**品味电场中的“线”**

永定一中 沈文星

摘要：在物理中“线”有各种内涵，表示物理量的大小如等势线、表示物理量的大小方向如位移、表示物理模型如光线、表示假象的线如电场线、表示运动的轨迹如轨迹线、表示物体的形状如线光源、表示物理量之间的关系如V-t图线等等。本文通过高考试题和练习题的研读对电场线、等势线、轨迹线进行整理，提出了六点心得体会，希望能辅助教学。

关键词： 品味 电场 “线”

法拉第的场的观念是物理学中一个开创性的见解，正如爱因斯坦所说的那样，它的价值要比电磁感应的发现高出许多。法拉第是一位有着丰富想象力的物理学家，为了“看见”场他首先引入电力线，现在称电场线。高中物理要学习很多“线”，各章节的“线”被赋予了不同的内涵，“线”中隐含了丰富的物理信息，“线”经常出现在考题中。如电场线、等势线、轨迹线是电场考题特别是选择题中最常见的三种线，它们简直成了考题中的主角，值得我们细细的品味。题目的阐述常说等势面不说等势线，题中给的图常是平面图，平面图中呈现的往往是等势线。

**品味一：这些“线”在教材中“线”中有文。**

电场线、等势线是电场中两个重要的概念，电场线反映场强强弱及方向，等势线反映电势高低，轨迹线反映力与运动的关系。引入电荷则场强涉及电场力、电势涉及电势能，它们之间息息相关。真可谓一“线”多点、“线”中有力、“线”中有能、“线”“线”关联、“线”中有文章。归纳如下：①电场线从正电荷出发终止于负电荷；②电场线上某点的切线方向表示该点的场强方向，场强方向与正电荷受的电场力方向一致；③顺着电场线方向电势降低；④在电场线越密的地方场强越强，场强越强处电场力越大；⑤电场线垂直等势线，方向由高等势线指向低等势线；⑥等差等势线越密的地方场强越强；⑦匀强电场的等势面是平面，点电荷的等势面是球面⑧做曲线运动的物体的轨迹向合外力这一侧弯曲；⑨曲线运动的切线方向就是该点的速度方向；⑩直线运动的速度方向与合力方向共线。

**品味二：这些“线”在教学中举“线”轻重。**

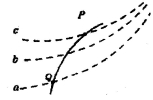
对高中生场是很抽象的物质，电场线与等势线的引入使看不见的场帮助学生“看见”了，“看见”了场的分布、强弱变化，这正是法拉第引入电场线的初衷。课堂上教师应设法引入这些“线”全方位展示带电体在空间和平面的分布情景，应当作重点难点讲解，让学生尽量熟记。课后解答问题这些“线”能用就要尽量用，它们化抽象为形象。学生对看不见的场要用心理解，反复揣摩。但是总有学生对“线”理解不到位，判断问题往往主观臆断如：⑴电场力的方向就是电场强度的方向；⑵顺着电场线方向电势能降低；⑶仅在电场力作用下电场力一定做正功；⑷电场线就是轨迹线。⑸没有画电场线的地方电场强度为零。这些错误不及时纠正，学习就会陷入困境，这些“线”就像水能载舟亦能覆舟。在电场中学好这些“线”尤为重要。

**品味三：这些“线”在命题中“线”众瞩目。**

考查电场时许多选择题都会涉及这些“线”，考题难度至少中等，甚至更难。一个简单的物理情景以一“线”或多“线”为背景考查带电粒子在电场中的运动，可以综合电场强度、电场力、电场力做功、电势、电势能等知识，覆盖力与运动的关系、功与能的关系、几何关系。考题以“线”带面即考查基础知识又考查推理能力。

**品味四：这些“线”在答题中“线”显身手。**

对各种“线”的驾驭能力反映学生对物理知识与规律的应用能力，特别是“线”多时，如何联系？如何推理？如何切入？

例题：如图所示，虚线***a、b、c***代表电场中的三个等势面，相邻等势面之间的电势差相等，即***Uab=Ubc***，实线为一带正电的质点仅在电场力作用下通过该区域时的运动轨迹，***P、Q***是这条轨迹上的两点，据此可知（ ）

