

# 《静电场》

## 大单元教学设计

教师: 孙宾

科目: 高中物理

学校: 正阳县第二高级中学

## 《静电场》大单元教学设计

| 单元基本信息  |   |                    |                            |     |  |  |
|---------|---|--------------------|----------------------------|-----|--|--|
| 学科      | 物理  | 实施年级               | 高二                         |     |  |  |
| 教师      | 孙宾  | 指导教师               | 任娜伟                        |     |  |  |
| 使用教材    | 人教版必修第三册  |                    |                            |     |  |  |
| 单元名称    | <b>《静电场》</b><br>“自拟单元”整合第9章“静电场及其应用”和第10章“静电场中的能量”  |                    |                            |     |  |  |
| 单元课时    | 10课时  |                    |                            |     |  |  |
| 单元教学规划  |   |                    |                            |     |  |  |
| 引领性学习主题 |   |                    |                            |     |  |  |
| 1. 主题名称 | 静电场   |                    |                            |     |  |  |
| 2. 主题概述 | 人教版新教材《物理必修三》将静电场的知识按照“运动与相互作用”以及“能量”的角度化分为《静电场及其应用》和《静电场中的能量》两章，突出物理观念的视角。将两章作为一个整体规划的单元教学，可以整合内容。根据认知规律和本单元知识特点，将静电场内容划分为三个主题：电荷、电场的性质和电场的应用。电场的性质分为三个角度：从力的角度、从能量的角度、从联系的角度。每个主题对应章节名称和主要内容及课时分配如表格所示。 |                    |                            |     |  |  |
|         | 主题划分  | 对应教材的章节名称          | 主要内容                       | 课时  |  |  |
|         | 电荷  | § 9.1 电荷           | 电荷、元电荷、电荷守恒定律、静电感应、带电的微观解释 | 1课时 |  |  |
|         |   | § 9.2 库仑定律         | 库仑定律、库仑扭秤实验                | 2课时 |  |  |
|         | 电场的性质   | § 9.3 电场强度         | 电场、电场强度、点电荷、电场强度的叠加、电场线    | 2课时 |  |  |
|         |   | § 10.1 电势能         | 静电力做功、电势能                  | 2课时 |  |  |
|         |   | § 10.2 电势差         | 电势差、等势面                    | 1课时 |  |  |
|         | 概念间联系   | § 10.3 电势差与电场强度的关系 | 电势差与电场强度的关系、               | 1课时 |  |  |
|         |   | § 9.4 静电的防止与应用     | 静电平衡、尖端放电、静电屏蔽、静电吸附        | 1课时 |  |  |
|         | 电场的应用   | § 10.4 电容器的电容      | 电容器、电容                     | 2课时 |  |  |
|         |   | § 10.5 带电粒子在电场中的运动 | 带电粒子在电场中运动                 | 2课时 |  |  |

核心概念的理解程度是影响个体创新能力的重要变量，核心概念的深入理解与学生未来的创新能力有密切关系。核心概念的学习需要具体概念的学习才能实现，这些具体概念并不是彼此孤立的，而是存在紧密的联系，需要将这些具体概念按照一定的逻辑关系组织起来，才能逐步促进对核心概念的深度理解。概念图是用来表征概念间关系的可视化工具，直观呈现具体概念间是以怎样的逻辑关系相互联系，帮助学生形成良好的知识结构、形成对核心概念的整体认识和多角度理解，提高解决问题的能力。

1. 内容特点：本单元教学内容为静电场，其核心内容是电场的概念及描述电场特性的物理量。静电场内容是高中阶段电学内容的开始，具有承上（力学）启下（电磁学）的重要作用，静电场单元是将力学中已经建立起来的关于力与相互作用的观念，能量的观念进一步用于对静电现象的讨论。静电场单元的特点有：

（1）研究的途径：研究静电场既可以通过试探电荷来进行研究，也可以通过产生静电场的场源电荷进行研究；

（2）研究的角度：研究试探电荷的运动有两个角度，既可以从运动与相互作用的角度，也可以从功与能量变化的角度进行研究；

（3）认识思路：定性与定量（试探电荷受到的静电力与电荷量的关系，试探电荷的电势能与电荷量的关系）；猜想与验证（猜想静电力与电荷量成正比后，然后从理论上利用点电荷这个特定电场初步验证，最后通过实验进行验证）；状态与过程（静电力做功与电势能变化）、宏观与微观（从物质的微观结构认识物体的带电本质）、唯象与机理（通过试探电荷认知电场的性质，通过场源电荷理解电场的性质）等认识思路。

2. 知识结构：梳理出静电场单元的概念，筛选出重要概念，按照概念间的逻辑构建概念图。

（1）围绕静电场单元的重要概念有：电荷、静电力、电场强度、静电力的功、静电场、电势差、电势能、电势。它们分为两类：一类是描述电场及描述电场的物理量，另一类是场中的电荷及描述场中电荷的物理量。电场是电荷受力和能量的决定因素。电场强度、电势、电势差由场本身决定；它们是静电力、电场强度、静电力的功的决定因素。

（2）同类概念间的横向逻辑关系：试探电荷受静电力，静电力做功改变电势能；电场强度和电势是描述电场赋予电荷力的性质和能量性质的物理量；电势差将二者联系起来，电势差是电势的变化，电场强度反映了电势降落的“快慢”。

