

# 基于北京高考静电场试题谈回归正常的物理教学\*

陈绍辉

(北京市第一五九中学 北京 100033)

(收稿日期:2019-03-21)

**摘要:**高中物理课程的目标是促进学生学科核心素养的发展,教材、教学、评价是达成目标的3个基本方面.基于核心素养梳理北京高考静电场相关试题,把握北京物理高考试题特点、评价立意.由评价来反思教学,以静电场为例,阐述教学如何回归正常状态.

**关键词:**北京高考 正常教学 核心素养

《普通高中物理课程标准(2017年版)》指出课程的目标是促进学生学科核心素养的发展,最终完成“立德树人”根本任务.教材、教学、评价是达成目标的3个基本方面.物理教材经过长时间的使用和反复修订,语言精练准确,内容丰富成熟,且与时俱进,为教学保证了正确的道路,为评价提供了很好的素材.总结、把握高考评价的特点,反思、改进中学物理教学,以更好地促进学生核心素养的发展,值得深入思考、持续探索.

## 1 对静电场相关试题的分析

核心素养在《高中物理课程标准(2017版)》被明确提出,是对三维教学目标的继承与发展.物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任等4个方面.每个方面由3到4个要素构成,共14个要素,有物质观念、运动观念、相互作用观念、能量观念、模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新、问题、证据、解释、交流、科学本质、科学态

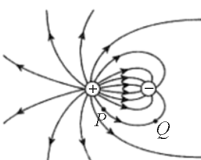
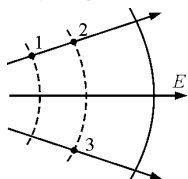
度、社会责任.课程标准明确了核心素养各个方面的水平层级及具体标准.核心素养的水平标准是划分学业质量的主要维度;课程标准将高中物理学业质量划分为5个等级,每个等级的标准与核心素养的层级水平相一致.

北京高考将物理学科的能力要求划分为理解能力、推理能力、实验能力、应用能力和探究能力等5种能力,有15个具体要求.北京高考物理要求的学科能力和核心素养互有交叉、内含其间.

由上,核心素养的要求已经体现在北京物理高考中.

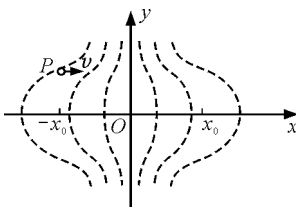
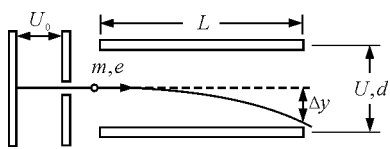
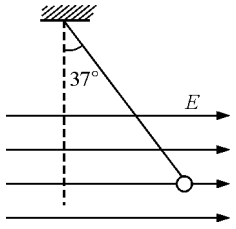
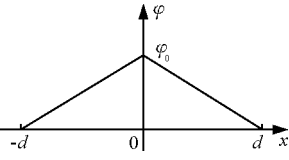
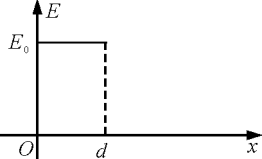
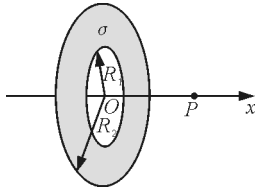
将2004—2018年北京高考静电场试题对核心素养的考查进行梳理,包括试题主要对应核心素养哪个方面、哪种要素、属于哪个水平,如表1所示.梳理有一定的主观性,因为一道试题往往会考查核心素养的多个方面、多种要素.为使结构层次更清晰,将部分试题归类.另外,实验探究类试题暂未入选,但需明确,做好实验是正常物理教学的基本要求之一.

