**9.1 电荷**

【**教材分析】**

《电荷》是人教版物理必修三第九章第1节的内容。《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》中对这一内容的要求为：“通过实验，了解静电现象。能用原子结构模型和电荷守恒的知识分析静电现象。”《普通高中物理课程标准（2017年版）解读》对该条目的解读为：要求学生通过摩擦起电、感应起电、电荷之间的相互作用等实验的观察，了解静电现象。基于静电现象的实验事实，用原子结构模型和电荷守恒知识建构物理模型解释现象，培养学生基于事实证据进行科学推理的核心素养。

本节由电荷、静电感应、电荷守恒定律和元电荷四部分组成，是本章后续学习的基础知识。教材首先从摩擦起电入手，介绍自然界中存在正、负两种电荷及其特性；然后介绍物质的微观结构模型，解释摩擦起电；接着介绍静电感应，通过对摩擦起电和感应起电的分析，讨论电荷在转移过程中的守恒规律和电荷量的量子化特征。通过学生知识建构过程，引导学生经历构建模型、解释现象、猜想、归纳等过程，发展科学推理能力，强化守恒思想。

【**学生学情分析**】

学生在初中初步了解电荷概念，具有一定的感性认识。在生活中，学生具有大量的摩擦起电的生活经验，例如冬季脱毛衣时看到电火花，用钥匙开门被电击等，这些经验能帮助学生进一步学习摩擦起电的相关知识。经过必修一和必修二的学习，学生对物理中的守恒观念有了更深的认识，这有助于学生理解电荷守恒，从物质微观结构理解摩擦起电、感应起电的原理。从金属结构微观模型解释静电感应是本节课的难点，教学要设置好合理的问题梯度，引导学生建构模型，通过科学推理验证猜想，归纳结论。

【**教学目标**】

1.物理观念：关注存在元电荷的事实，知道元电荷的概念，知道电荷量不能连续变化，构建元电荷的物理模型。

2.科学思维：经历摩擦起电和感应起电的实验过程，了解使物体带电的方法，能从物质微观结构的角度认识物体带电的本质。

3.科学探究：通过对物质微观结构的理解使学生明确摩擦起电和感应起电不是创造了电荷，而是使物体中的电荷分开．但对一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和不变。

