

基于实验合理外推线圈在辐向磁场中的受力情况

黄卫良

(张家港市乐余高级中学 江苏 苏州 215621)

(收稿日期:2020-10-21)

摘要:单匝线圈在辐向磁场中的受力情况,很多教师都用纯数学方法(微元法)推导出其有效长度为线圈周长.文章用音频电流通过方形线圈,依次增加磁铁的个数让学生感觉音量的变化,并进一步合理外推出同样的结论.不仅让学生体会基于实验合理外推这一科学的研究方法,还能让学生对扬声器的工作原理有清晰的认识.

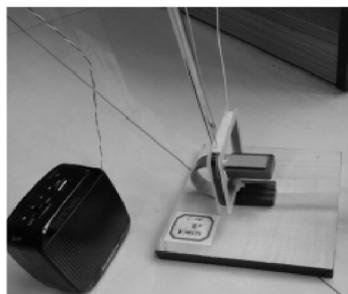
关键词:辐向磁场 微元法 合理外推

用微元法推导线圈在辐射磁场中的受力情况,严格说是一种纯数学方法^[1].作为补充,笔者在实验基础上进行合理外推,更符合学生的科学认知规律.

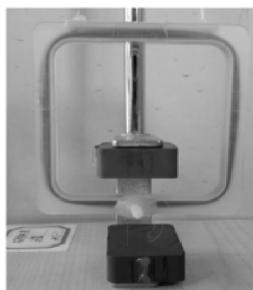
1 让方形线圈唱歌

找一个老人用听戏机,插入存有 MP3 歌曲的内

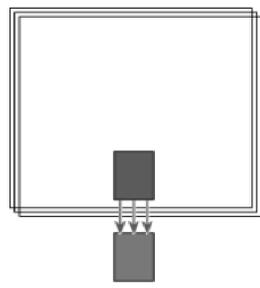
存卡,并打开后盖,把焊接在喇叭上的两根导线脱开,将这两根导线延长后接到方形线圈的两端,即用方形线圈代替了喇叭,如图 1 所示,并在方形线圈的一条边附近放置 1 块小型马蹄形磁铁.



(a)给线圈通音频电流



(b)蹄形磁铁正视图



(c)磁铁示意图

图 1 音频电流通入方形线圈

教师:同学们,见证奇迹的时刻到了,请注意倾听.

力,从而带动线圈振动而发出声音.

学生:天哪.方形线圈居然会发出音乐?会不会另外有喇叭在播放?

教师让学生上讲台检查,学生发现的确是方形线圈在发声,但即使把播放器的音量旋钮调节到最大位置,线圈播放的声音还是比较微弱.

教师:线圈为什么会唱歌呢?

学生:……

教师接下来再把一个电流传感器串联入方形线圈回路,让学生观察其中电流的变化^[2],如图 2 所示.

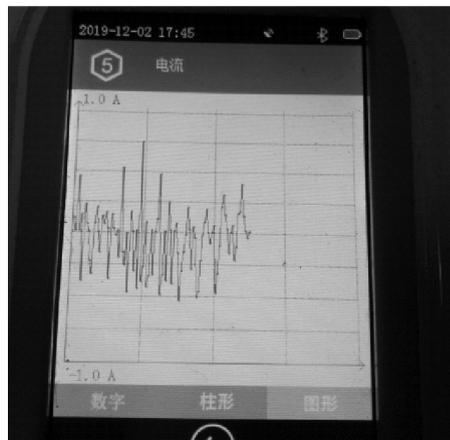


图 2 传感器检测方形线圈中电流

学生:明白了,线圈中通有大小方向不断变化的电流,磁场就对线圈产生大小方向不断变化的安培

教师:很好.这样的电流称为音频电流,其变化规律和录制音乐的规律是一致的.

2 增加马蹄形磁铁的数量

教师:用一个马蹄形磁铁,线框唱歌的音量实在是太小了.接下来老师放入第2、第3个马蹄形磁铁,同学们认真观察,看看有什么变化?