（3）两类概念间的纵向逻辑关系：静电力和电势能定义了电场强度和电势，电场强度、电势、电势差是静电力、电势能、静电力的功的决定因素。

（4）以图形辅助概念图，按物理观念的物质观、运动与相互作用观、能量观这三个关键视角，形成思维指南。

（5）以图形辅助概念图，呈现静电场与力学知识体系的联系：静电力与牛顿定律，电场力做功与动能定理，电势能与能量转化和守恒定律。使静电场的知识不是局限封闭的，而与力学知识连成整体，这样的呈现能帮助学生形成良好的知识体系，从更广的视角认识静电场。

#### 4. 主题内容分析

|                     | <p>梳理出静电场单元的概念，筛选出重要概念，按照概念间的逻辑构建概念图如下。</p>   |        |
|---------------------|---|--------|
| <h3>5. 主题学情分析</h3>  | <p>1. 知识层面：从学生学习静电场的基础来看，初中学习过关于电荷间的相互作用、元电荷、摩擦起电等基本知识，但仅从现象层面了解基本的电现象，没有通过现象抽象出事物的本质；没有从场的角度提升对现象的认识。对现象只是定性了解，没有从定量的角度加以分析。初中学过的密度、电阻让学生对用物理量之比定义新物理量有了初步的了解，但仅限于新定义的物理量跟原来相比的物理量都属于同一主体，与电场强度和电势的定义有差距。高中已经学过的力学知识中蕴含着丰富的思想方法，为迁移到静电场的学习做好了准备。</p> <p>2. 能力层面：学生具备了一定的观察现象、分析推理、归纳总结的能力，但抽象思维能力仍有待发展。本单元对学生的能力要求较高。体现在以下两点：一是涉及的概念多且抽象，如电场强度、电势差、电势等，且这些概念的建立缺乏日常生活中感性经验和先前学习中知识经验的支撑，是学生学习的难点；二是综合性强，对学生的综合能力要求较高。</p> <p>3. 心理层面：本单元的内容一方面紧密联系生产和生活实际，容易引起学生的学习兴趣，激发学生参与科技活动的热情和形成将物理知识应用于生活和生产实践的意识，同时丰富生动的物理学史能够提供发展学生核心素养的给养。但另一方面，多且抽象的概念及原理复杂的实际问题，会增加学生的负担，如果把握不好教学的难度，会磨灭学习的兴趣，造成学习的困难。</p> |        |
| <h3>6. 开放性学习环境</h3> | <p>摩擦起电、感应起电、验电器、静电计、静电摆球、静电魔法棒、日光灯管、静电魔法球、电容器充放电、尖端放电、静电屏蔽、静电除尘、电流电压传感器等</p>   |        |
| <h3>素养导向的学习目标</h3>  |   |        |
| 课标素养名称              | 5. 单元学习目标   | 对应关系说明 |
| <h3>物理观念</h3>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>通过电荷是物质的一种基本属性、电场的物质性，拓展对物质观；</li> </ul>   | G1     |
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>通过电荷之间产生的库仑力、静电感应、静电平衡，解释摩擦起电、感应起电和接触起电的发生原理等，体会电荷的运动观和作用是相互的；</li> </ul>  | G2     |
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>用电势概念理解初中电能的计算是 <math>UIt</math>，比较电势能跟重力势能异同</li> </ul>   | G3     |

|         |   |                |
|---------|---|----------------|
|         | 等，拓宽和深化对能量的认识。  |                |
| 科学思维    | <ul style="list-style-type: none"> <li>从点电荷概念的建构、试探电荷引入，到匀强电场、各种典型电荷系的电场线图景，为学生建立了不同的模型，培养学生建模能力及使用理想模型解决物理问题的意识；</li> <li>静电场单元有丰富的以演绎的方式学习知识，能够培养学生的科学思维能力：从电荷守恒定律建立中追寻守恒量的思想，到万有引力定律与电荷间相互作用力的类比，电势能与重力势能的类比，到电场强度概念建构中运用的“用物理量之比定义新物理量”，渗透了科学思维方法；</li> <li>通过分析库伦扭秤实验，体验对称、转化测量、微小放大法的思想方法。</li> </ul>   | S1<br>S2<br>S3 |
| 科学探究    | <ul style="list-style-type: none"> <li>通过实验事实说明，“两个实际的带电体间的相互作用力与它们自身的大小、形状以及电荷分布都有关系”，“两个点电荷之间的作用力不因第三个点电荷的存在而改变”，培养学生证据意识。</li> <li>电场强度概念的建立过程，由分析推理得出的“试探电荷在电场中某点受到的静电力与试探电荷的带电量之比是一个常数”作为一个假设，通过点电荷的电场进行验证，又从特殊的点电荷电场推广到一般带电体电场，科学探究的重要性在于对假设猜想的验证。</li> <li>通过“静电感应实验”、“探究影响电荷间相互作用力的因素”、“研究空腔导体内表面的电荷”、“探究影响平行板电容器电容大小的因素”的实验中培养学生发现问题、进行猜想、设计实验、收集证据、处理数据、得出结论、解释说明、讨论交流的能力。</li> </ul> | T2<br>T1<br>T  |
| 科学态度与责任 | <ul style="list-style-type: none"> <li>通过介绍“库伦扭秤实验”，感悟科学家揭示科学本质的艰辛与曲折；通过介绍“法拉第和场的概念”，培养学生坚持真理、敢于质疑、勇于创新的科学态度和科学精神；通过让学生解释“尖端放电”、“静电屏蔽”等，培养学生使用科学术语解释物理问题的意识和能力。</li> <li>通过介绍静电现象在技术中的应用，加强物理知识与生活的沟通与联系；通过介绍“雷火炼殿”，增强文物保护的意识；通过阅读“范德格拉夫静电加速器”，加强物理知识与生产生活的联系。</li> </ul>   | Z1、Z2<br>Z3    |

