

# 浅谈“电场线”的艺术美在物理学科素养中的渗透

傅子杰

(首都师范大学教师教育学院 北京 100037)

(收稿日期:2017-11-09)

**摘要:**通过对静电场的电场线模型及特性的分析,介绍了电场线的艺术美在培养学生物理学科素养方面的作用.

**关键词:**静电场 电场线 艺术美

物理学科素养是科学素养培养过程中的重要构成,从物理学的角度认识世界、了解世界,到对于世界的再认知,整体的科学思维深化过程,正是物理学科素养的养成.客观事物是自然界的固有物质,有着特定的物理属性.物理学作为理科中认识客观世界的基础学科,能用其解释自然现象和解决实际问题,则是物理学科的两大大特征:实用化与实际化,而物理学中另一大特征则是具有趣味性和物理人文性,我们可以通过很多趣味实验,以及对于神奇的自然现象的物理理解,来更加生动形象地表达自然界的特性,从而可以展现出自然中的美丽与神奇,这也正是物理学的力量.对于物理人文的学科渗透也正是教师培养学生科学素养贯穿的又一大主线.下面以高中物理“电场线”这一节为例,从教学设计,到教学思想两方面谈一谈物理学科素养的培养.

## 1 人文与理学双构建在物理教学的应用

在物理教学中,理学模型和理学规律的讲授是必不可少的,向学生渗透一些物理现象、物理实验现象背后的物理思想,也是在物理学科素养培养过程中重要的部分.在构建学科大体系的过程,物理人文也是物理学科中很重要的部分.物理人文中的艺术思想渗透,也是培养学生创造性见解与能力的重要组成部分.

为达到培养学生思维能力,提升思维水平的教学目标,通过自然科学引入具有“物理艺术美”的电场线,可以将学生的思维打开,提到一个更为宏观的视野,来看待物理学中的电场线,让自然界存在的真实电场线变得更有自然趣味.本节课的教学目标如

下:

(1) 理解电场线的五大基本特征,以及依据5个经典电场线分布图的分析方法,研究其他不规则的电场线分布图像.

(2) 通过对历史中科学家对问题探究的过程回顾,使学生产生对物理问题探索思考的兴趣,以培养学生分析和处理电场问题的一般方法.

(3) 认知到物理中的艺术,以及物理图示法的意义和美学.

在引入部分,从人教课本《物理·选修3-1》第一章前言部分文字中一句来自于皮特·梅达瓦的名言:科学是可以解答的艺术,提问学生:(1)什么是科学?(2)什么是艺术?让学生展开思考和发散性思维.通过对于科学的定义,用一句话概括:对于客观存在的合理解释;对于艺术的理解,则用一句话概括:对于客观存在的生动形象表达.再次提问学生:如何理解名言中的科学是可以解答的艺术?

如图1所示,教师以3条主线并行的方式,通过时间轴线、自然物质的感官感受层次递进(有形的山脉、无形有感觉的温度、无形无感觉的电场)、科学与艺术(对于客观物质的图示法表达形式)这三线脉络并进,使学生更好地理解电场线中物理人文的奥秘.通过对于历史上人们对于客观自然而引入的人为图示法,理解科学和艺术.

让学生意识到物理学中的艺术与物理图示法中的美学.通过人文理学的双构建,来进一步提升学生的物理学科素养.为此,“电场线”的引入部分就成为这节课中培养学生发散性思维以及培养物理学科素养的很好体现.



图1 三线脉络并进图示

1852年法拉第就提出了完整的电场线理论,让学生们翻开课本阅读第13~14页科学漫步中的“法拉第和场的概念”了解历史。

接着带领学生一起画正点电荷的电场强度示意图.通过有向线段的长短来表示不同空间位置的电场强度.由此整个空间的电场强度示意图便呈现于整个平面图纸上,如图2所示。

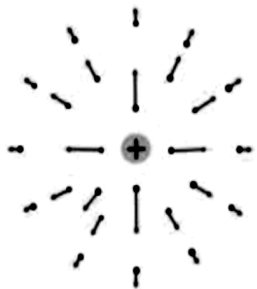


图2 正点电荷电场强度示意图

有向线段有方向可以直接过渡到电场线的方向,有向线段的长短表示电场强度大小,而电场线则是通过场线疏密来表示电场强度大小,由此,长短变为了疏密,如图3所示,可以形象表达电场强度的大小。

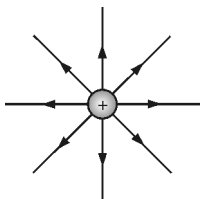


图3 用电场线疏密表示电场强度大小

## 2 讲授知识与学生活动交互在物理教学的落实

根据皮亚杰的认知发展阶段,将儿童和青少年的认知发展划分为4个阶段:感知运动阶段、前运算阶段、具体运算阶段和形式运算阶段.我们的授课面向的学生群体是高中生,可将高中生划分到青少年的形式运算阶段,这个阶段的特征为:思维不必从具体事物或过程开始,可以利用语言文字,在头脑中想