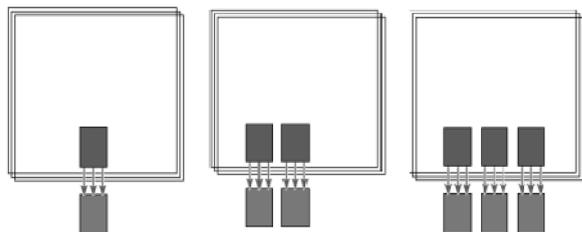
学生:线框播放音乐的声音变大了.

教师:为什么声音变大?同学们会解释吗?

学生:因为导线在磁场中的有效长度变长了.

教师:很好.

教师接下来PPT展示以上用1,2,3块磁铁实验的示意图,如图3所示.

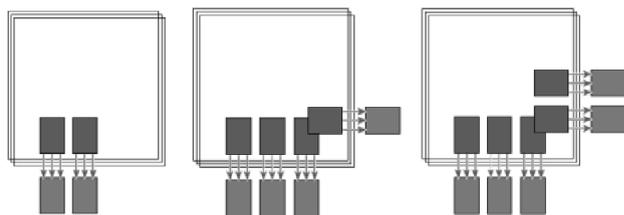


依次加入1块、2块、3块磁铁,可发现线圈发出的音乐逐渐变强

图3 增加磁铁进行实验

3 合理外推

教师:同学们,在依次放入1,2,3块马蹄形磁铁的实验基础上,我们把磁铁越放越多,如图4所示.请同学们合理外推下,线框在磁场中的有效长度,最大可以达到多少?



合理外推:随着磁铁越放越多,线框在磁场中有效长度最大是多少?

图4 合理外推线框在磁场中的最大有效长度

学生:应该是线框的4条边全部放满磁铁,最大有效长度,就是线框的周长.

教师:很好,当线圈4条边都放满磁铁后,就可以把所有磁铁合并为一个大的方形磁铁,线框外侧就是S极,内侧就是N极,这实际上已经是一个方形辐向磁场了.

教师投影展示示意图,如图5所示.

教师:同学们,有没有发现,如果把把这个方形的

辐向磁场进一步合理外推为圆形辐向磁场,如图6所示,则线圈在磁场中的最大有效长度就变为多少?

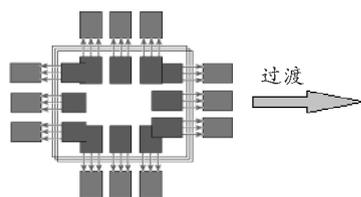


图5 四周放满磁铁合理外推为方形辐向磁场

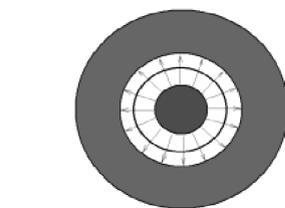
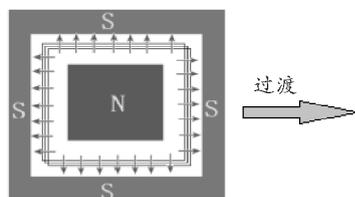


图6 方形辐向磁场合理外推为圆形辐向磁场

学生:就是其周长.

教师:如果考虑线圈的匝数呢?

学生:就是周长与匝数的乘积.

教师:很好,我们通过实验,再进一步合理外推,发现了圆形辐向磁场中的线圈,其在磁场中的有效长度就是周长与匝数的乘积,这样线圈受到的安培力就最大,线圈振动的效率就最高.实际的扬声器就是因为采用了这样的辐向磁场,而有效提高了振动发声的效率.同学们课后可以找个废旧玩具上的小喇叭拆下磁铁,去进一步了解辐向磁场.

参考文献

- 1 章亚琴.电磁感应背景下两类辐向磁场难点问题探讨[J].物理之友,2018,34(05):40~42
- 2 何忠燕.STEM教育理念下动圈式扬声器原理教学及制作[J].物理通报,2019(06):52~55