#### 各主题教学目标

| 单元结构  | 知识架构                   | 问题线索    | 教学活动          |
|-------|------------------------|---------|---------------|
| 电荷    | § 9.1 电荷<br>§ 9.2 库仑定律 | 物理观念    | 物质观、相互作用观、能量观 |
|       |                        | 科学思维    | 模型建构、科学推理     |
|       |                        | 科学探究    | 问题、猜想、解释、交流   |
|       |                        | 科学态度与责任 | 科学本质          |
| 从力的角度 | § 9.3 电场电场强度           | 物理观念    | 物质观           |
|       |                        | 科学思维    | 科学推论、科学论证     |

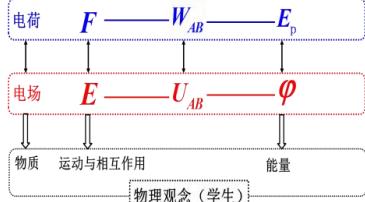
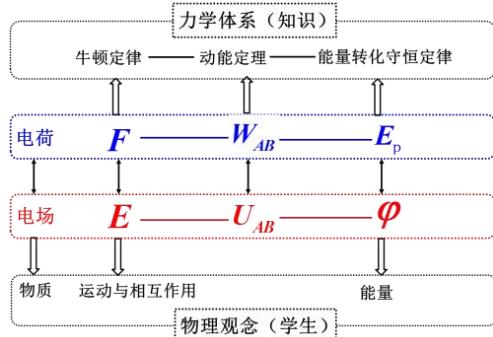
|       |       |  |         |             |
|-------|-------|--|---------|-------------|
| 电场的性质 | 从能量角度 | § 10. 1 电势电势能<br>§ 10. 2 电势差                             | 科学探究    | 问题、解释、交流    |
|       |       |  | 科学态度与责任 | 科学本质、科学态度   |
|       |       |  | 物理观念    | 物质观、能量观、运动观 |
|       |       |  | 科学思维    | 科学推理        |
|       | 概念间联系 | § 10. 3 电势差与电场强度的关系                                      | 科学探究    | 问题、解释、交流    |
|       |       |  | 科学态度与责任 | 科学本质        |
|       |       |  | 物理观念    | 能量观         |
|       |       |  | 科学思维    | 科学推理、科学论证   |
|       | 电场的应用 | § 9. 4 静电的防止与应用<br>§ 10. 4 电容器的电容<br>§ 10. 5 带电粒子在电场中的运动 | 科学探究    | 问题、证据、解释、交流 |
|       |       |  | 科学态度与责任 | 科学本质        |
|       |       |  | 物理观念    | 运动观、能量观     |
|       |       |  | 科学思维    | 科学推理        |
|       |       |  | 科学探究    | 问题、解释、交流    |
|       |       |  | 科学态度与责任 | 科学本质        |

### 挑战性学习活动/任务

| 主题一 电荷及相互作用 (3 课时)     |  |  |
|------------------------|--|--|
| 学习任务：<br>认识电荷和电荷间相互作用  | 概念图呈现  |  |
| 问题线索                   | 教学活动   | 设计意图   |
| 1. 物体带电的方法？            | 复习回忆、演示实验（摩擦起电、验电器）、阐述总结                                     | 利用运动与相互作用的观念来观察认识静电现象。   |
| 2. 物体带电的实质？            | 问题讨论、同伴交流、演示实验（感应起电）   | 构建微观模型，研究的视角从宏观转向微观，认识物质的微观结构决定宏观性质。   |
| 3. 电荷转移的规律？            | 设计实验、验证猜想、提炼规律   | 追寻守恒量的守恒思想，电荷量子化的思想，培养思维能力。  |
| 4. 电荷间相互作用力与哪些因素有关？    | 观察实验（悬挂在带电体附近的带电小球静止时悬线倾斜）、分析现象、得到结论                         | 形成电荷间相互作用力大小的感性认识，为定量研究指明方向，培养认知能力。  |
| 5. 电荷间相互作用力与电荷量和距离的关系？ | 分析实验现象、与万有引力类比推理、创新实验验证（微力电子秤测量电荷间的作用力与距离及电荷量的关系）、学史学习（库仑扭秤） | 从定性研究逐步深入至定量研究；体会猜想与验证的研究思路；体会类比法在建立库仑定律中的作用；库仑扭秤实验的设计中采用的转化测量、等量均分、小量放大的方法。促进思维发展，激发创新意识。 |