象和思维,重建事物和过程来解决问题.我们认为高中生基本具备这方面的能力,学生可在此基础上进行新知识的学习.与此同时,形式运算阶段的青少年可以根据概念、假设等前提,进行假设演绎推理,得到结论,并可以进行一切科学技术所需要的最基本运算.在这个阶段中,在物理课堂教学过程中开展学生生活活动以及以学生讨论的形式开展教学活动也是一种很好的方式.既可以锻炼学生的物理思维能力,又可以培养学生的合作探讨与独立思考的能力,促进了学生自主进行知识学习和内化.于是,我们根据学生的认知阶段,在教学设计中,设计了如下的环节以供学生进行“电场线”内容的互动学习。

在画出了正电荷的电场线图之后,开展学生生活活动让学生根据分析正点电荷的电场线的方法,两人一组进行讨论,画出负点电荷的电场强度示意图,以及电场线分布图。

带领学生依据正点电荷和负点电荷电场线分布图,一起总结电场线的5个基本特征:(1)电场线越密,电场强度越大;电场线越疏,电场强度越小。(2)始于正电荷或无限远,终于无限远或负电荷。(3)电场线的( )方向是电场强度方向。(4)电场线不相交且不闭合。(5)电场线是虚拟线。

注:对于(3)中的括号,特意空出,在后面讨论等量同种电荷与等量异种电荷电场线图时,进一步分析并强调电场线的(切线)方向是电场强度方向。

这时,让学生每4人组成一组,小组讨论等量异种电荷的电场强度示意图,以及电场线分布图该如何去画.教师在讨论过程中走下讲台,参与学生生活活动,并找出画得好的图纸进行投影展示,并找出有典型错误的图纸,在投影上与学生共同纠正错误,强调画图规范。

在小组讨论之后,再进行感应起电机-验电羽实验,验证通过理论推导出来的等量异种电荷电场线分布图,如图4所示。

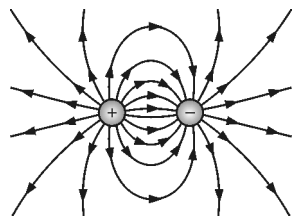


图4 等量异种电荷电场线分布图

教师在黑板上进行等量异种电荷电场线图的规

范示范性画图,带领学生运用之前总结的电场线5个基本特征,对中垂线上各点电场强度大小和方向以及中垂线上的电场强度变化趋势进行推导,对电荷连线上的电场强度变化趋势,以及特殊点的电场强度大小和方向进行分析。

在理论分析和实验验证了等量异种电荷的电场线后,给学生1~2 min思考等量同种电荷电场线,进行感应起电机-验电羽实验(图5),模拟等量同种电荷电场线分布图(图6)。



图5 感应起电-验电羽实验

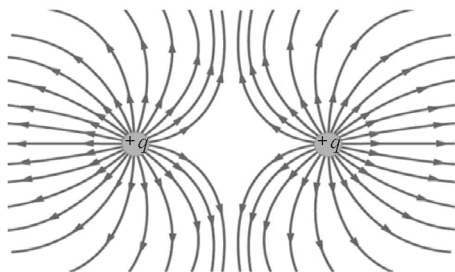


图6 等量同种电荷电场线分布图

带领学生运用之前总结的电场线5个基本特征,对中垂线上各点电场强度大小和方向以及中垂线上的电场强度变化趋势进行推导,进行对于电荷连线上的电场强度变化趋势,以及特殊点电场强度大小和方向进行分析。

最后引入第5个新经典模型:匀强电场(图7)。

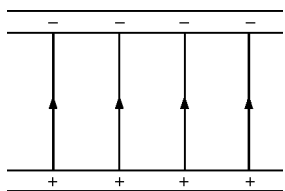


图7 匀强电场

教师直接给出匀强电场的定义:电场强度大小相同,方向相同的电场。提问学生:

(1) 电场强度大小相同对应着电场线分布有什么特点?(2) 电场强度方向相同对应着电场线分布有什么特点? 让学生体会电场强度大小相同对应着电场线分布均匀,电场强度方向相同对应着电场线

