

电荷的领域——静电场

柯震栋

(浙江省诸暨市海亮实验中学 浙江 诸暨 311800)

[摘要] 静电场作为高中物理阶段电磁学的开始, 承上(力学)启下(电磁学)的纽带, 既是重点也是难点, 如何理解场的概念, 则是其中的重中之重, 也为之后顺利延展到电场力做功、电势差、电势能、电流的形成、带电粒子在电场中的运动等一系列概念打好基础。本文以列举理解电场概念的方式入手, 同时结合类比法, 借以有效结合“教”与“学”的关系, 试图降低难度, 实行有效教学。

[关键词] 静电场、重力场、领域、类比

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.07.215

静电场选自普通高中物理人教版选修3-1第一章, 为高一学生下学期学习内容, 从学生发展角度看, 该阶段学生思维敏捷、活跃、好奇心强, 有一定的物理基础以及物理学习能力, 但仍停留在具象学习阶段, 对于抽象等事理解存在一定的困难, 而现行的高中生对于“一股脑”的概念学习本能产生一定反感, 同时, 本章教程更侧重于以“能”的形式来解决问题, 并非是学生擅长的“力学知识”, 因此会造成绝大多数的学生在学习本章知识点过程中产生“一章比一章难, 一节比一节烦, 概念一个比一个乱”, 继而而对物理逐渐失去信心。

对于教材以及学科指导意见分析后不难发现, 本章节中让学生最感困惑的点主要集中于: 1、教学内容过于抽象, 电场本身是看不见, 摸不着, 学生对于此事物的主观感知认识不足, 课堂中并不能拿出电场实物以作展示, 而单单仅靠贫乏的语言并不能很好的传达场的概念; 2、知识点繁多, 例如电场、电场强度、检验电荷、场源电荷、电场线、矢量运算、电势能、电势等, 平均每个概念讲解时间10分钟左右, 如此高频率的学习以及如此相近的概念学习如何不会使得学生感到疲乏; 3、学生知识体系的不完整, 在学习过程中, 学生缺乏对于知识的整理、归纳以及总结, 没有完整的知识网络, 头缺补头, 脚缺补交, 如何不疲于奔命?

基于此, “场”概念的建立是其必要基础之一, 那什么是场? 对于这一概念, 在讲解之时, 教师大多从电荷与电荷之间相互作用着手, 典型的课堂活动在于让学生甲不通过接触而对学生乙产生力的作用, 用以说明电荷与电荷之间之所以能够存在相互作用力是存在着一种媒介, 而这种媒介即为电场(配合图文以及有关法拉第物理学史内容), 但学生真能够如同我们所想的那样体会到电场的含义吗? 而在我看来, 电场的性质不外乎三个, 一为一种媒介; 二为一种看不见摸不着的客观存在物质; 三为一种领域;

类比是物理教学中不可或缺的重要方法, 从自然界中寻求一个雷同物则显得尤为重要, 而恰恰自然界中的狮子有此特性——领域, 狮子生活于大草原上, 有极强的领地意识, 若进入其中的雄狮, 则必定会遭受到其攻击, 而雌狮则不然, 同时, 受到攻击的强弱也与其靠近中央远近有关, 这不就是一个电荷吗? 电荷也有其领域意识, 会对进入其中相同电荷产生排斥作用, 而对于进入其中的异种电荷则会吸引, 如果将电荷也比作一个生命, 一个有领地意识的生命, 则一切会更显得顺理成章, 领域的强弱与中心电荷“雄壮”程度相关(场源电

荷), 受驱赶程度的大小与距离远近相关, 便于增强学生对于枯燥知识学习的兴趣, 帮助他们理解电场的基本性质——在场中的电荷会受到力的作用, 也为之后讲解点电荷场强公式、理解电场的强弱只与其电场本身有关打下一定基础。当然也有部分认为类比于重力场也不失为一种好的选择, 毕竟重力是日常无时无刻不在感受的, 但我认为, 在概念初期建立阶段不适于利用另一抽象概念来解释这一抽象概念, 毕竟, 学生大多只识重力, 不知重力场, 茫然直接类比会增加学生的混淆程度, 但之后不失为一种好的选择。