## 主题二 电场的性质 (6课时)

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>环节一</b><br/><b>学习任务</b><br/>力的角度研究电场<br/>(2课时)</p>  | <p><b>概念图呈现</b></p> <p>电荷 <math>F</math><br/>电场 <math>E</math><br/>物质 运动与相互作用</p>  | <p><b>问题情境</b></p> <p>悬挂在带电体附近的带电小球静止时悬线倾斜</p>                  |
| <p><b>问题线索</b></p>  | <p><b>教学活动</b></p>   | <p><b>设计意图</b></p>  |
| <p>1. 电荷间的相互作用是怎样发生的?</p>                                 | <p>类比磁场进行猜想、实验演示(电场中的日光灯管)、学史介绍。</p>   | <p>根据相似性进行猜想; 观察体验, 形成对场的初步认识。培养思维能力。</p>                       |
| <p>2. 如何研究电场?</p>   | <p>问题讨论(确定从试探电荷的力与运动的角度获知电场的信息)</p>  | <p>研究步骤: 首先确定思路; 研究从简单到复杂。培养思维能力, 激发创新意识。</p>                   |
| <p>3. 如何定义电场的强弱?</p>                                      | <p>实验分析、交流讨论、猜想、理论检验(点电荷电场中)、实验检验。</p>   | <p>经历猜想与检验确定如何描述电场强弱。体会用物理量之比定义新物理量的研究的方法, 渗透比较的思想, 培养思维能力。</p> |
| <p>4. 如何描述电场?</p>   | <p>交流讨论、演示实验</p>   | <p>类比磁感线描述电场线。</p>  |
| <p>5. 一般带电体的电场?</p>                                       | <p>交流讨论</p>  | <p>体会电场强度的叠加使问题的研究从特殊走向一般, 体会到点电荷模型建立对问题研究的意义。培养思维能力。</p>       |
| <p><b>环节二:</b><br/><b>学习任务</b><br/>能量角度研究电场<br/>(2课时)</p> | <p><b>概念图呈现</b></p> <p>电荷 <math>F</math> —— <math>W_{AB}</math> —— <math>E_p</math><br/>电场 <math>E</math>      <math>\phi</math><br/>物质 运动与相互作用      能量<br/>物理观念(学生)</p> | <p><b>问题情境</b></p> <p>悬线倾斜后带电小球的位置升高</p>                        |
| <p><b>问题线索</b></p>  | <p><b>教学活动</b></p>   | <p><b>设计意图</b></p>  |
| <p>1. 带电小球增加的势能从哪里来?</p>                                  | <p>实验多角度分析、问题讨论、猜想</p>   | <p>问题的研究有不同角度, 从能量的角度分析同一现象。</p>                                |
| <p>2. 如何研究?</p>   | <p>问题讨论, 确定思路为通过做功研究能量。</p>  | <p>体会通过做功研究能量的思想; 从“定性”研究, 为“定量”研究指明方向。培养认知能力。</p>              |
| <p>3. 如何确定是势</p>  | <p>分析推理、进行论证</p>   | <p>类比重力做功与重力势能的方法</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 能?  |  |  |
| 4. 如何定义电场能的性质?                            | 类比电场强度的定义, 定义电势。   | 体会用物理量之比定义新物理量的方法及比较的思想。   |
| 5. 如何描述形象描述电场?                            | 交流讨论、类比  | 类比等高线引入等势面   |
| <b>环节三<br/>主要任务<br/>建立概念间联系<br/>(2课时)</b> |  | <b>概念图呈现</b><br> |
| 问题线索                                      | 教学活动   | 设计意图   |
| 1. 电场强度与电势的关系?                            | 交流讨论、分析推理  | 从事物相互联系的观点出发寻找电场强度与电势的关系。建立概念间的联系, 培养认知能力。   |
| 2. 电场强度的理解?                               | 交流讨论、科学论证、归纳总结   | 从新的角度理解电场强度, 概念间的联系促进概念的理解, 培养认知能力。  |
| <b>第三部分 电场的应用 (5课时)</b>                   |  |  |
| <b>主要任务<br/>电场知识的应用</b>                   | <b>概念图呈现</b><br> |  |
|   | 教学活动   | 设计意图   |
| 1. 静电现象的防止与利用?                            | 演示实验、问题讨论  | 利用静电场的知识解决实际问题, 促进目标的达成。将静电力、静电力的功、电势能纳入到力学知识体系中, 与牛顿定律、动能定理、能量转化和守恒定律建立联系, 让学生从全景的角度了解在静电场的地位及作用。 |
| 2. 如何存储电荷?                                | 演示实验、分组实验、交流讨论、  |  |
| 3. 带电粒子在电场中的运动?                           | 交流讨论、分析推理  |  |
| <b>7. 评价建议</b>                            |  |  |

评价内容包括各主题的重点内容。评价的目的是静电场核心概念的理解及应用。把学习效果的评价融入到教学全过程。在课前，可以通过导学案的形式，根据学生完成情况，对课前预习内容进行评价，有效分析出学生对新授课内容的难点；在课堂上，可以通过学生在问题讨论和交流中的参与度和行为表现，了解学生对问题的分析与推理能力，评价学生思维的品质，或者以随堂提问的方式对学生进行教学内容掌握情况的评价；在课后，以随堂作业的形式进行评价，即时反馈学生对新授知识的理解与掌握情况；在单元学习结束之后，可以进行单元检测，针对学生情况选择合适的有效的题目进行组卷，对学生章节知识的掌握情况，应用情况进行分析与反馈。除此之外，还可以根据实验探究中学生的交流反馈结果作为一种评价方式，有效反映学生对，有效反馈学生科学思维的品质。

## 8. 反思性教学改进

本单元设计是以 2017 版新课程标准为依据，以人教版新教材必修三为主要参考，以落实核心素养目标为目的，从学生实际和基础出发，对本章的知识学习和能力发展做出规划和设计。

