

19.022 年，我国阶段性建成并成功运行了“电磁撬”，创造了大质量电磁推进技术的世界最高速度纪录。一种两级导轨式电磁推进的原理如图所示。两平行长直金属导轨固定在水平面，导轨间垂直安放金属棒。金属棒可沿导轨无摩擦滑行，且始终与导轨接触良好，电流从一导轨流入，经过金属棒，再从另一导轨流回，图中电源未画出。导轨电流在两导轨间产生的磁场可视为匀强磁场，磁感应强度  $B$  与电流  $i$  的关系式为  $B = ki$  ( $k$  为常量)。金属棒被该磁场力推动。当金属棒由第一级区域进入第二级区域时，回路中的电流由  $I$  变为  $2I$ 。已知两导轨内侧间距为  $L$ ，每一级区域中金属棒被推进的距离均为  $s$ ，金属棒的质量为  $m$ 。求：

- (1) 金属棒经过第一级区域时受到安培力的大小  $F$ ；
- (2) 金属棒经过第一、二级区域的加速度大小之比  $a_1 : a_2$ ；
- (3) 金属棒从静止开始经过两级区域推进后的速度大小  $v$ 。

