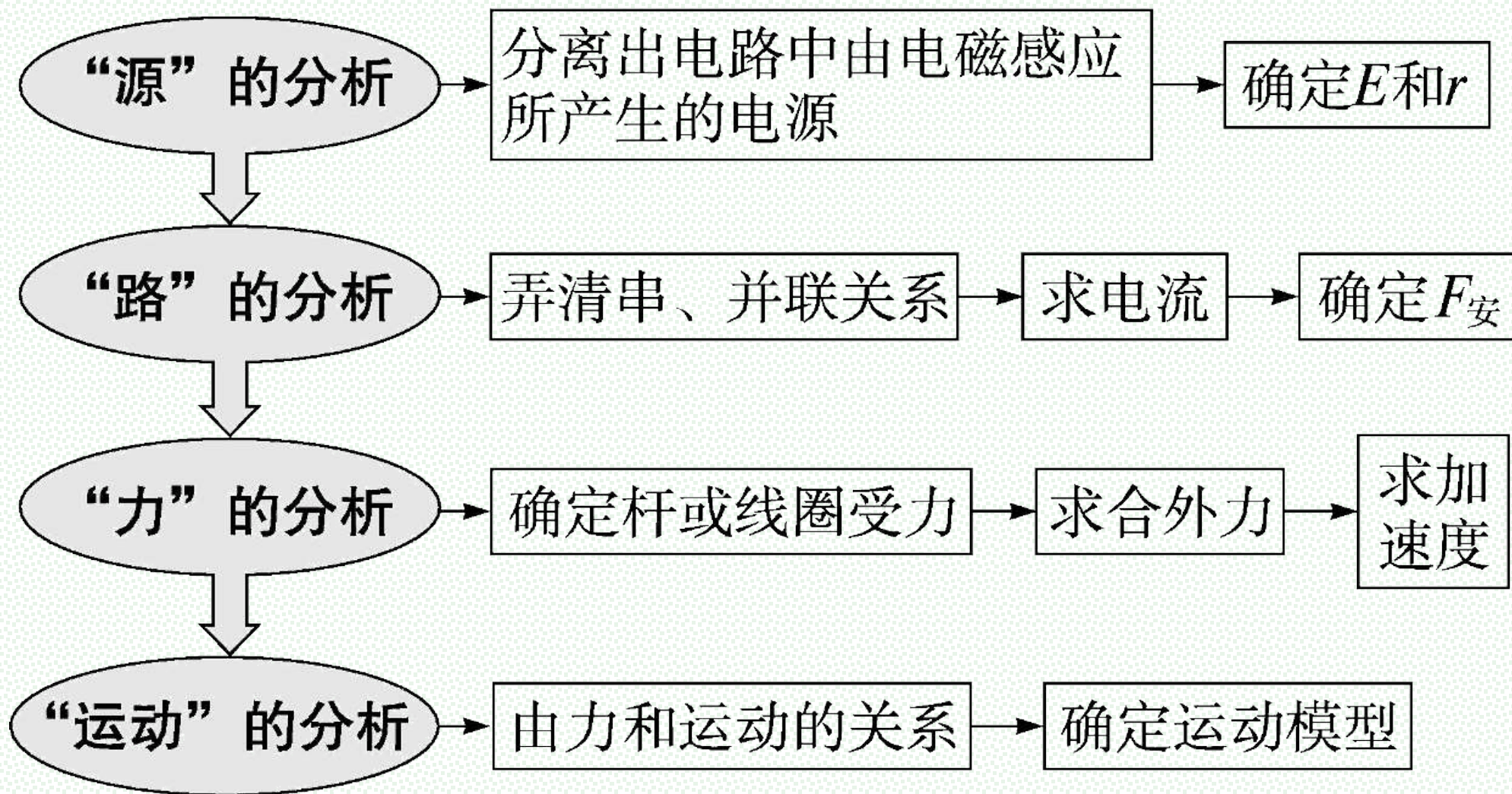
题型一 电磁感应中的动力学问题

一、电学对象与力学对象的转换及关系



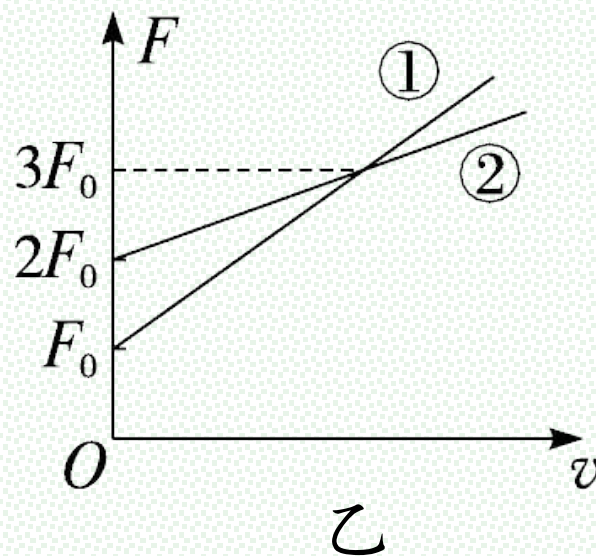
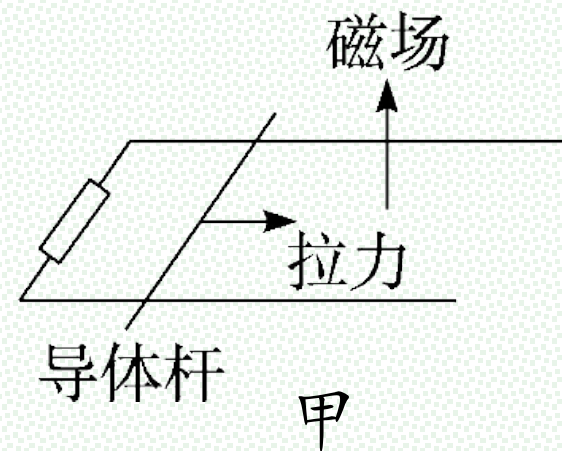
二、分析电磁感应现象中动力学问题的基本步骤

解决电磁感应中的动力学问题的一般思路是“先电后力”,具体思路如下:



考向一 水平面上的动力学问题

典题1 (2022重庆卷)如图甲所示,光滑的平行导电轨道水平固定在桌面上,轨道间连接一可变电阻,导体杆与轨道垂直并接触良好(不计杆和轨道的电阻),整个装置处在垂直于轨道平面向上的匀强磁场中。杆在水平向右的拉力作用下先后两次都由静止开始做匀加速直线运动,两次运动中拉力大小与速率的关系如图乙所示。其中,第一次对应直线①,初始拉力大小为 F_0 ,改变电阻阻值和磁感应强度大小后,第二次对应直线②,初始拉力大小为 $2F_0$,两直线交点的纵坐标为 $3F_0$ 。若第一次和第二次运动中的磁感应强度大小之比为 k 、电阻的阻值之比为 m 、杆从静止开始运动相同位移的时间之比为 n ,则 k 、 m 、 n 可能为()



A. $k=2$ 、 $m=2$ 、 $n=2$

B. $k=2\sqrt{2}$ 、 $m=2$ 、 $n=\sqrt{2}$

C. $k=\sqrt{6}$ 、 $m=3$ 、 $n=\sqrt{2}$

D. $k=2\sqrt{3}$ 、 $m=6$ 、 $n=2$

答案 C

解析 由题知杆在水平向右的拉力作用下先后两次都由静止开始做匀加速直线运动,则在 $v=0$ 时,分别有 $a_1=\frac{F_0}{m}$ 、 $a_2=\frac{2F_0}{m}$,则第一次和第二次运动中,杆从静止开始运动相同位移有 $s=\frac{1}{2}a_1t_1^2$ 、 $s=\frac{1}{2}a_2t_2^2$,则 $n=\sqrt{2}$,第一次和第二次运动中,根据牛顿第二定律有 $F-\frac{B^2L^2v}{R}=ma$,整理有 $F=ma+\frac{B^2L^2v}{R}$,则可知两次运动中 $F-v$ 图像的斜率为 $\frac{B^2L^2}{R}$,则有 $2=\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{B_1^2}{B_2^2} = \frac{1}{m} \cdot k^2$,故选 C。