### 1. 特色：

(1) 围绕静电场这一核心概念，整合了新教材静电场两章的内容。将“静电的防止和应用”的内容移至单元教学的最后一部分。整个单元教学分为五个步骤：第一步介绍电荷及其相互作用；第二步引入静电场模型，用静电场模型解释电荷间的相互作用力；定性与定量相结合，分别从力和能量的角度对静电场进行描述；第三步是从物事相互联系的观点出发，分析电势差与电场强度的关系；第四步，应用静电场概念分析静电感应、电容器、带电粒子在电场中的运动等与静电场相关的内容，是静电场概念的应用。按照从定性到定量、从形象到抽象、从单一物体（受力）到系统（电势能）这样的顺序展开单元教学。从单元整体看，从概念理解到概念应用，体现了认知水平的提升，符合学生的认知规律。

(2) 围绕静电场这一核心概念，通过分析确定本单元的八个重要概念：电场、电场强度、电势、电势差、电荷、静电力、电场力的功、电势能。然后分析概念间的逻辑关系，建构概念间的关联。

(3) 教学设计引导学生关注研究问题思路，比如“如何研究电场？”，确定从试探电荷的角度和场源电荷的角度进行研究的思路。谋而后动，思而后定。让学生做问题研究的设计者而不是按步骤操作执行者，意在培养学生的能力。

### 2. 不足：

(1) 教学设计最终选择结构对称简洁的概念图，而非概念学习进阶的层级结构全景图的呈现方式。侧重从知识本身的角度描述概念间的逻辑关系，缺少了对学生概念理解水平的关注和呈现。

(2) 对于学生原有认知水平了解不够深入，对前认知和错误概念挖掘不够，有些学生的思维障碍点没能提前发现，导致学生学习仍存在一些困难。

(3) 对于学生运用规范的物理语言进行表述和表达重视不够。

(4) 检测题目设计难度偏大，不能很好反映学生对概念理解程度。

## 课时教学设计示例

|        |         |
|--------|---------|
| 第 4 课时 | 电场 电场强度 |
| 课时教学设计 |         |

|           |   |
|-----------|---|
|           | <p>从力的角度分析电场的性质，主要有电场、电场强度、电场强度的叠加、电场线、匀强电场等内容。从本节课教材内容的呈现来看，电场电场强度的教学要通过以下几个维度的跨越来促进学生认知水平的提升。</p> <p>(1) “从定性到定量”：首先引入静电场的概念，然后借助电场强度对静电场进行定量描述。</p> <p>(2) “从现象到机理”：首先从试探电荷受到的静电力的角度研究静电场，引入电场强度描述静电场的强弱和方向，然后从场源电荷的角度研究静电场，确定点电荷电场中电场强度大小和方向的决定因素；</p> <p>(3) “从特殊到一般”：从单独存在的一个点电荷的电场开始研究，用电场强度叠加确定两个点电荷的电场，再到多个点电荷，直至一般带电体的电场。</p> <p>(4) “从抽象到具体”：首先建立电场强度这个抽象的物理量来描述静电场的强弱和方向，然后用电场线来形象描述电场，使静电场形象化、具体化。</p> <p>电场电场强度作为本单元的重点和核心内容，起到承上启下的作用。从本节课开始，认识静电场，用静电场来解释前面学习的电荷间的相互作用力，同时也为下一节“静电的防止和利用”奠定理论基础。本节课，学生通过演示实验，初步体会静电场的存在和物质性，经历比较、概括、抽象的思维过程，建立电场强度的概念，并用电场强度描述静电场的强弱和方向。通过真空中点电荷的电场强度，了解静电场强弱的决定因素，通过电场强度的叠加，掌握研究一般带电体电场的思路和方法，通过演示实验模拟电场线，了解静电场在空间分布的图景。从而逐步实现对静电场的深入认知。</p> <p>在物理学研究方法方面，本节课学习的电场强度这个物理量，把用物理量之比定义新物理量的方法推上了一个新的台阶。学生通过点电荷的学习再次体会为了研究问题的方便而采用理想化模型的方法。学生通过电场线的学习，感悟用虚拟图线描述抽象物理概念的方法。而用“线”描述“场”是法拉第为物理学做出的重大贡献之一。适当地、有选择地介绍人们对“电荷间相互作用是怎样发生的”这个问题的认识过程，介绍“超距作用”和“场为媒介”的争论，有利于学生体会物理学家的科学精神、物理思想、研究方法。</p> |
| 2. 课时学情分析 | <p>高中已经学过的力学知识中蕴含着丰富的思想方法，为迁移到静电场的学习做好了准备。对于电现象，电场强度概念的建立缺乏日常生活中感性经验和先前学习中知识经验的支撑。</p> <p>学生在学习本节内容时会面临一些困难。第一，学生对静电场的存在及物质性理解存在较大困难。一方面是由于静电场看不见、摸不到、学生无法感受到它的存在。另一方面是由于学生先前知识中对“物质是由大量分子组成的”认识，干扰他们对场的物质性的理解，学生已有的物质概念局限于实物粒子，没有场的物质性方面的先前经验，对场的物质性理解有较大困难。第二，电场强度概念的建构困难。一方面，电场强度概念的建立需要从试探电荷受到的静电力开始研究，而学生对静电力的概念是伴随着电场强度概念的建立才逐步清晰起来，学生既要明确试探电荷受到的静电力的特点又要思考如何描述静电场的强弱，很容易将静电力和电场强度相混淆，而静电力与试探电荷量的比值为常数也很难通过实验证。另一方面，电场强度的概念的建立，学生需要比较其所受静电力大小和电荷量的差异，概括静电力与电荷量成正比的特点，抽象出静电力与电荷量之比与试探电荷无关的特征，明确这种特征可以用来描述电场的属性，学生需要经历“比</p>  |

