

# 为什么带电圆环中心处电场线最密而场强为零

刘 玉

(哈尔滨德强高中 黑龙江 哈尔滨 150036)

(收稿日期:2019-12-18)

**摘 要:**由均匀带正电圆环的电势,画出带电圆环内侧电场线分布,可知圆环的圆心处电场线最密集即场强“最大”,而根据场强的矢量合成得出的结论是圆环的圆心处场强应为零.那么,均匀带电圆环内侧平面内电场线的真实分布应该是如何?本文给出了详尽的分析.

**关键词:**均匀带电圆环内平面 电势 圆心  $O$  处的电场强度 电场线分布

## 1 定性分析

设圆环均匀带正电,如图1所示,因电势是标量,由电势表达式  $\varphi = \frac{kQ}{r}$  可知  $O$  点的电势  $\varphi_0 = \int \frac{k\Delta q}{R} dq = \frac{kq}{r}$  是个定值,而平面内到圆周距离相等的各点,由于等效性,电势一定相等,这样我们就很容易画出一些以  $O$  为圆心的圆环,所对应的圆环为平面内的等势面,如图1所示,又因为电场线与等势面垂直,可画出环内电场线分布,如图2所示<sup>[2]</sup>.

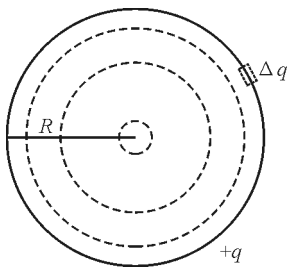


图1 均匀带正电圆环内侧等势面

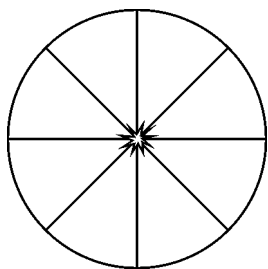


图2 均匀带正电圆环内侧电场线

## 2 新的疑问

对于均匀带电圆环,我们可以认为是由无数对关于圆心  $O$  对称的  $\Delta q$  组成的,我们又知道,等量同种点电荷连线中点场强应该为零,所以圆环的圆心  $O$  处的合场强为零.而由图2可见,沿半径,越靠近圆心处电场线越密集,那么电场强度怎么会突然在圆心处变为零呢?

## 3 建立模型

要回答这一问题,首先要知道图2的分布只是大量弯曲电场线的投影,有些电场线并不在平面内,它不能反映圆环平面内真实的电场线分布.

我们从最熟悉的等量同种正点电荷电场分布入手.事实上,圆环内侧的电场分布是如图3所示的两个正点电荷绕过  $O$  点的竖直轴,垂直纸面转动半周而形成的那样,是一个立体的分布.

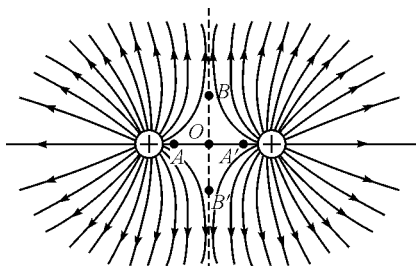


图3 等量同种正点电荷电场线

显见 $O$ 点无电场线,越远离 $O$ 点靠近点电荷,电场线越密,即场强越大,由此说明用图2的画法代表圆环内侧的电场分布是错误的,应改为图4的画法.

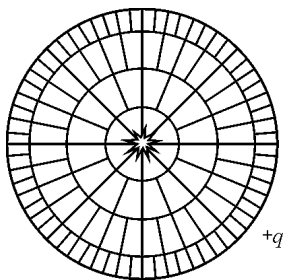


图4 均匀带正电圆环内侧电场线

在图4中越靠近圆环电场线越密,沿半径越靠近圆心电场线越疏,这里不是电场线断了,而是沿半径越靠近圆心由于电场线的弯曲逐渐离开了这个平

面的电场线越来越多,越靠近圆心电场线越来越疏,到圆心处最疏场强为零,这才符合客观实际.

#### 4 结论综述

均匀带电圆环内侧平面内,等势面是以 $O$ 点为圆心同心的圆,越靠近圆环越密,越靠近圆心越疏,沿半径向圆心电势逐渐降低到某一确定值.靠近圆环场强很大,沿半径向圆心电场强度逐渐减小,到圆心处减小到零.(电场线只是理想模型,实质上是电场这种物质到圆心处为零).

#### 参考文献

- 1 程守洙,江之永.普通物理学[M].北京:人民教育出版社,1983.5
- 2 徐兰珍.均匀带电圆环平面内的电场、电势分布[J].西安邮电学院学报,2000,5(3):62~64

(上接第53页)

(1) 请你计算一下这位同学的反应时间是多少?

(2) 制作一把可以测量反应时间的尺,测出自己和同桌的反应时间,简述自己的制作过程.

#### 课后作业与研究:

(1) 某学生在自己家内通过2 m高的窗户观察到一个花盆贴近窗户下落,花瓶经过窗户的时间约0.2 s,请你根据这些估算出花盆是从比他家窗户上沿高多少米的阳台上掉下来的?(仅为事例,危险!)

(2) 阅读课本第46~49页,通过上网查找资料,写一篇关于伽利略研究自由落体运动的科学小论文.

“自由落体运动”单元学习过程的设计,以核心问题和核心任务:测量自己的反应时间和做一把可以测量自己反应时间的尺为引领,设计了一系列的学生活动.学生活动的设计首先以问题链为载体的“思维载体设计”,问题驱动学生的活动,从而引发具有积极思维的师生互动和生生互动.其次教师选择了恰当的实验实现了以实验为载体的“资源载体设计”.本设计以实验为基础,通过悟实验,做实验,评

实验,自己动手做作品,用实验很好地实现了教师为理解而教,学生为理解而学的目标,让学生真正拥有核心素养.

总之,指向物理核心素养的逆向教学设计是有目的的任务分析,其目的是教师为学生的理解而教.逆向教学设计强调以学习目标为起点,再明确达成学习目标的证据和表现(学习评价),最后设计学生活动协助学生学习,从而达成学习目标.教师是培养学生用表现展示自己理解的指导者,而不是将自己的理解告知学生的讲述者.逆向教学设计让教师对自己的设计更好的反思,更有利于教师从学生学的角度去思考自己的教学设计,达到为理解而教,为理解而学的目标.

#### 参考文献

- 1 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018.49
- 2 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计[M].闫寒冰,宋雪莲,赖平,译.上海:华东师范大学出版社,2017.14~19
- 3 崔永灏,王少非,夏雪梅.基于标准的学生学业成就评价[M].上海:华东师范大学出版社,2008.141