表1 2004—2018年北京高考部分静电场试题对核心素养的考查

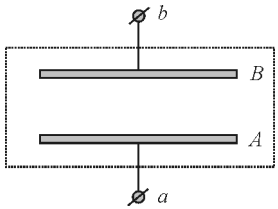
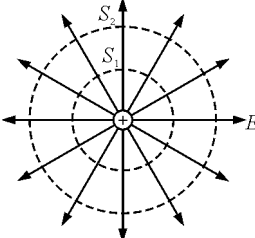
年份	题号	题目情境	对应核心素养、水平层级
2009年	16		物理观念之物质观.对物质形式之一“场”的认识,从形象化的电场线来认识电场,题目涉及对电场力、能性质的考查.要求形成初步的物理观,属于水平2
2014年	15		

\* 北京市高中物理教育测量系列问题研究项目成果.

## 续表

年份	题号	题目情境	对应核心素养、水平层级
2004年	21		<p>物理观念之物质观、相互作用观、运动观. 要求通过等势面得出电场线、做受力分析、进一步做出运动分析, 获得结论. 要求的物理观念是清晰、系统的, 试题涉及情境比较新颖, 属于水平 5.</p> <p>本题以静电透镜为背景, 涉及科学态度. 也涉及科学思维之科学推理、科学论证</p>
2007年	22	$\alpha$ 粒子在两圆形平板电极之间的运动	<p>科学思维之模型构建、科学推理. 带电粒子在电场中的加速和偏转是学生熟悉的问题情境, 其中涉及的匀加速直线运动和类平抛运动两个常见的模型. 类平抛中包含匀变速直线运动和匀速运动. 对于重力场、电场中带电摆是学生熟悉的问题情境. 其中涉及的平衡、摆动是很常见的模型. 而且题目差不多已经明示, 只需进行应用即可. 电子受静电力绕原子核做圆周运动也是学生熟悉的模型. 在熟悉的情境中选择恰当模型解决问题, 属于水平 2 或水平 3</p>
2013年	18	电子受原子核静电力做圆周运动	
2016年	23(1)		
2017年	22		
2004年	25	静电分选器中带电颗粒在两带电极板间运动	<p>科学思维之模型构建、科学推理. 要求将题述情境转化为正确的运动模型, 进一步利用运动合成与分解的方法解决问题, 得出结论. 涉及的情境相对复杂、综合, 属于水平 4</p>
2005年	24	带电小球在电场、重力场中运动	
2006年	23	带电粒子在交变电场中运动	
2011年	24		<p>科学思维之模型构建、科学推理、质疑创新. 由 <math>\varphi-x</math> 和 <math>E-x</math> 图构建出电场模型, 再进行受力分析, 构建运动模型, 运用动量、能量观点解决问题. 所给情境或者比较新颖, 或者因为涉及多个物体相互作用比较复杂, 属于水平 5</p>
2012年	24		
2009年	20		<p>科学思维之科学论证、质疑创新; 科学探究之证据、解释. 对于环状带电体这种新情景, 利用、挖掘题述条件, 论证某点电场的合理表达式. 由于所涉情景新颖, 属于水平 5</p>

续表

年份	题号	题目情境	对应核心素养、水平层级
2015年	24(1)	 <p>求外电压</p>	科学思维之各方面. 涉及到静电场知识, 需要注意到电荷在两板聚集, 构建带电粒子在电极板间运动的模型. 这种构建是比较新颖的, 需要一定的创新精神, 属于水平 5
2016年	23(2)	通过计算说明为何可以忽略重力	科学思维之科学论证. 给定数据, 通过计算, 得出证据, 证明结论. 能用恰当的证据证明物理结论, 属于水平 4
2016年	23(3)	定义重力势, 和电势做对比	物理观点之相互作用观、能量观. 对于电势、电势能有深刻的理解, 能纵向思考“势”这个大概念. 能灵活运用所学概念、融会贯通, 属于水平 5
2018年	24(1)	<p>a. 推导场强表达式; b. 计算单位面积电场线条数比</p> 	<p>a 小题为科学思维之科学推理. 点电荷电场是比较常见的物理现象, 题目已经给出相应的物理知识, 只需直接进行分析和推理. 属于水平 3</p> <p>b 小题为科学思维之模型构建、科学推理、质疑创新. 点电荷周围激发电场、电场线是熟悉的问题情境, 但是本题涉及到“点源”模型学生并不熟悉, 需有“守恒”的观念才能够进行迁移构建, 进而推理论证, 有一定的创新性. 属于水平 5</p>