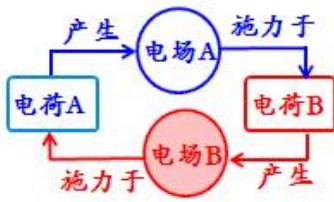
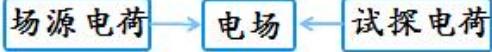
|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | 较-概括-抽象”的过程，对学生的能力要求较高。第三，电场强度的概念建立采用物理量之比定义新物理量的方法，但又与之前学习的密度、速度的定义有不同。电场强度是用试探电荷所受的静电力和电荷量之比定义的，其研究对象是试探电荷，但定义后的物理量却与试探电荷无关，描述的是试探电荷所在位置电场的性质，而不是试探电荷的。电场强度不依赖于电场中是否有试探电荷，也不依赖于试探电荷的性质。这是学生以往从来没有学过的一个思维方式，因此成为学生学习的一个难点。 |
| <b>3. 课时学习重点</b>  | 电场强度概念的建立   |
| <b>4. 课时学习难点</b>  | 用静电力与试探电荷的电荷量之比定义电场强度   |
| <b>5. 开放性学习环境</b> | 静电摆球、日光灯管、静电魔法球等  |

#### 课时学习目标

| 单元学习目标 | 6. 课时学习目标  | 对应关系说明   |
|--------|--|----------|
| 物理观念   | 通过电场的物质性，拓展对物质观；   | G1       |
| 科学思维   | 从试探电荷引入，到匀强电场、各种典型电荷系的电场线图景，为学生建立了不同的模型，培养学生建模能力及使用理想模型解决物理问题的意识；<br>电场强度概念建构中运用“用物理量之比定义新物理量”；                      | S1<br>S2 |
| 科学探究   | 电场强度概念的建立过程，由分析推理得出的“试探电荷在电场中某点受到的静电力与试探电荷的带电量之比是一个常数”作为一个假设，通过点电荷的电场进行验证，又从特殊的点电荷电场推广到一般带电体电场，体会科学探究的重要性在于对假设猜想的验证。 | T1       |
| 态度与责任  | 通过介绍“法拉第和场的概念”，培养学生坚持真理、敢于质疑、勇于创新的科学态度和科学精神。   | Z1、Z2    |

#### 课时教学过程

|           |         |
|-----------|---------|
| 学习活动/任务名称 | 7. 教学过程 |
|-----------|---------|