方向平行的两个特点。

在课程最后总结部分,把5个经典电场线分布图列出(图8),规范画在黑板上,让学生体会这5个经典的电场线模型。

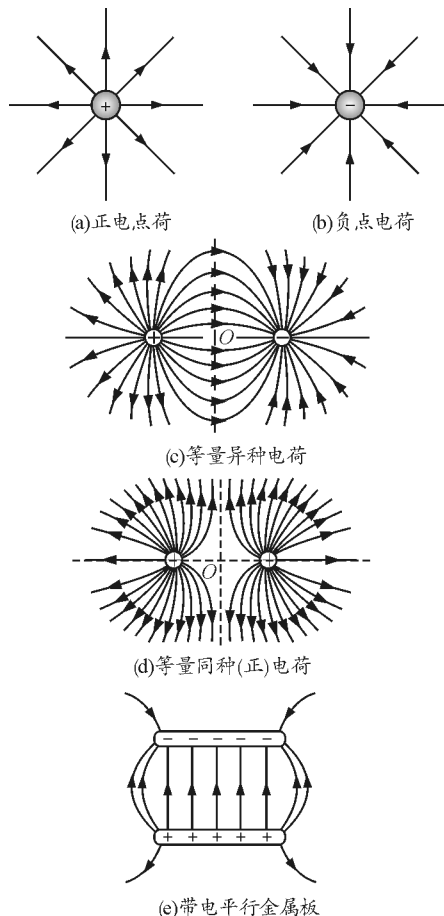


图8 5个经典电场线分布

在课程之后,留下课后思考问题:(1) 如何画出不等量同种电荷的电场线分布图?(2) 如何画出不等量异种电荷的电场线分布图? 给予学生一定的独立思考空间,培养学生运用基础知识探究特殊模型的学习能力,以提升学生的物理核心素养。

在本小节“电场线”的学习中,我们的核心教学目的还是学生对于物理学知识的把握,于是我们把教学活动按以下6点教学目的展开:(1) 掌握电场线定义以及物理意义。(2) 从简单的点电荷到多个点电荷的复杂电场系统,让学生充分体会电场线分布特征。(3) 掌握电场、电场强度与电场线之间的关系。(4) 掌握5种典型电场的电场线分布。(5) 以电场线描述电场,渗透用场线描述矢量场的方法。(6) 了解什么是匀强电场,以及匀强电场的电场线特征。

我们在基于这6个教学核心的基础上,努力拓

# 运用自由落体频闪模型验证动能定理

何述平

(西北师范大学教育学院物理教育研究所 甘肃 兰州 730070)

(收稿日期:2018-03-15)

**摘要:**研究了运用自由落体频闪模型验证动能定理的方法,结合实测数据给出了合理运用结果;讨论了方法的特点,拓展了现行教科书的相关方法,提出了相应的教学建议.

**关键词:**自由落体 频闪模型 动能定理 验证方法 教学建议

## 1 引言

验证动能定理是普通高中课程标准实验教科书物理2的基本内容<sup>[1]</sup>,现行教科书提供的实验方案(气垫导轨、滑块、光电计时器、钩码,恒力做功)<sup>[1]</sup>既有实验操作要求[如调节导轨水平,滑块质量远大于钩码质量(多大算是远大于,显得朦胧),多次测量滑块通过光电门的速度],又有数据处理方法的要求(如逐一法、图像法,但具体怎样、谁更合理未明确).然而,可否规避实验器材、实验操作而直接运用现行教科书中现成的

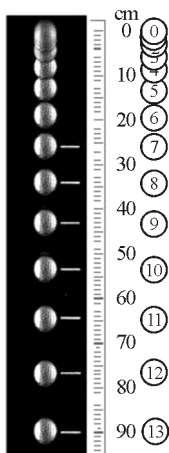


图1 自由落体频闪模型

自由落体频闪模型(图1)<sup>[2]</sup>,侧重实验数据处理方法,达到验证动能定理的实验目的?就此进行研究,以期推证运用自由落体频闪模型验证动能定理的方法,拓展现行教科书的相关方法,奠定教学设计的开放性物理基础.

## 2 方法推证

自由落体频闪模型(图1)记录了小球自由落体运动的时空信息,即相等时间间隔的空间位置;提供了直接验证动能定理的实验数据信息.小球自由落体运动的频闪点 $n$ 和位移 $h_n$ (频闪周期 $T$ )如图2所示,则有

$$W_n = mgh_n \quad (1)$$

$$E_{kn} = \frac{1}{2}mv_n^2 \quad (2)$$

自由落体运动 $(n-1)T$ 到 $(n+1)T$ 时段中点时

展学生的思维宽度,通过自然科学引入具有“物理艺术美”的电场线,通过分析电荷的电场强度示意图递进到电场线分布图,再到对于电场线分布的特征,分析5大经典电场线分布图(正点电荷、负点电荷、等量同种电荷、等量异种电荷、匀强电场),掌握分析不同电场线分布图的分析方法和特点.从而可以用分析方法研究其他特殊且不规则的电场特征,达到举一反三的效果,以及从物理人文方面,让学生更好地体会物理中的艺术美.

艺术和物理看似是文与理两个领域,但是自然界这个客观实在,却把艺术和物理紧密地联系在一起.物理解读的正是我们这个神奇充满着奥秘的

自然世界,它是探究奥秘的钥匙;艺术生动描述着这个美丽而神秘的自然世界,它是描绘奥秘的方式.“电场线”这个物理学概念则恰好把物理与艺术生动形象地交融到了一起,它既是物理学知识,又是一种描述自然中这个“无形无感觉”电场最有效的艺术图示法,这就是物理学中的物理人文,物理学中的艺术美.

## 参考文献

- 1 萧秦.你从小应该知道的世界 著名科学家与发明家法拉第.北京:人民文学出版社,2013
- 2 赵海丽,李天印.浅谈“超重与失重”教学中物理学素养的培养.中学物理:高中版,2016,34(9):14~15