

电场与磁场的对比

东郊中学 王春生 2006-10

电场力、磁场力跟重力、弹力、摩擦力一样，都是中学物理常见的性质力，但在直观感受性上却不同，多数学生感到前者比较“疏远”，后者比较“亲近”。究其原因一则电场、磁场部分概念较多且比较抽象而多数学生还停留在形象、直观思维的阶段；二则多数学生缺乏良好的学习习惯和方法，不善于观察和积累，已有经验匮乏；不善于运用科学思维，严密推理，学习自主性、自觉性不高；不重视实验操作，缺乏探究意识；不注意学科思想方法和知识总结等。

为了使学生对电场和磁场的认识更确切、更明晰，更亲合学生实际，在高考复习备考的第一阶段，当结束了电场、磁场两部分的系统复习后，很有必要组织、引导学生：(1)、从万有引力定律与库仑定律的比较开始，将电场与重力场（万有引力场）相关概念、规律一一进行类比；(2)、将电场和磁场两部分内容的研究对象、研究思路和方法及重要概念如电场与磁场、电场强度与磁感强度、电场线与磁场线、匀强电场与匀强磁场、电场力与磁场力等的对比。现选择性对比如下：

一、 研究对象、思路和方法对比：表 1

内容 \ 项目	研究对象	研究思路	研究方法、途径	研究问题
电场	静止电荷	力-（功）-能	直观化、模拟实验； 间接（引入检验电荷、电流元等）	静电现象及本质规律（力与能的性质）
磁场	运动电荷	力		静磁场、稳恒磁场现象及本质（力的性质）

二、 概念对比：表 2

项目 量	定义		公式	单位	方向	意义	矢标性	决定因素
电场强度	引入	检验电 荷	$E = \frac{F}{q}$	$1N / C = 1V / m$	与正电荷 受力同向	表征电场 强弱和方 向	矢量 （叠加 遵从平 行四边 形定则）	场源电荷 及场点位 置
磁感应强 度		电流元	$B = \frac{F_m}{IL}$	$1T = 1N / A \cdot m$	1、小磁针 静止时 N 极指向 2、垂直于 磁力与电 流元所决 定的平面	表征磁场 强弱和方 向		磁体或载 流导体及 场点位置
		运动电 荷	$B = \frac{f_m}{qv}$	$1T = 1N \cdot S / C \cdot m$				
		面积元	$B = \frac{\Phi}{S_{\perp}}$	$1B = 1Web / m^2$				

注意 1.用“比值”定义的物理量的共同特点是被定义的量与用来定义的量均无关；
2.磁感应强度三种定义的条件。

表 3

项目 \ 概念	定义	性质					意义
电场线		1、不闭合（有源场）	2、不相交	3、不中断	4、不存在（直观手段）	5、疏密表示场的（相对）强弱，切向表示场的方向	表征电场的强弱和方向
磁感线		1、闭合曲线（无源场）					表征磁场的强弱和方向

注：电场线、磁感线是描写场这一抽象物质的直观手段，且均可用实验模拟。沿电场线方向电势逐渐（点）降低；电场线与等势面处处正交。

三、对比规律、公式

I、电场力

(1)、 $F = qE$ ($q > 0$ 时 F 与 E 同向)，此式具有一般性，可计算点电荷在任何电场中的受到的电

场力。在 n 个点电荷形成的静电场中 $E = \sum_{i=1}^n E_i$ (矢量式)。在真空中，点电荷场强 $E_i = k \frac{Q_i}{r_i^2}$ ；

在匀强电场中 $E = \frac{U}{d} = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ (Q 为电容器的电量， ϵ 为介电常数)。

(2)、库仑定律 $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ (Q_1 与 Q_2 同号相斥，异号相吸)，可计算真空中两个点电荷间的静电力。

n 个点电荷之一 q 所受库仑力大小 $F = \sum_{i=1}^{n-1} k \frac{qQ_i}{r_i^2}$ (矢量式)

注：对于电场力与磁场力的比较不要只停留在概念或性质、特点上，而应侧重于两者的本质区别。

II、磁场力

(1)、洛伦兹力 $f_L = qvB \sin \theta$ (f_L 、 v 、 B 三者方向关系遵从左手定则， f_L 垂直于 v 和 B 所决定的平面)， f_L 与电荷运动相联系。当 v 与 B 同向或反向时， $f_L = 0$ ；当 v 与 B 垂直时 $f_L = qvB$ 。

(2)、安培力 $F_A = ILB \sin \theta$ (F_A 、 I 、 B 三者方向关系遵从左手定则， F_A 垂直于 I 与 B 所决定的平面)。当 I 与 B 同向或反向时， $F_A = 0$ ；当 I 与 B 垂直时 $F_A = ILB$ 。

注： E 为未引入 q 时的场强； B 为未置入载流导体时的磁感强度。 F_A 与 f_L 的关系： F_A 是 f_L 的合力。

III、做功对比

项目		公式	适用性	实质/原因	特点
力	电场力	$W_{AB} = qU_{AB}$	普适	电势能 \leftrightarrow 动能 (电势能+动能=恒量)	与路径无关
		$W_C = F_C S \cos \theta$	匀强电场		
磁场力	安培力	$*W_A = I\Delta\Phi$	常用于匀强磁场 (直线恒定电流)	电能 \leftrightarrow 机械能	*与路径有关
	洛伦兹力	$f_L = 0$	普适	$f_L \perp v$	*与路径无关

注：中学物理涉及安培力的定量分析、计算问题大多为力平衡类问题，关于安培力做功（含功率）的讨论与计算题目并不多，一般仅限于简单（恒力）情况，运用功的公式 $W = F s \cos \theta$ 即可解决之，故可不给出上面的公式。至于安培力做功的特点教材从未述及，所见习题一般也不涉及此问题，若想阐明之，可以通电线圈在辐向分布磁场中转动为例论证之。对于能量转换情况可举实例（如电动机、发电机等）阐明之。

IV、冲量对比：不论电场力、磁场力是否恒力，其冲量均可依据动量定理 $I_{\text{合}} = \Delta p$ 处理（已知初、末动量的话）；对于恒定电场力、磁场力，还可应用冲量公式 $I = Ft$ 直接确定其冲量。此类题目也不多，教师可据学情适当补充之，特别是安培力的瞬时冲量问题。