考向二 竖直面上的动力学问题

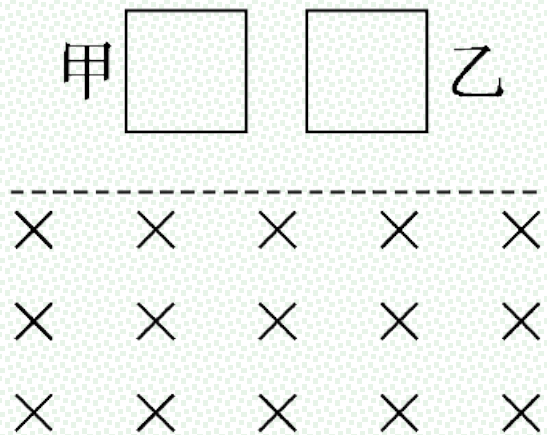
典题2 (多选)(2021全国甲卷)由相同材料的导线绕成边长相同的甲、乙两个正方形闭合线圈,两线圈的质量相等,但所用导线的横截面积不同,甲线圈的匝数是乙的2倍。现两线圈在竖直平面内从同一高度同时由静止开始下落,一段时间后进入一方向垂直于纸面的匀强磁场区域,磁场的上边界水平,如图所示。不计空气阻力,已知下落过程中线圈始终平行于纸面,上、下边保持水平。在线圈下边进入磁场后且上边进入磁场前,可能出现的是(**AB**)

A. 甲和乙都加速运动

B. 甲和乙都减速运动

C. 甲加速运动,乙减速运动

D. 甲减速运动,乙加速运动



解析 根据电阻定律, $R = \frac{\rho L}{S}$, 由于质量相同, 假设乙的横截面积为 S , 边长为 l , 匝

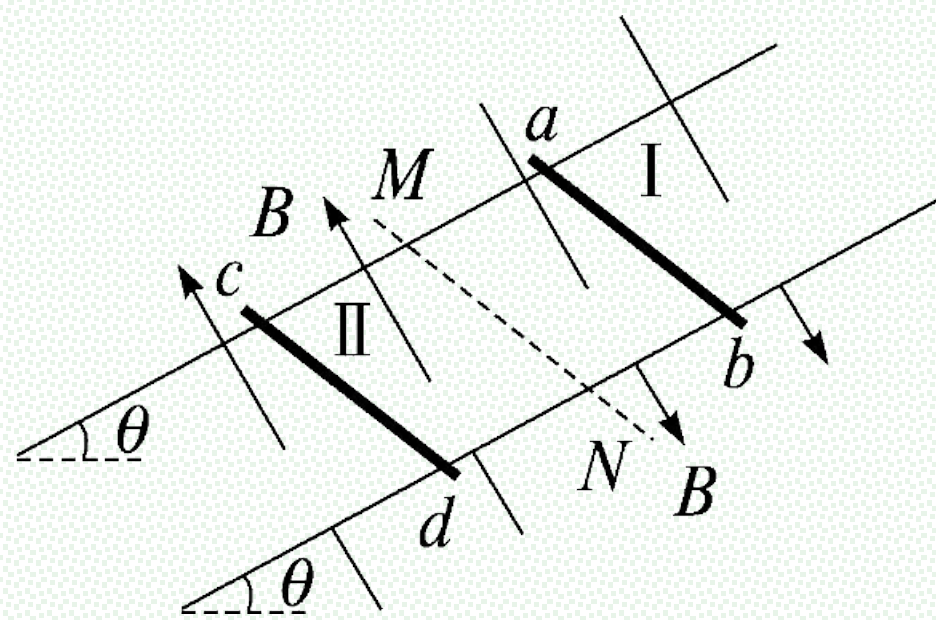
数为 n , 可以求出甲的电阻 $R_{\text{甲}} = \frac{\rho 8nl}{\frac{S}{2}} = 4 \times \frac{\rho \times 4nl}{S} = 4R_{\text{乙}}$ 。根据闭合电路欧姆定