概念积累则是学习电场的第二道难关。此刻学生基本对于电场已有初步的认识, 不同于之前的陌生, 但众多概念的堆积仍会显得十分头疼, 在此, 不妨将电场与重力场相互比较一下, 很多概念会更容易理解, 例如电场力与重力, 电场强度与重力加速度、电势与高度、电势能与重力势能、电场力做功与重力势能做功。

1 电场力与重力

通过万有引力章节的学习我们知道万有引力计算公式为

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
 (其中G为引力常量, m_1 为其中一个物体的质量, m_2 为另一物体质量, r 为两者距离), 若将地球看做一个巨大的带电物体, 其体现出的电荷之间的作用力(库仑定律)是否也

能够在类比中记忆 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ (其中k为引力常量, q_1 为其中一个物体的质量, q_2 为另一物体质量, r 为两者距离)

2 电场强度与重力加速度

电场强度作为描述电场强弱的物理量, 其的定义式为 $E = \frac{F}{q}$, 可总存在学生将之弄混, 并不能很好的分辨q到底为场源电荷的带电量还是检验电荷的带电量。但若将地球看做一个巨大

场源电荷, 根据 $F = G \frac{Mm}{r^2}$ 可知, 当由万有引力提供重力之时

$$\begin{aligned} F &= G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow mg = G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow g = G \frac{M}{r^2} \\ F &= mg \end{aligned} \quad (1)$$

而根据点电荷之间相互作用力可知

$$\begin{aligned} F &= k \frac{Qq}{r^2} \Rightarrow Eq = k \frac{Qq}{r^2} \Rightarrow E = k \frac{Q}{r^2} \\ F &= Eq \end{aligned} \quad (2)$$

通过类比(1)(2)后不难发现, 重力加速度g与电场强

度E具有一定的相似性,因此比较 $E = \frac{F}{q}$ 与 $g = \frac{G}{m}$ 后,由于m表示物体质量而非地球质量M,使得能够更好的帮助我们理解q为检验电荷的带电量而非场源电荷的带电量Q。

3 电势与高度

电势这一概念在理解程度上存在一定的难点,教科书上对于电势的定义是通过较为常见的比值定义法得出,为电荷在电

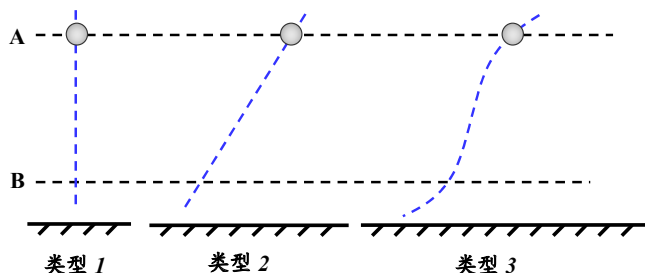
场中某一点的电势能与其电荷量的比值,称之为电势,即 $\varphi = \frac{E_p}{q}$,乍一看在教程的安排上面逻辑顺序非常完美,但对于相当一部分学生而言,一个完全看不见摸不着的物理量,岂是简简单单几句话所能描述清楚的,于是同样的试图与重力扯上关系,就像高度是用以描述物体在重力场中所处位置一般,电势只不过就是“电场中的高度”而已,一样用以描述其位置,一样具有相对性,需要参考面,只不过这个“高度”并非如同重力中高度那般一定是在竖直方向上的,进而为理解电势、零势能面、电势差等概念框定一定基础。

4 电势能与重力势能

在地球上的物体,因参考面的不同,因高度的不同而具有一定的能量,该能量被称之为重力势能,即 $E_p = mgh$;在电场中的带电粒子,因参考面的不同,因电势的不同而具有一定的能量,该能量被称之为电势能 $E_p = q\varphi$,高度h与电势 φ 相对应,即mg与q也存在这一定的联系。

5 电场力做功与重力做功

力作用于物体之上,并在力的方向上作用一段距离,称之为做功。在地球表面,物体受到向下的重力,只要物体高度发生变化,无论其运动轨迹如何,其做功大小只与其始末位置的高度差有关,例如:

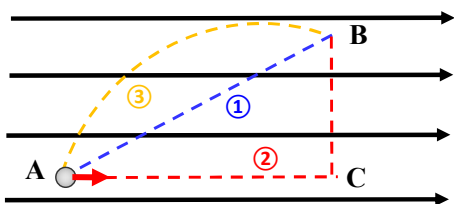


类型 1: $W_G = mg\Delta h = mg(h_1 - h_2)$

类型 2: $W_G = mgl \cos \theta = mg\Delta h = mg(h_1 - h_2)$

类型 3: $W_G = mg\Delta h_1 + mg\Delta h_2 + \dots + mg\Delta h_n = mg\Delta h = mg(h_1 - h_2)$

带电粒子在电场中受到电场力的作用,只要带电粒子电势发生变化,无论其运动轨迹如何,其做功大小只与其始末位置的电势差有关,例如:



$$\textcircled{1} W_F = Eq l_{AB} \cos \theta = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

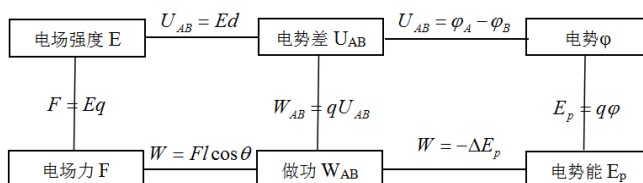
$$\textcircled{2} W_F = Eq l_{AC} + Eq l_{CB} \cos 90^\circ = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

$$\textcircled{3} W_F = Eq \Delta l_1 + Eq \Delta l_2 + \dots + Eq \Delta l_n = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$$

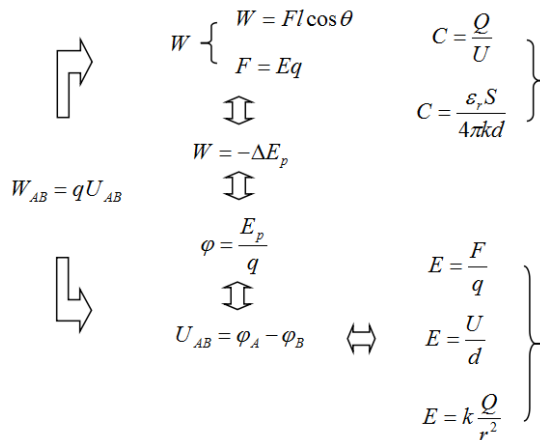
个人认为,在整章电场中一些重要但却抽象的概念均能够与重力场扯上关系,虽然在整体表现形式上显得过于跳跃,左一言,右一语的,但剖析本质会发现两者具有很多的共同点,巧妙的利用这些共同点,能够很好的帮助我们传授新知,也能够让学生尽量在其中找寻一些熟悉感,便于对比、理解、记忆。

光理解与记忆并不能够很好的弄懂本章内容,物理是一门逻辑性非常缜密的学科,这也意味着一味的死记并非是其最佳选择,在脑中形成必要的逻辑关系图则是其中的重中之重,这里推荐给大家类似的几种逻辑图,例如:

逻辑图1:



逻辑图2:



构成逻辑图的知识结构,不仅能够更好的帮助我们理解内容纲要,更有效的澄清一些容易混淆的概念,掌握相关知识点,记忆必要的公式,并且在使用相关知识解题时,能够提供必要的解题思路,而非一头雾水的混淆于其中

物理是一门实验学科,很多的物理结论都来源于实验;物理是一门抽象程度较高的学科,很多物理概念具备抽象性;物理是一门逻辑结构缜密的学科,很多知识点之间会存在着一些必要联系;作为物理教师的我们如何使用必要的教学手段使得逻辑思维发育并非十分完善的学生能够很好的接受抽象概念,理解抽象概念,掌握抽象概念,是其必修课,也是我们需要不断探索的方向。

参考文献

[1]周晓莲.重力场与静电场的比较[J].The Science Education Article Collects.201003. ISSN: 1672-7894