4.科学态度与责任：通过对本节的学习培养学生从微观的角度认识物体带电的本质。

【**教学重点与难点**】

**教学重点：**理解电荷守恒定律。

**教学难点：**从物质微观结构认识物体带电的本质，解释三种起电的机理。

【**教学方法**】

探究式教学，引导学生掌握探索新知识、新内容的一般方法。

【**课时安排**】

1 课时

【**教学准备**】

1.演示实验器材：橡胶棒（毛皮）、玻璃棒（丝绸）、碎纸屑、自制静电发电机、静电感应起电机、导体球、枕形导体一组、验电器、静电计。

2.学生实验器材：橡胶棒（毛皮）、自制验电器（材料：透明一次性水杯、铜导线、铝箔片一对）。

【**教学过程**】

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学环节** | **教师活动** | **学生活动** | **设计目的** |
| **新课引入** | **趣味挑战：“隔空推罐”**给你一根吸管，在不接触易拉罐的情况下你能使易拉罐动起来吗？（如果学生提出用嘴吹气，肯定方案的可行，再问是否还有其他方法）**追问：**这里面蕴含了什么道理？这是我们初中学过的摩擦起电和带电体的特征。 | 学生提出解决方案并操作。摩擦起电、带电物体能够吸引轻小物体。 | 通过趣味小挑战吸引学生注意力，激发学生的好奇心。体现物理服务生活的理念。唤醒学生记忆，以便顺利介绍电荷的发现史。 |
| **新课教学** | **一、电荷的发现****介绍“电”的发现史：**早在距今3000多年前的殷墟甲骨文中，考古学家就发现了“电”的身影。公元前6世纪，古希腊泰勒斯观察到与毛皮摩擦过的琥珀能吸引轻小物体。公元1世纪，出现了“顿牟掇芥”。16世纪，电的研究开始逐渐深入。18世纪杜费发现电荷有“琥珀电”和“玻璃电”两种。直到这里，人们研究的主要是摩擦电，那么摩擦电能不能使灯泡发光呢？**演示实验1：摩擦发电机**实验表明“摩擦电”能够点亮灯泡，从而说明与我们现在说的电性质相同。早在18世纪，伟大的富兰克林就提出雷电与摩擦电的性质相同，并命名了正电荷和负电荷。纵观电荷的发现历程，不难发现，前一阶段跨度很长，人们研究问题的手段主要靠观察，很难触及事物的本质。16世纪开始借助实验进行研究，大大加快了人们对电现象的认识。因此，实验是科学发现的一个重要途径。今天，我们就借助实验来研究电，重走科学发现之路。电荷之间的相互作用有什么规律？下面请同学们设计一个实验来验证这个规律。**问题1-1：如何验证电荷相互作用的规律？****演示实验2：**1. 将与毛皮摩擦后的橡胶棒放于旋转支架，将另一根与毛皮摩擦后的橡胶棒靠近；
2. 换一根与丝绸摩擦后的玻璃棒靠近上述橡胶棒；
3. 用PVC管与丝绸摩擦，靠近上述橡胶棒。

这个实验除了验证了电荷相互作用的规律以外，是否还暗示了什么？比如“电荷有几种”。**问题1-2：试根据实验现象分析电荷有几种？**结论：电荷有两种。证据：电荷间的作用规律。“电”看不见摸不着，我们能否利用电荷的相互作用规律检验物体是否带电？**问题2：怎么检验物体是否带电？**引导学生自主研究。验电器就是根据同种电荷相互排斥的原理工作的。展示自制验电器【材料：橡胶棒（毛皮）、铝箔、细铁线、一次性透明水杯。】“验电器”小贴士：1、原理：利用电荷间相互作用的规律。2、结构：展示几种常见仪器。（追问：静电计除了检验物体是否带电，还能其他功能吗？怎么验证？）**演示实验3：**1. 先用与毛皮摩擦过的橡胶棒接触静电计，观察指针偏角大小；
2. 用与丝绸摩擦过的玻璃棒接触静电计，观察指针张角的变化；
3. 再用与毛皮摩擦过的橡胶棒接触静电计，观察指针张角变化。

结论：异种电荷接触，指针张角变小，意味着静电计所带电量变小；同种电荷接触，指针张角变大，意味着静电计所带电量变多。3、应用：判断是否带电、带电的种类及多少。**问题3：电荷有两种，如何命名的？****追问：为什么要这样命名，而不是其他说法呢？**证据：电荷的累加性、中和性。结论：命名为正电荷与负电荷。知识归纳：电荷之“初印象”1.自然界电荷只有两种：正电荷、负电荷。2.电荷的多少用电荷量表示。1881年，第1届国际电学大会确定电量的国际单位为“库仑”，符号“C”。正电荷的电荷量为正值，负电荷的电荷量为负值。**二、物体带电的本质****问题4：摩擦起电过程中的电荷哪里来的？** 研究电子的转移，需要从物质的微观结构说起。复习物质的微观结构。原子核一般是很稳定的。离原子核较远的电子容易受外界的作用而脱离原子，于是，原来电中性的物体由于失去电子而带上正电，得到电子的物体带上负电。不同物质的微观结构一般是不同的，由于原子或分子间的相互作用，原子中电子的多少和运动状况也不相同。金属中原子的外层电子往往容易脱离原子核的束缚而在金属中自由运动，这就是自由电子。失去电子的原子成为带正电的离子，正离子都在各自的平衡位置附近振动而不移动。自由电子能够穿梭其中，这就使得金属成为了导体。下面请同学们尝试从微观的角度来解释摩擦起电的原因。摩擦起电的本质：电子从一个物体转移到另一个物体。总的电荷量守恒。**试一试：如何让验电器的顶端的铁丝圈带正电？**这种方式叫接触起电。接触起电的本质是电子在物体上的重新分配。——验电器原理**大量实验证明：**两个完全相同的导体,接触后再分开, 二者将原来所带电量的总和平均分配。追问：还有其他的方法吗？【提示：**演示实验4**】1. 橡胶棒靠近验电器小球，铝箔片会张开，移走橡胶棒，铝箔片闭合；
2. 橡胶棒靠近的时候，用手短触验电器，移走橡胶棒，铝箔会张开。