|  |  |
|--|--|
| <p><b>认识电场/</b></p> <p>1. 电荷间的相互作用是怎样发生的?</p> <p>2. 电场是怎么产生的?</p> <p>3. 电场究竟是什么?</p>   | <p><b>【师】思考:</b> 相隔一定距离的电荷间的相互作用是怎样发生的?</p> <p>19世纪以前,不少物理学家认为这是一种超越空间与时间直接发生的作用,称为超距作用。但是,英国物理学法拉第却提出了不同的见解。他认为,这种相互作用是通过媒介发生,他的观点由后人完善形成场的概念。磁体间的相互作用是通过磁场发生的,电荷间的相互作用则是通过电场发生的。</p> <p><b>演示实验:</b> 电场中的日光灯管</p> <p><b>【师】思考:</b> 电场是怎么产生的?</p> <p>电场由电荷产生,并在电荷周围存在着。用框图表示这个过程:电荷A产生电场A,施力于电荷B;同时电荷B产生电场B,施力于电荷A;电荷间的相互作用是通过电场发生的。</p>  <p><b>【师】思考:</b> 电场究竟是什么?</p> <p>电场已经被证明是客观存在的物质。</p>   |
| <p><b>建立电场强度的概念/</b></p> <p>1. 研究电场的思路?</p> <p>(1) 如何确定电场的存在?</p> <p>(2) 如何判断空间各点电场是否相同呢?</p> <p>(3) 同一个试探电荷,电荷量相同,受静电力不同说明什么?</p> <p>(4) 如何描述电场的强弱呢?能否用静电力来表示电场的强弱呢?</p> <p>2. 如何定义电场的强</p> | <p><b>【师】思考:</b> 研究电场的思路</p> <p>电场由电荷产生的,把产生电场的电荷叫场源电荷,从场源电荷来研究电场是一个可行的思路;</p> <p>另外,电场对电荷有静电力的作用,电荷是可以“感受”到的电场的存在。在静电力中应蕴含着电荷所在处的静电场的某些信息。为研究电场中每点的情况,要选用体积小的电荷;为尽量避免这个电荷产生电场产生影响,要选用电荷量比较小,同时体积也比较小的电荷,这样的电荷叫试探电荷;借助试探电荷也可以研究电场,这也是一条可行的思路。</p>  <p><b>【师】思考:</b> 如何确定电场的存在?</p> <p>找一个可视为试探电荷的带电小球,假设它的电荷量为<math>q</math>,如果小球静止时悬线倾斜,说明它受到静电力<math>F</math>不为零,意味着它所在的位置存在静电场,如果<math>F</math>等于0,说明该位置不存在电场。</p> <p><b>【师】思考:</b> 如何判断空间各点电场是否相同呢?</p> <p>如果在不同位置,同一试探电荷受静电力不同,说明电场不同。</p> <p><b>【师】思考:</b> 同一个试探电荷,电荷量相同,受静电力不同说明什么?</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p>弱？</p> <p>(1) 能不能用静电力与电荷量的比描述电场的强弱呢？</p> <p>(2) 如果把同一试探电荷，放在点电荷电场中的不同位置，试探电荷受到的静电力的方向是否相同呢？</p> | <p>(1) 说明这两个位置的电场是不同的。静电力的差异揭示了电场的差异；<br/> (2) 同一电荷，静电场力大的位置的电场更强，静电力小的位置电场更弱；<br/> (3) 场的不同表现在静电力上，静电力的相关因素是电场的强弱以及电荷量；<br/> (4) 电场中各点的强弱因位置而不同，电场的强弱是与位置有关的。</p> <p><b>【师】</b>思考：如何描述电场的强弱呢？能否用静电力来表示电场的强弱呢？</p> <p>要了解静电力与试探电荷的电荷量的关系，需要控制电场的强弱不变，设想在电场中 <math>P_1</math> 点，放入电荷量为 <math>q</math> 的试探电荷，假设受到的静电力是 <math>F</math>，再拿来一个同样的电荷 <math>q</math>，在这个位置受到的静电力也是 <math>F</math>；可以推测，一个电荷量为 <math>2q</math> 的电荷放在这里，它受到的静电力就是 <math>2F</math>。依此类推，电荷量为 <math>3q</math> 的电荷，受到的静电力是 <math>3F</math>……即，试探电荷在电场中某点受到的静电力 <math>F</math> 与试探电荷的电荷量 <math>q</math> 成正比，设比例系数是 <math>K_1</math>，即 <math>F=K_1q</math>。</p> <p>在 <math>P_1</math> 位置，场的强弱不变，但静电力却因电荷量的不同而变化，用变化静电力表示不变的场强弱是不合适的；</p> <p>如果在电场中 <math>P_2</math> 位置，放入电荷量为 <math>q</math> 试探电荷，假设受到的静电力是 <math>F'</math>，那么放入 <math>2q</math>，<math>3q</math> 的电荷，它受到的静电力就是 <math>2F'</math>，<math>3F'</math>。静电力也与其电荷量成正比。但是比例系数不同，用 <math>K_2</math> 表示，写为 <math>F=K_2q</math>。</p> <p>这个分析中的发现：</p> <p>(1) 同一位置，<math>q</math> 不同，<math>F</math> 也不同，但 <math>K</math> 相同，说明 <math>K</math> 与 <math>F</math>、<math>q</math> 无关；<br/> (2) 场中不同位置，<math>K</math> 不同，说明 <math>K</math> 与位置有关；<br/> (3) <math>q</math> 相同时，<math>K</math> 越大的位置，<math>F</math> 越大；而 <math>F</math> 越大，说明这点的电场越强。这说明 <math>K</math> 与场的强弱对应。</p> <p><b>【师】</b>思考：能不能用静电力与电荷量的比描述电场的强弱呢？</p> <p>这是建立在静电力与试探电荷量成正比这个推测的基础上的，它的正确性有待进一步的检验。</p> <p>用点电荷的电场来进行检验。这个检验，是对“点电荷电场”这一特殊情景，从理论上进行的验证，但是，更普遍的情况还需要进行实验检验。</p> <p>实验表明，无论是点电荷的电场还是其他电场，在电场的不同位置，试探电荷所受的静电力与它的电荷量之比一般说来是不一样的。它反映了电场在各点的性质。</p> <p><b>【师】</b>电场强度的定义</p> <p>放入电场中某点的试探电荷所受的静电力与它的电荷量之比，叫作该点的电场强度。按照定义式，电场强度的单位为牛顿每库仑。如果 1C 的电荷，在电场中的某点，受到的静电力是 1N，那么该点的电场强度就是 1N/C。</p> <p><b>【师】</b>思考：如果把同一试探电荷，放在点电荷电场中的不同位置，试探电荷受到的静电力的方向是否相同呢？</p> <p>在图中位置，试探电荷受到的力，方向不同。</p> |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  | <p>【师】思考：同一试探电荷，受静电力方向不同，说明了什么？</p> <p>同一试探电荷，导致静电力方向不同的原因不在电荷，而来自于电场，说明电场不但有强弱的差异，还应具有方向的特征，表现为对同一的电荷施加不同方向的电场力。说明电场强度是一个既有大小又有方向的矢量。</p> <p>【师】思考：怎样定义电场强度的方向呢？</p> <p>在磁场的学习中也遇到了类似的问题，小磁针有两极，受力方向也不同，可以选择小磁针 N 极受力方向为磁场方向。受到磁场的启发，选择一种试探电荷，将它受力方向作为电场强度的方向。物理学中规定，电场中某点电场强度的方向与正电荷在该点所受的静电力的方向相同。</p>  |