由表 1 的梳理, 我们对北京物理高考试题特点、评价立意有如下认识.

(1) 试题涉及核心素养的各个方面、各个水平, 为不同发展水平的学生都能在考试中有所发挥提供了空间. 体现以考生为中心、发挥学生所长的考试追求.

(2) 试题回归教材. 多数试题所述情境都能从北京地区所用的教材中找到原型或相关内容. 体现了“走大道、求大气”的命题风格.

(3) 试题着力考查核心概念. 本块所涉及的核心概念包括电场、电场强度、电势能、电势等. 多数试题都涉及到了这些概念, 没有偏难繁怪, 而是情境熟悉、问题简单, 但往往非常深刻. 体现了基础、简洁的命题理念.

(4) 试题回归学科本质, 以学科思想方法将各模块内在紧密相连. 静电场所涉及思想方法有场的概念、能量观、守恒思想、宏观微观相联系的思想、比值定义法、类比法等. 体现出宽广融通的命题思路.

## 2 对正常教学的回归与静电场核心概念教学设计方案

北京物理高考评价注重回归教材, 以能力立意, 在简单问题、熟悉情境中, 考查了对学科思想方法的深入理解, 考到了各模块的纵向融通, 考出了学科的核心素养和关键能力; 对中学物理教学回到正常状态起到了很好的引导作用. 反观中学物理教学现状, 老师讲学生记不用教材、介绍概念不建构概念、讲知识不讲思想方法等不正常的现象还比较普遍; 在高考复习时, 过度练习, 局限在各模块内横向联系, 不重视学科纵向融会贯通, 更是广泛存在.

以静电场为例. 在平时教学中, 以下非正常的现象是“常态”. 传授给学生库仑定律的表达式, 记忆之后, 讲练含有库仑力的各类力学难题, 如两个电荷相互环绕做圆周运动、3 个电荷的平衡等. 给出电场强度、电势能、电势等的计算式, 展示电场线、等势面分布图, 记住之后讲练大量题目, 且美其名曰“提高解决力电综合问题的能力”. 对于静电平衡、电容, 也多

是传授结论、公式,记住之后,通过做题来强化相关知识.在复习阶段,觉得学生把知识忘了,先回顾、捋一遍知识点,之后进行大量“刷题”.总之,概念是“讲”的,且还要尽可能压缩“讲”的时间,挤出时间来练习做题.念念不忘、殚精竭虑地通过做题来落实知识点,对知识得出的过程、其间蕴含的方法、各模块之间的联系,思之甚少,即便偶有说到,也是无心之举而非有意为之.

由评价来反思教学,使教学回归到正常状态,应努力做到以下几点:(1)新授课注重核心概念的建立过程,着力加深对概念的理解;(2)复习课以学科思想方法为抓手,前后融会贯通,构建知识体系;(3)始终坚持多用教材,回归教材,而非盲目多做题.

下面就静电场核心概念的教学举例说明.