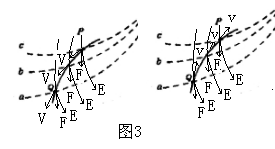
A. 三个等势面中，***a***点的电势最高

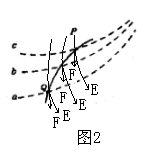
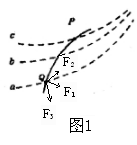
B. 带电质点通过***P***点时的加速度较***Q***点小

C. 带电质点通过***Q***点时的动能较***P***点大

D. 带电质点通过***P***点时的电势能较***Q***点大

直接根据⑥推出***EQ*<*EP***结合电场力与牛二定律判定选项B错误

确定电荷电场力的方向是解决这类问题的切入点。根据⑧画出***Q***点处的电场力方向如图1所示，其中***F1***与***F2***是错误的；根据⑧⑤②才能准确画出电场力***F3***及场强方向***E***如图2所示，根据③判定选项A错误；根据⑨画出速度方向如图3所示，根据力与速度的夹角确定速度变化与做功正负，再结合功能关系判定CD正确。



解题过程关键要分清电场线、等势线、轨迹线；要明确速度方向、电场力方向、电场强度方向；要记住隐含在电场线、等势线、轨迹线中的信息；要理解力与运动的关系；要理解功能关系。推理过程环节多、关联多，试题区分度较大，注重能力考查。

**品味五：这些“线”在试题拓展中“线”外有天。**

力与能角色转换、电场线与等势线角色互换、电荷正负改变、运动方向改变等等，这些变化为试题的拓展提供了广阔的天地。以上述例题为例：

拓展***1***考查常见电荷的场的分布，设选项E．这是孤立的负点电荷形成的电场；

拓展***2***考查带点质点的运动性质，设选项F．带点质点作匀加速曲线运动；

拓展***3***把题中的“等势面”改成“电场线”，分析BCD选项，又是一番情景。

拓展***4***把题中的“正电”改成“负电”，对电场相关概念的考查更突出。

一题多变让学生多角度地分析和研究问题，能快速地巩固知识和提升能力。

**品味六：这些“线”在高考题中“线”外有线。**

近年有些考题能不给图的尽量不给图，给图了图中信息能少给的尽量少给，对“线”的信息能不说则不说。如2015年全国统一考试理科综合能力测试（新课标1）第I卷第15题：如图，直线***a、b***和***c、d***是处于匀强电场中的两组平行线，***M、N、P、Q是***它们的交点，四点处的电势分别为wps34、wps35、wps36、wps39。一电子由***M***点分别运动到***N***点和***P***点的过程中，电场力所做的负功相等，则( B )

A.直线***a***位于某一等势面内， wps34>wps39

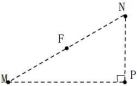
B.直线***c***位于某一等势面内，wps34>wps35

C.若电子由***M***点运动到***Q***点，电场力做正功

D.若电子由***P***点运动到***Q***点，电场力做负功

图中的虚线是电场线、是等势线，还是轨迹线？没有说明。根据⑦结合功能关系推出直线***d***是等势线、直线***a***是电场线。又如2014年全国统一考试理科综合能力测试第I卷第21题：如图，在正点电荷***Q***的电场中有***M、N、P、F***四点***，M、N、P***为直角三角形的三个顶点，***F***为***MN***的中点，***M*=30°**，***M、N、P、F***四点的电势分别用wps46、wps42、wps45、wps44表示。已知wps46=wps42,wps45=wps44,点电荷***Q***在***M、N、P***三点所在的平面内，则（ AD ）

A．点电荷***Q***一定在***MP***的连线上

B．连接PF的线段一定在同一等势面上

C．将正试探电荷从***P***点搬运到***N***点，电场力做负功

D．wps45大于wps46

题中主要信息是电势，但图中的虚线不是等势线，也不是电场线，更不是轨迹线，是几何图形中的线段，用来说明各点之间的位置关系，对线的考查简直是出神入化。

2018年全国统一考试理科综合能力测试第I卷第21题，以等势面为素材命题。这类试题以“线”为载体将电场知识、运动规律、物理原理融入其中，一个题目就能形成较完整的知识体系，“线”上有“点”与“线”多成“面”共同演绎一年又一年的选拔性试题。

**参考文献**

[1]普通高中课程标准实验教科书 物理3-1 教师用书 山东科学技术出版社