关于经典电磁理论里电场强度、运动速度具体含义的实验构想

杨正瓴

天津大学 电气自动化与信息工程学院
天津市南开区卫津路 92 号，邮编: 300072，中国

prai@tju.edu.cn

<http://blog.sciencenet.cn/u/zlyang>

2021-09-19 试贴。

摘要: 在面积无限大的磁感应强度为有限值的均匀磁场里运动的导体，会感受到磁场的变化，从而产生感生电势。类似地，在面积无限大的电场强度为有限值的均匀电场里运动的电荷或载流导线，是否会感受到电场的变化？进而受到电场变化引起的磁力作用？

关键词 Key words: 宏观点电荷, 均匀运动, 静电场, 载流导线, 平行导体板, 磁力, macroscopic point charge, uniform motion, electrostatic field, current-carrying wire, parallel conductor plate, magnetic force

据称伽利略曾经说：“科学的真理不应在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找，而应该在实验中和以实验为基础的理论中去找。真正的哲学是写在那本经常在我们眼前打开着的最伟大的书里面的。这本书就是宇宙，就是自然本身，人们必须去读它。”

以下思考题均属于宏观范围问题，请不必考虑量子力学。亦即只在经典电磁学和相对论的范围内思考。

在均匀磁场里运动的导线，会“发觉磁场的变化”，从而出现感生电势或感生电流。类似地，在均匀电场里匀速运动的宏观点电荷，会不会感受到磁力作用？这个“匀速运动”是怎样定义的，对哪个观察者而言？该宏观点电荷会“发觉电场的变化”吗？

经典电磁理论里，安培力 (Ampère's force) 公式、毕奥—萨伐尔定律 (Biot - Savart law)、洛伦兹力 (Lorentz force) 等公式里，都有机械运动速度 $\mathbf{v}$ 、电场强度 $\mathbf{E}$ 、磁感应强度 $\mathbf{B}$ 等基本变量。这些抽象的变量，到底是什么含义？在具体问题里怎样具体的确定其取值？

1831 年 10 月 28 日法拉第发明了圆盘发电机 (homopolar generator, basic Faraday disc generator, Faraday disc, Faraday wheel)。它是人类历史上的第一台以机械力为动力的发电机。其理论解释却有不少争议。涉及到了机械运动速度 $\mathbf{v}$ 、磁感应强度 $\mathbf{B}$ 等基本含义。

类似地，构造了下面的机械匀速运动速度 $\mathbf{v}$ 、面积无限大的但电场强度 $\mathbf{E}$ 为有限值的物理实验。不知道在下面的这些物理实验里会出现什么现象？

一、思考题一

图 1 示意图：面积无限大的均匀静电场 $\mathbf{E}$ 里，匀速运动的点电荷 q 会受到磁力的作用吗？

在一个面积无限大，但电场强度为均匀有限值的静电场 E 里，

① 一个宏观点电荷 q 按图示方向以“速度 v ”做匀速运动。请问，该点电荷 q 会受到磁力的作用吗？

② 反过来，该宏观点电荷 q 静止，均匀有限值的静电场 E （和平板导体）以“速度 v ”做匀速运动。请问，该点电荷 q 会受到磁力的作用吗？

③ 宏观点电荷 q 按换成一个小磁针。该小磁针匀速运动时，是否受到磁力的作用？

二、思考题二

图2 示意图：面积无限大的均匀静电场 E 里，载流导线受到磁力的作用吗？

在上题里，宏观点电荷换成一个均匀的宏观载流导线，且该导线里流过电流强度为 I 的稳恒直流。

① 该载流导线会受到磁力的作用吗？

② 载流导线以“速度 v ”做匀速运动。请问，该载流导线受到磁力的情况？

③ 均匀静电场 E （和平板导体）以“速度 v ”做匀速运动。请问，该载流导线受到磁力的情况？

三、思考题三

图3 示意图：匀速运动的两个带电导体板之间会出现磁力的作用吗？

不妨假设上面的“一个面积无限大，均匀有限值电场强度的静电场”是由平行导体板构成（类似平板电容器）。假设上下两个导体板都做匀速运动，且 v_1 、 v_2 方向相反。请问，这两个导体板之间会出现磁力的作用吗？

请不要再给我理论了。

物理学，归根到底是实验科学！

正如丁肇中说：“不怎么办，继续做实验。”

以上的困惑和思考，敬请有关专家们的指教！感谢！

参考资料:

- [1] 人民网, 2014-10-20, “J” 粒子发现 40 周年 丁肇中: 经验对我没有意义

<http://edu.people.com.cn/n/2014/1020/c1006-25868925.html>

<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2014/10/305802.shtm>

曾经, 在丁肇中实验的某一领域, 专家们给出了 200 余种理论。有人问他哪个是对的, 该怎么办? 他回答: “不怎么办, 继续做实验。”

- [2] 杨正瓴, 2016-10-13, [讨论] 电磁学(物理学)的基础: 磁场的起因

<http://blog.sciencenet.cn/blog-107667-1008502.html>

- [3] YANG, Zheng-Ling. 2021. “磁场和电磁波依赖参照系(坐标系)吗? .” OSF Preprints. April 14. doi:10.31219/osf.io/an9pm.

<https://osf.io/an9pm/>

- [4] YANG, Zheng-Ling. 2021. “建议从地球静止轨道卫星的天空位置数据分析来寻找‘引力磁’.” OSF Preprints. April 12. doi:10.31219/osf.io/p2kae.

<https://osf.io/p2kae/>

- [5] YANG, Zheng-Ling. 2021. “建议用物理实验精确测量多平行导线之间的电磁作用力.” OSF Preprints. April 9. doi:10.31219/osf.io/473du.

<https://osf.io/473du/>

- [6] YANG, Zheng-Ling. 2021. “坡印廷矢量(Poynting Vector): 数学抽象, 还是物理实在? .” OSF Preprints. February 5. doi:10.31219/osf.io/eh3k4.

<https://osf.io/eh3k4/>

- [7] YANG, Zheng-Ling. 2021. “宏观点电荷激发出的磁场、电磁波判定实验原理.” OSF Preprints. February 4. doi:10.31219/osf.io/6v5m4.

<https://osf.io/6v5m4/>

- [8] 科学智慧火花, 2012-04-12, SI 基本单位中安培定义的两种可能缺陷

<http://idea.cas.cn/viewdoc.action?docid=4681>