### 案例1:电场、电场强度的教学设计

**环节一:**复习提问,引导学生阅读教材(指人教版教材).初步了解“电场”“静电场”的存在.

**环节二:**形象化方法表示电场.与“风”类比,“风”看不见摸不着,可以画几条线来表示“风”,如图1所示(用PPT投影).可以用“看得见”的阴影来表示电场,如图2所示(用粉笔在黑板上涂画).



图1 用几条线来表示风

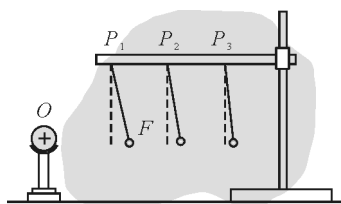


图2 用阴影来表示电场

**环节三:**初步认识电场性质.通过图2认识到电场对电荷有力的作用,认识电场有强弱和方向.

**环节四:**寻找描述电场性质的物理量,比值定义法定义电场强度.首先,明确不能用电场力来描述.其次,引导思考 $\frac{q}{F}$ 来定义是否可行?体会比值定义法的精辟和严谨.

**环节五:**推导点电荷电场场强的表达式.按库仑定律和电场强度定义式推导点电荷场强表达式.并

与定义式做对比,认识两者的联系和区别.

**环节六:**场强的叠加.通过具体例子掌握场强的矢量叠加.

**环节七:**电场线.通过理论分析、实验演示、阅读教材对各种典型电场的电场线分布有初步的理解,不可简单告知.对电场线不会相交相切等特点应用“反证法”予以分析证明.

### 案例2:电势能、电势的教学设计

**环节一:**复习回顾重力场中功、能特点.

**环节二:**创设情境,提出问题.如图3所示,引出“电场的能”.是不是势能呢?关键就看电场力做功是否与路径无关.

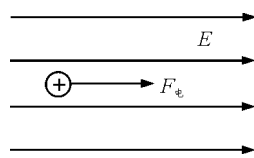


图3 “电场的能”的引入情境

**环节三:**电场力做功的特点.利用图4推导“电场力做功与路径无关”.相较教材,图4多了乙图、丙图,搭接“思维台阶”.

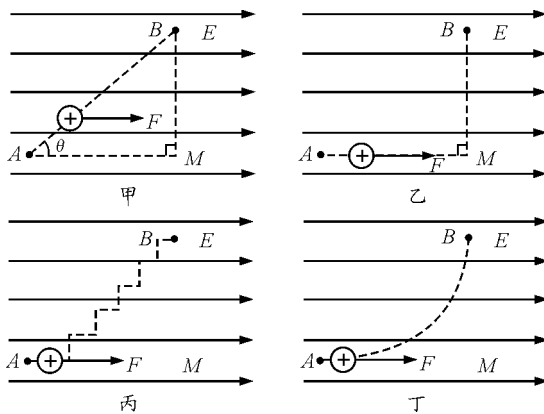


图4 推导电场力做功的特点

**环节四:**电势能的引入.类比“重力做功与路径无关,可引入一个与位置有关的重力势能”,在图3情境中“电场的能”正是电势能 $E_{p电}$ .仍在图3情境中,讨论“电场力做正功,电势能减少;电场力做负功,电势能增大”.分析得出,试探电荷无论正负,这一结论都成立.由能量守恒有“ $\Delta E_{p电} = -\Delta E_k$ ”,由动能定理“ $W_{合} = W_{电} = \Delta E_k$ ”,得到“ $W_{电} = -\Delta E_{p电}$ ”.进一步得到“ $W_{电} = E_{p电初} - E_{p电末}$ ”,与“ $W_G = E_{p初} - E_{p末}$ ”类似,不难得出“电荷在某点的电势能,等于把它从该点移到零势能点电场力所做的功”.

