



物理

系统化梳理“静电场”知识网络

北京市第二中学 贾战利

“静电场”是高中物理核心模块之一,也是高考的重难点之一。本文以北京物理等级性考试考题为锚点,梳理静电场的知识网络,为考生高三一轮复习提供有效路径与方法。

“静电场”单元试题分析

结合近几年北京物理等级考情况可以看出,试题对“静电场”的知识考查呈现三大特点。

知识融合性强。电场常与力学(牛顿运动定律、功能关系)、磁场(复合场)、电磁感应及原子物理(玻尔模型)等模块结合,如2025年将电场力做功与氢原子电离结合,2024年将电容器放电与电磁感应规律结合,2021年将电场加速与磁场偏转结合。

模型典型性突出。等量同(异)种点电荷电场分布、平行板电容器充放电与动态分析、带电粒子在匀强电场中“加速—偏转”模型是高频载体,近几年考题均围绕这些模型展开。

素养要求明确。高考试题侧重考查“模型建构”“科学推理”“数理结合”三大核心素养。

“静电场”核心知识分析

1. 电场的基本性质、核心概念与公式

表1 如何描述电场力的性质——电场强度与库仑定律

核心概念	库仑定律	电场强度定义式	点电荷场强决定式	匀强电场与电势差的关系
表达式	$F_{\text{库}}=k\frac{q_1q_2}{r^2}$	$E=\frac{F_{\text{电}}}{q}$	$E=k\frac{Q}{r^2}$	$E=\frac{U}{d}$
适用条件	真空中、点电荷	一切静电场 q 是试探电荷电量	场源电荷 Q 可看作点电荷	匀强电场 d 为沿电场方向上两点间的距离
温馨提示	各物理量代入公式时均不带正负			

表2 如何描述电场能的性质——电势、电势能与电势差

核心概念	电场力做功与电势能的关系	电势差定义式	电势定义式	电势差与电势的关系
表达式	$W_{AB}=-\Delta E_{\text{电}}=E_{\text{PA}}-E_{\text{PB}}$	$U_{AB}=\frac{W_{AB}}{q}$	$\varphi_A=\frac{W_{\text{PA}}}{q}$	$U_{AB}=\varphi_A-\varphi_B$
温馨提示	1. 各物理量代入公式时均考虑带正负。 2. W_{AB} 代表移动点电荷从点A到点B过程中电场力做功。 3. E_{PA} 代表试探电荷 q 在点A具有的电势能。			

2. 静电感应和静电平衡核心规律(静电平衡状态特点)

导体内感应电荷场强与外加电场场强等大反向,内部合场强处处为零;导体两侧带等量异种感应电荷,整个导体不显电性;整个导体是等势体,表面是等势面;导体外部电场线垂直于表面,导体内无电场线。

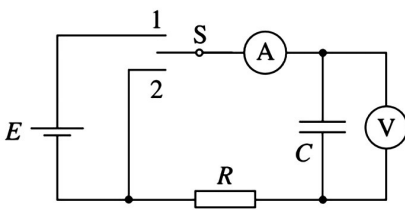
3. 电容和电容器

表3 电容和电容器核心概念与公式

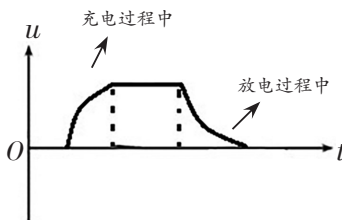
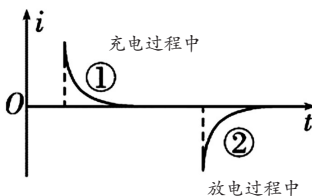
核心概念	电容的定义式	平行板电容器电容的决定式	匀强电场场强决定式(需会推导)
表达式	$C=\frac{\Delta Q}{\Delta U}=\frac{Q}{U}$	$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$	$E=\frac{U}{d}=\frac{Q4\pi k}{\varepsilon S}$
温馨提示	1. 各物理量代入公式时均不带正负。 2. 平行板电容器动态分析两类场景:充电后断开电源(Q 不变)、始终与电源相连(U 不变)。 3. 平行板电容器动态分析的逻辑思路:第一步由电容决定式判断 C 的变化。第二步由电容定义式判断 U 或 Q 的变化。第三步利用场强的表达式判断板间场强 E 的变化。第四步根据场强与电势差的关系判断板间某点电势高低的变化(这一步属于更高能力的考查,简单题一般不涉及)。 4. $u-q$ 图像斜率和线下面积的物理意义分别是什么?		

学生实验:观察电容器充、放电现象

①实验电路:



②实验现象:用电流传感器和电压传感器记录电容器的充放电规律,对应的*i-t*图像和*u-t*图像分别是:



4. 带电粒子在电场(或复合场)中运动的核心模型与方法

①加速模型: $Uq=\frac{1}{2}mv_i^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

②类平抛运动偏转模型:

垂直恒力*F*方向的匀速直线运动: $x=v_0t$

沿恒力*F*方向的匀加速直线运动: $y=\frac{1}{2}at^2$

其中: $a=\frac{F}{m}$, $v_y=at$

位移偏转角的正切值: $\tan\alpha=\frac{y}{x}$

速度偏转角的正切值: $\tan\beta=\frac{v_y}{v_0}$

易得: $\tan\beta=2\tan\alpha$

③复合场模型以及解这类问题的关键思路:

受力分析:类比力学相似运动情景,用牛顿运动定律分析状态点。

过程研究:通过动能定理、动量定理列始末状态方程。

体系问题:按连接体思路选研究对象——细节(状态点)用牛顿运动定律,过程分析可结合动能定理、能量守恒、动量定理/守恒,依情境选方法。

“静电场”复习方法与策略

1. 构建知识网络

考生要从“力—能”双主线串联知识,用“三步建模法”突破难题。一是情境建模(抽象实际装置为电场模型)。二是过程分解(拆分运动阶段)。三是公式联动(联立物理原理方程)。

以2025年20题第(3)问氢原子电离题为例。情境建模:将“氢原子在电场中电离”抽象为“电场力做功使电子动能增加,克服原子能级差”的模型。过程分解:电子经历在电场中加速(电场力做功)→与氢原子碰撞(能量传递)两个阶段。公式联动:电场力做功($W_{\text{电}}=Eqx$),氢原子电离能($E_1=-\frac{ke^2}{2r_1}$),其中 $x\leq 2a$, $r_1=a$,由功能关系 $W_{\text{电}}=0-E_1$,联立即可求解。

2. 总结易错点

例如,电场强度与电势无直接关联;平行板电容器动态分析中辨析*Q*不变还是*U*不变;带电粒子在电场中运动时是否考虑重力(如电子、质子一般忽略重力,油滴、小球一般考虑重力)等问题。

3. 分层限时训练

考生要先进行单一考点专项训练(如电场强度、电容器),再进行综合题训练(如复合场),最后以高考试题为素材进行限时练习,总结解题模板,提升复习效率。

最后,笔者建议考生在一轮复习中要做到“知识系统化、方法模板化、训练精准化”,才能从容应对高考“静电场”考题,实现能力与分数双重突破。