**思考：**1. **如何解释当带电橡胶棒靠近验电器时下端的铝箔会张开，移走时会闭合？**

使带负电的橡胶棒靠近验电器顶端，导体内部的自由电子由于受到负电荷的排斥作用而向铝箔移动，使得顶端由于失去电子带上正电，铝箔端由于得到电子带上负电，因而铝箔张开。移走橡胶棒，自由电子不再受力，又回归初始状态，验电器不再显电性，铝箔闭合。我们把这种起电方式叫作**感应起电。**1. **为什么手接触一下验电器的小球，再移走带电橡胶棒时验电器的铝箔会张开？**

理论分析。1. **此时验电器会带何种电？如何通过实验验证你的猜想？**

实验验证“近异远同”：建立模型——带电球、枕形导体。由于橡胶棒带电量较小，我们改用静电感应起电机来完成验证。**演示实验5：**起电机给导体球带电，让枕形导体靠近小球；将A、B分开，让导体球C与静电计接触，观察张角；让A与静电计接触，观察张角的变化；再让B与静电计接触，观察张角的变化。结论：近异远同**（4）对于感应起电现象。你还想研究什么问题？**追问：怎么研究这个量的关系呢？**演示实验6。**我们的实验只是粗略验证。科学家们通过大量实验发现，感应起电过程中，近端和远端所带的电荷量相等，电性相反。知识归纳物体带电的本质：1.摩擦起电——电子的转移2.接触起电——电子的转移3.感应起电——电子的转移这个结论体现了自然界的电荷数量是守恒的。三、电荷守恒定律大量事实表明：电荷既不会创生，也不会消灭，它只能从一个物体转移到另一个物体，或者从物体的一部分转移到另一部分；在转移过程中，电荷的总量保持不变。近代物理实验中的两个现象：1. 一个高能光子在一定条件下产生一个正电子和一个负电子；
2. 一对正负电子同时湮灭，转化为光子。

 你认为这两个现象中电荷的总量守恒吗？电荷守恒更普遍的表述：一个与外界没有电荷交换的系统，电荷的代数和保持不变。这是自然界重要的基本规律之一。四、元电荷1.最小的电荷量叫做元电荷。*e* =1.6×10-19C （最早由密立根测得）2.所有带电体的带电量都是元电荷的整数倍，即 Q = N*e* (N = 1，2，3…）。3.比荷:带电体的电荷量与质量的比值（区分粒子的重要参数）电子的比荷： | 学生协助完成。同种电荷相互排斥；异种电荷相互吸引。学生提出方案：1. 使两个物体分别带上同种电荷，相互靠近，观察现象；
2. 使两个物体分别带上异种电荷，相互靠近，观察现象。