律, $I = \frac{BLv}{R}$, 安培力公式 $F = BIL$, 两者联立可得 $F = \frac{B^2 L^2 v}{R}$, 可得 $F_{\text{甲}} = F_{\text{乙}} = \frac{n^2 B^2 l^2 v}{R_{\text{乙}}}$; 当

重力大于安培力时, 甲和乙都做加速运动, **A** 正确; 当重力小于安培力时, 甲和乙都做减速运动, **B** 正确; 甲和乙受力情况相同, 合力相同, 要么都加速, 要么都减速, 不可能一个加速, 一个减速, **C**、**D** 错误; 故选 **AB**。

考向三 斜面上的动力学问题

典题3 (多选)(2023山东泰安一模)如图所示,两根足够长的平行金属导轨与水平面夹角为 $\theta=30^\circ$,两导轨间距为0.4 m,导轨电阻不计。导轨所在空间被分成足够长的区域 I 和 II,两区域的边界与斜面的交线为 MN ,区域 I 中分布有垂直斜面向下的匀强磁场,区域 II 中分布有垂直斜面向上的匀强磁场,两磁场的磁感应强度大小均为 $B=0.5\text{ T}$ 。在区域 I 中,将质量 $m_1=0.1\text{ kg}$ 、电阻 $R_1=0.1\ \Omega$ 的金属条 ab 放在导轨上, ab 刚好不下滑。然后,在区域 II 中将质量 $m_2=0.4\text{ kg}$ 、电阻 $R_2=0.1\ \Omega$ 的光滑导体棒 cd 置于导轨上,由静止开始下滑。 cd 在滑动过程中始终处于区域 II 的磁场中, ab 、 cd 始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触, g 取 10 m/s^2 ,则()



- A. 经过足够长的时间后, ab 和 cd 最终以相同的速度运动
- B. 经过足够长的时间后, ab 和 cd 最终以相同大小的加速度运动
- C. 当 cd 的速度大小为 5 m/s 时, ab 刚要开始滑动
- D. 当 cd 的速度大小为 2.5 m/s 时, ab 刚要开始滑动

答案 BC

解析 由题意可知,开始时金属条 ab 与金属导轨间的最大静摩擦力 $f=m_1g\sin\theta$,方向沿着金属导轨向上,开始时导体棒 cd 加速下滑,根据右手定则可知,产生的感应电流从 d 到 c ,根据左手定则可知,金属条 ab 所受安培力沿着金属导轨向上,随着导体棒 cd 速度增大,感应电流变大,金属条 ab 所受安培力变大,当安培力等于 $m_1g\sin\theta+f$ 时,金属条 ab 刚要开始滑动,此时 $BI_1L=m_1g\sin\theta+F_f$,解得 $I_1=5\text{ A}$,导体棒 cd 产生的感应电动势 $E=I_1(R_1+R_2)=1\text{ V}$,则导体棒 cd 的速度 $v_1=\frac{E}{BL}=5\text{ m/s}$,C正确,D错误;金属条 ab 开始运动后,产生的感应电流与导体棒 cd 产生的感应电流相反,由于导体棒 cd 有较大的速度,所以导体棒 cd 产生的感应电流大于金属条 ab 产生的感应电流,设当电流为 I_2 时,满足 $\frac{m_2g\sin\theta-BI_2L}{m_2}=\frac{BI_2L-m_1g\sin\theta-f}{m_1}$,解得 $I_2=6\text{ A}$,此时金属条 ab 和导体棒 cd 的加速度相等,此后金属条 ab 和导体棒 cd 的速度差恒定,产生的感应电流大小不变,金属条 ab 和导体棒 cd 以相同大小的加速度运动,A错误,B正确。

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/677010060061010003>