

短文荟萃

电动势的相对运动问题分析

彭爱华

[中国石油大学(华东)理学院 山东 青岛 266580]

(收稿日期:2019-07-11)

历史上,由于电磁学规律不满足伽利略变化,从而引出后来的狭义相对论^[1~3].在大学物理电磁学的教学中可用狭义相对论定性解释关于电动势的相对运动问题,没有复杂的定量计算,但可以有效帮助学生理解电磁学和狭义相对论的关系.

1 动生电动势与感生电动势是统一的

如图 1 所示,一个条形磁铁和一个闭合回路靠近,从回路来看,回路静止,磁铁靠近,回路所在区域的磁场发生变化,回路中产生感生电动势.从磁铁来看,磁铁静止,回路靠近,磁场不变,回路运动,回路中产生动生电动势.参考系不同,不管是用动生电动势还是感生电动势,都是可以解释电动势的产生的^[4].

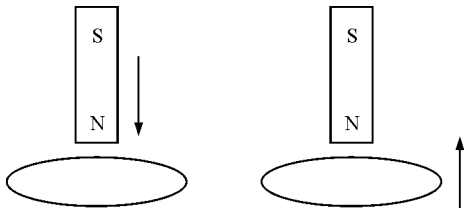


图 1 磁铁和回路靠近

2 导体棒在匀强磁场中运动产生电动势的问题

如图 2 所示,一根导体棒在匀强磁场中运动,从磁场看,导体棒运动,导体棒中产生动生电动势.从导体棒看,磁场动,但磁场是匀强磁场,如何解释导体棒中电动势产生的原因呢?

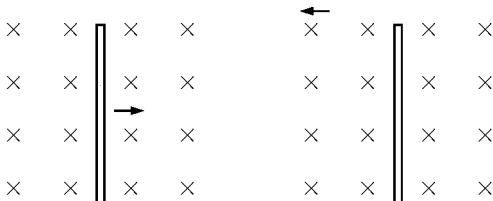


图 2 导体棒在匀强磁场中运动

3 过渡问题

载流导线中有恒定电流,载流导线外有平行导线运动的一个电子,电子的运动速度和导线中定向运动的电子的运动速度相同.从载流导线看,载流导线外部有磁场,磁场对运动电荷有磁场力,导线外电子受磁场力作用会靠近导线.从导线外的电子看,导线外的电子静止,载流导线中电子静止,载流导线中正电荷定向运动,载流导线还是有电流的,载流导线外部有磁场,但是磁场对静止电子没有磁场力,如何解释电子会靠近导线?

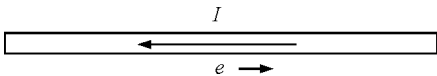


图 3 载流导线和运动的电子

4 过渡问题的解释

载流导线可看成负电荷构成的棒和正电荷构成的棒的组合,从导线外的电子来看,负电荷的棒是静止的,正电荷的棒是运动的,正电荷的棒的长度在运动方向上发生长度收缩,正电荷的体密度变大,载流导线不再是中性的棒而是带正电荷的棒,正电荷会对导线外的电子有吸引的电场力,所以电子会靠近导线.

5 导体棒在匀强磁场中运动产生电动势的问题解释

一根导体棒在均匀磁场中运动,从磁场看,导体棒运动,导体棒中产生动生电动势.从导体棒看,磁场动,但磁场不再是匀强磁场,因为基于狭义相对论,产生磁场的运动电荷的运动状态不同了,如果磁场不再是匀强磁场,且磁场运动,则导体棒中会产生感生电动势.

电场和磁场本质是一样的,它们是不同的参考系下同种物质的不同表现形式.

参考文献

- 1 李元成. 大学物理. 东营: 中国石油大学出版社, 2014. 320
- 2 张立红, 刘冰. 大学物理学. 北京: 高等教育出版社, 2017. 127
- 3 李天发, 赵立竹, 冯杰, 等. 论狭义相对论的建立. 物理通报, 2016(11): 28 ~ 31
- 4 林辉庆. 动生电动势与感生电动势的统一. 物理通报, 2011(2): 73 ~ 75