**环节五:**做一道题.如下.

**【题目】** $A$ 和 $B$ 为电场中某条电场线上的点,如图5所示,将 $q=1\text{ C}$ 的正电荷从 $A$ 点移到 $B$ 点电场力做功 $5\text{ J}$ ,则:

- (1) 电场方向由 $A$ 到 $B$ ,还是由 $B$ 到 $A$ ? ( $A$ 到 $B$ )
- (2) 电荷在哪点的电势能大? 大多少? ( $A$ 点大, $5\text{ J}$ )
- (3) 规定 $B$ 点为零电势能点,在 $A$ 点电势能多大? ( $5\text{ J}$ )

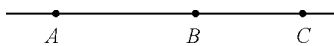


图5 题图

**环节六:**电势的比值定义. 利用上述例题,提出问题,详细讨论 $A$ , $C$ 点“电势能与电荷比值”的变与不变. 并与图6重力场类比. 最后得出电势定义,是电势能与电荷的比值.

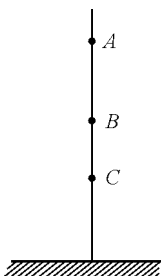


图6 重力场

**环节七:**等势面. 注意与等高线类比,用反证法证明等势面一定与电场线垂直. 掌握几种常见电场的等势面分布,教材中没有的要补充.

### 3 基于学科思想方法贯通的复习课教学建议

(1) 场的概念. 高中物理涉及重力场、引力场、磁场、恒定电场、涡旋电场等. 可从场怎样产生、强弱如何描述、是否有“势”、可否组合为复合场、物体在场中能做什么运动、涉及哪些能量等角度进行认识. 并对各种场做比较、找异同.

(2) 能量观. 回顾重力势能、弹性势能、引力势能、电势能、分子势能等,弄清对应何种力做功. 领悟势能是与位置有关的能量,当力做功与路径无关时才能引入. 将各势能做比较、找异同. 从能量的视角审视静电场一些典型情境. 比如,两个电荷之间是否有电势能、随距离如何变化? 静电感应是否会“创造”能量? 电容器充放电和极板发生相对运动时能量如何转化、怎样计算?

(3) 守恒的思想. 电荷、能量、动量的守恒自不必说. 北京物理高考涉及点电荷周围电场线条数在

各个球面上相等,这是守恒思想的深化. 可进一步引导学生认识在同一电路“电流相等”、同一管道“水量不变”等,拓展对守恒思想的认识.

(4) 宏观微观相互联系的思想. 通过阅读教材,掌握金属的微观结构. 静电感应是宏观现象,微观本质是电子的转移,具体过程如何? 宏观电路电流现象,微观本质是电荷在电场中受力、运动、做功能量转化.

(5) 物理量的定义方式和表达方法. 电场强度、电势、电容都用了比值定义,又有对应的决定式,此间共性可以贯通前后. 物理量可以用公式、坐标图、图景来表达,我们往往注重某一方式而忽略其他. 比如电场强度 $E$ ,电势 $\varphi$ ,公式表达比较常见,电场线、等势面等图景表达也比较熟悉,但是用坐标图表达容易被忽视. 可引导学生画一画 $E-x$ 和 $\varphi-x$ 图,能够更好理解相关物理量.

类比法、反证法等前文多有论述,本块还有涉及此类学科方法的其他内容,应努力挖掘,限于篇幅,不再论述.

### 4 结束语

静电场的核心概念比较抽象,直接告知记忆,辅以大量练习,会导致死记硬背、生搬硬套、越学越糊涂. 在教学中应利用形象化的手段和类比的方法,抽丝剥茧、环环相扣、层层递进,经历过程,帮助学生建立正确的概念.

虽然高中物理学被习惯地分为力、热、电、光、原子5块,但是各模块之间可由学科核心概念、思想方法紧密关联. 新授课,应予渗透;复习课,应明示各模块的知识关联和逻辑联系,帮助学生形成对学科内容的整体认识.

这样做,是对正常教学的回归,也与北京物理高考评价相一致,做到教学与评价相得益彰.

### 参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版),北京:人民教育出版社,2017
- 2 北京教育考试院. 高考北京卷考试说明. 北京:开明出版社,2018
- 3 北京教育考试院. 高考北京卷理综试题分析. 北京:开明出版社,2018
- 4 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中物理课程标准实验教科书物理·选修3-1. 北京:人民教育出版社,2010