| <p><b>点电荷的电场 电场强度的叠加/</b></p> <p>(1) 还可以从哪方面获得静电场的信息呢？</p> <p>(2) 如何确定点电荷电场的电场强度？</p> <p>(3) 如果真空中同时存在两个点电荷，空间各点的电场强度如何确定？</p> | <p>【师】思考：还可以从哪方面获得静电场的信息呢？</p> <p>电场由场源电荷产生，对场中的其它电荷有力的作用。可以从试探电荷的角度研究了电场，也可以从场源电荷的角度来研究电场。</p> <p>【师】思考：怎样开始研究？</p> <p>问题的研究总是从简单到复杂，最简单的场源电荷是点电荷。</p> <p>【师】思考：如何确定点电荷电场的电场强度？</p> <p>设想在真空中，有一个点电荷，电荷量为 <math>Q</math>，在它形成的电场中，选取任意一点：</p> $\text{电场强度 } E = \frac{F}{q} = \frac{k \frac{Qq}{r^2}}{q} = k \frac{Q}{r^2}$ <p>(1) 借助试探电荷 <math>q</math> 来确定电场强度，但表达式中不含有 <math>q</math>；</p> <p>(2) 电场强度的大小与 <math>Q</math> 和 <math>r</math> 有关，并由它们决定，是真空中点电荷电场强度的决定式；</p> <p>(3) 对某个确定的场源电荷，电场强度的大小就只由 <math>r</math> 决定，随着 <math>r</math> 的增大，电场强度按着平方反比的规律减小，与点电荷距离相等的点，电场强度相等；</p> <p>(4) 正点电荷形成的电场，电场强度的方向背离正点电荷；负电荷形成的电场，电场强度的方向，指向正点电荷。</p> <p>【师】思考：如果真空中同时存在两个点电荷，空间各点的电场强度如何确定？</p> <p>两个点电荷对某个电荷的静电力，等于这两个点电荷单独存在时，对试探电荷作用力的矢量和。由此可以推理，如果是两个点电荷形成电场，电场中某点的电场强度，等于两个电荷单独存在时，在该点产生的电场强度的矢量和。如果真空中同时存在多个点电荷，可以先确定每个点电荷单独存在时，在该点的电场强度，再用电场强度叠加的方法，确定多个点电荷同时存在时，电场强度的大小和方向。</p> <p>【师】思考：如果是真实的带电体，不能看作点电荷的情况下，如何确定它的电场呢？</p> <p>可以把它分成若干小块，只要每个小块足够小，就可以看成点电荷，然后用点电荷的电场强</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | 度叠加的方法计算整个带电体的电场。  |
| 电场线/<br>(1) 如何形象的描述电场?<br>(2) 电场线为什么不会相交? | <p><b>【师】思考：</b>怎样才能形象的描述静电场中各点电场强度的大小和方向？初中时用的是磁感线描述磁场，类比磁感线，描述电场，也可以用画线的办法。</p> <p>(1) 电场线是为了形象描述电场而引入的假想线，实际并不存在；</p> <p>(2) 电场线描述电场的方法：用电场线的疏密表示电场强度的大小；电场强度的方向用线上每点的切线方向表示。</p> <p>电场线和磁感线都是法拉第提出并采用的方法，因为这种描述方法简洁形象，一直沿用至今。</p> <p><b>【师】猜想：</b>正点电荷的电场线画出来是什么样的？</p> <p>正点电荷的电场线，电场线是从正电荷发出的辐射状对称分布的射线，射向无线远处。每一点的切线方向，都是背离正点电荷的。在靠近电荷的地方，电场线更密集，电场强度较大；在远离电荷的地方，电场线更分散，电场强度较小。</p> <p><b>【师】猜测：</b>负点电荷的电场线是什么样的？</p> <p>负点电荷的电场线，形状与正点电荷相同，方向变为，从无限远处发出，到负电荷终止。</p> <p>实验：模拟点电荷的电场线分布</p> <p>动画：模拟点电荷的电场线分布</p> <p>实验：模拟等量异种点电荷的电场线分布</p> <p>动画：模拟等量异种点电荷的电场线分布</p> <p>实验：模拟等量同种点电荷的电场线分布</p> <p>动画：模拟等量同种点电荷的电场线分布</p> <p><b>【师】电场线的特点：</b></p> <p>(1) 电场线从正电荷或无限远出发，终止于无限远或负电荷；在电荷附近场线密集，电场也更强；</p> <p>(2) 同一电场的电场线，在电场中不相交。</p> <p><b>【师】思考：</b>电场线为什么不会相交？</p> <p>如果有两根电场线相交，那么交点所在的位置，电场强度方向就有两个，但同一点的电场强度是唯一的，因此电场线相交是不可能的。</p> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>匀强电场/</b></p> <p>(1) 匀强电场的电场线是什么样的?</p> <p>(2) 什么样的带电体周围会产生匀强电场?</p> | <p>如果电场中各点的电场强度大小相等、方向相同,这样的电场就叫作匀强电场。</p> <p><b>【师】思考:</b> 匀强电场的电场线是什么样的?</p> <p>由于电场强度大小相等,电场线就应该是疏密均匀的;空间所有的点,电场强度的方向相同,电场线就只能是彼此平行的直线。匀强电场的电场线,是平行等间距的直线。</p> <p><b>【师】思考:</b> 什么样的带电体周围会产生匀强电场?</p> <p>如果是一对相距很近的带等量异种电荷的平行金属板,它们之间的电场,除边缘外,可以看作是匀强电场。匀强电场,是两个极板上电荷的电场叠加形成的。</p> <p>实验: 模拟匀强电场的电场线。</p>   |
| <p><b>课堂小结</b></p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 研究问题先定思路,研究静电场的思路:             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 通过试探电荷受到的静电力研究静电场;</li> <li>(2) 从场源电荷的角度研究静电场;</li> </ol> </li> <li>2. 研究问题从简单到复杂。</li> <li>3. 电场强度的定义及描述: 是用物理量之比定义新物理量,用电场线来描述电场。</li> <li>4. 一般带电体的电场: 在点电荷电场的基础上,利用电场强度的叠加,可以分析任意带电体的电场。</li> <li>5. 对物质的认识: 物质的存在有两种形式: 实物物质和场。</li> <li>6. 研究电场的过程中,我们常通过与磁场的类比,获得启发。</li> </ol> |