结论：同种电荷相互排斥；异种电荷相互吸引。不同带电体之间不是排斥就是吸引。学生自主分析推理。学生讨论、设计、操作、分享。学生活动：判断带电的种类。学生设计方案并验证。学生活动：正电荷、负电荷。学生回答：电子的转移。学生回答：原子由原子核与核外电子组成，核外电子带负电，原子核由带正电的质子和不带电的中子构成，原子本身显电中性。学生活动：相互摩擦的两种物体对外层电子的束缚能力不同。束缚能力弱的物体会失去电子带上正电；束缚能力强的物体会得到电子带上负电。学生活动：方法一：用与橡胶棒摩擦过的毛皮（带正电）与验电器顶端接触。方法二：让与毛皮摩擦过的橡胶棒靠近验电器顶端，但不接触。学生讨论。学生活动。学生分析：用手接触，使得验电器与大地成为一个大导体，验电器内的自由电子由于受到排斥，向大地移动，使验电器失去电子带正电，移开手后，流向地球的自由电子无法再回位，这时移走橡胶棒，验电器会带正电，铝箔张开。学生活动：验电器顶端带正电，铝箔带负电，即“近异远同”。设计方案并验证。学生活动：近端和远端的电荷数量有何关系？实验验证：将枕形导体A、B分开，使A端先接触验电器，观察指针张角；再让B端与静电计接触，观察张角变化；若指针闭合，证明A、B端电荷数量相等。学生活动。学生分析。 | 通过电荷的发现过程，体现观察法是人类认识世界的基本方式之一，而实验法可以使研究更加深入。使学生认识到摩擦电可以形成电流，为富兰克林的观点“雷电和摩擦电的性质相同”提供证据。实验探究设计方案培养学生的实验设计能力。渗透实验是解决问题的重要手段。换用多种物体做类似的摩擦起电实验，为下一步证明电荷的种类提供普适的证据。培养学生的科学推理能力和证据意识。设计方案，培养学生的实验设计能力。培养学生表达能力及总结归纳的能力。培养学生的科学思维。培养学生的推理能力和证据意识。从现象到本质从宏观到微观微观结构决定物理性质。构建金属微观结构的简化模型。渗透守恒思想。培养学生的科学思维。分析、推理、验证、解释。体验科学探究过程，学会科学探究方法。加深学生对感应起电的理解，推进学生科学思维的发展。培养学生的实验设计能力和实证思想。培养学生的质疑和创新意识，能从不同的角度思考问题。守恒思想。 |
| **课堂小结** | 思想方法：科学推理、实证思想、守恒思想 |  | 总结归纳 |

【**思考题**】

有A、B、C三个用绝缘支柱支撑的相同导体球，A带正电，电荷量为*q*，B和C不带电。讨论用什么办法能使：

（1）B、C带等量的正电；

（2）B、C都带负电；

（3）B、C带等量异种电荷；

（4）B带$\frac{3}{8}q$正电。

【**板书设计**】

9.1 电荷

一、起电

摩擦起电、接触起电、感应起电

1. 验电

排斥

1. 本质

电子的转移——守恒思想

【**教学设计思路**】

本节课采用了三种重要的思想方法：科学推理、实证思想和守恒思想。整节课分为电荷的发现、带电本质的探究和守恒思想的总结归纳三个部分。

首先，通过趣味挑战“隔空推罐”，引入新课，既唤醒学生对摩擦起电的认知，又能够吸引学生注意力和好奇心，体现从生活走向物理，从物理走向社会的教学理念。通过电荷的发现史介绍，体现观察法是人类认识世界的基本方式之一，而实验法可以使研究更加深入。通过自制静电发电机实验，使学生认识到摩擦电可以形成电流，为富兰克林的观点“雷电和摩擦电的性质相同”提供证据。

其次，通过“如何验证电荷相互作用的规律？试根据实验现象分析电荷有几种？”“怎么检验物体是否带电？”“电荷有两种，是如何命名的？”“摩擦起电的过程中的电荷从哪来？”四个问题和“试一试：如何让验电器的顶端带正电？”“思考：（1）如何解释当带电橡胶棒靠近验电器时下端的铝箔会张开，移走时会闭合？（2）为什么手接触一下验电器的小球，再移走带电橡胶棒时验电器的铝箔会张开？（3）此时验电器会带何种电？如何通过实验验证你的猜想？（4）对于感应起电现象。你还想研究什么问题？”四个思考题层层递进，引导学生对物体带电的本质进行研究。研究过程中重视学生物理科学思维的培养，放手让学生设计方案，寻找证据，归纳结论。

第三，整节课演示实验和分组实验相辅相成，使学生体验科学探究过程，学会科学探究方法，培养学生的实验设计能力和实证思想，同时注重培养学生的质疑和创新意识，使学生学会从不同的角度思考问题。