

核心素养导向下的概念课教学设计——以“电容器的电容”为例

彭意伟 蔡升华

江西科技师范大学信息工程院, 江西南昌, 330038;

注: 作者对文章贡献相同, 两者为共同一作

摘要: 本文以人教版高中物理必修三《电容器的电容》为例, 围绕核心素养培养这一目标, 设计了以生活情景结合实验探究为主线的概念教学方案设计。教学基于 Low-cost 理念, 自制低成本实验器材、分组拆解电容器、DIS 系统定量探究等环节, 引导学生经历“情境认知→模型建构→科学推理→实践应用”的完整探究过程。帮助学生理解并掌握电容概念, 激发学生学习兴趣。

关键词: 核心素养; 电容器; 科学探究; 物理概念

DOI: 10. 64216/3080-1494. 25. 12. 080

引言

《普通高中物理课程标准(2017 年版 2020 年修订)》^[1]明确提出, 物理教学应注重学科核心素养的培育, 通过真实情境创设与科学探究活动, 发展学生的物理观念、科学思维、探究能力和责任意识。电容器作为电学体系中的核心元件, 其概念抽象性强, 传统教学中易陷入公式记忆的窠臼^[3]。如何通过教学设计将电容的物理意义具象化, 成为亟待解决的问题。

本文以“电容器的电容”教学为例, 基于实验探究、技术应用与工程思维, 构建“低门槛、高思维”的教学框架。通过自制实验器材、生活化类比、数据可视化等手段, 突破概念教学难点, 实现核心素养的落地。

1 教学相关准备

1.1 学情分析

“电容器的电容”取自人教版(2019)高中物理必修三第十章“静电场中的能量”第四节。在第一节的内容中, 学习电势能和电势, 明白了什么是电势, 电势能的理解。第二节与第三节中, 学生对电场强度和电势差有了基本认知, 前三节内容使学生对电场有了一定的了解, 为电容的学习奠定基础。

1.2 教学设备及实验器材

教室, 希沃白板助手(1 个), 小电容器若干, 小刀(20 把), 静电感应起电机(1 台), 脸盆(2 个), 物理实验仿真模组(1 套), 干抹布(2 块), 纸板(3

块), 数字万用表(1 台), 电池(4 节), 小灯泡(3 个), 学生电源(1 台), 导线及开关若干。

2 新课教学过程

2.1 基于生活情景, 引出电容器的概念

用自然界的闪电现象引入, 以生活情景引导学生思考, 对电荷储存的可能性。

师: 同学们, 我们知道, 自然界中, 雷雨天气经常会出现一种现象, 叫做闪电, 有同学知道闪电的成因吗?

生 1: 闪电是云层中带有大量电荷, 云层间摩擦产生的放电现象。

师: 那有什么办法可以把这些电荷储存起来吗?

生 2: 我们可以用绝缘体去储存这些电荷。

生 3: 绝缘体确实可以储存电荷, 但是由于绝缘体的结构局限性, 储存的电荷无法自由移动, 形成电流。我们应该用金属导体去储存电荷。

(如图 1 所示), 教师将两个铁制脸盆盆底相对叠放在一起, 中间垫上干燥抹布, 用静电感应起电机对脸盆进行充电。



图 1：脸盆实验

师：同学们，今天老师用脸盆把电装起来，请同学们手拉手成一条队伍，队伍两端的同学同时触摸上下两个脸盆，我们看会有什么反应。（如图 2 所示）



图 2：学生上台体验

生：有触电的感觉。

师：触电感说明脸盆的确储存了电荷，能够储存电荷并且快速放电的容器，我们称为电容器。

设计意图：邀请学生体验“触电”，弥补学生因情景缺失导致的认知水平不一致，通过生活常见物品自制电容器，体现 low-cost 理念及对电容器有初步的认识，激发学生的好奇心与求知欲，以便后续教学展开

2.2 动画讲解原理，介绍电容器发展历史

使用动画解释电容器带电原理（如图 3 所示），帮助学生理解为何电容器可以储存电荷。



图 3：动画解释电容器带电原理

师：看完动画，请同学们回答，脸盆电容器的储存电荷原理是什么？

生：当静电感应起电机给其中一个脸盆加上电荷，会将同种电荷排斥走，这样两个脸盆带上了异号电荷，在它们的库仑引力下，这些电荷就紧紧地吸附在上面，所以，这个容器就带上了电，又因为他们中间是绝缘的，因此，它们的电荷不会中和。

师：电容器的发展历史非常悠久，最初的电容器是由荷兰莱顿大学教授穆森布洛克（1696-1761）年发明，为了纪念这一发现，人们将其命名为“莱顿瓶”，如图 4 所示。老师手里就有一个用锡箔纸与废弃塑料瓶制作的莱顿瓶。后来，电容器的应用非常广泛，在我们生活中常见的电器中都应用到了电容器，（如图 5，图 6 所示）。



图 4：自制莱顿瓶



图 5 计算机电容应用



图 6：电视机电容应用

设计意图：通过动画将微观机制视觉化，易于学生理解电容器带电原理。随即展开脸盆带电现象的解释，即学即用，帮助学生深化对电容器概念的理解。通过电容器发展史及其应用展开教学，加深电容器这一知识的历史底蕴，促进学生对科学探索抱有认真，负责的态度。本环节培养学生科学思维能力和科学态度与责任的核心素养。

2.3 小组合作拆解电容器，探究电容结构

将事先准备好的废旧电容和小刀分发给学生，以小组合作的形式对电容进行解剖，要求对其结构进行观察和分析，得出结论。

师：请同学们从构造的角度分享一下你的发现。

生 8：通过解剖不同的电容，我发现所有的电容器都是成包裹结构，往往是两层金属夹杂着非金属的结构。

生 9：我发现这些金属都具有导电性，而非金属材料不导电，是绝缘材料。

师：同学们总结的非常好，众多的电容器都是两层导体夹杂着绝缘体的结构，这说明电容器这一结构绝非偶然。事实上这也就是电容器的定义，任何两个彼此绝缘而又靠得很近的导体，就可以组成电容器。比如，两个相距很近的平行金属板中间夹上一层绝缘物质，就组成了一个最简单的电容器——平行板电容器（如图 7 所示）。

- (1) 两个绝缘但相距很近的导体——极板
(2) 极板中间夹一层绝缘物质——电介质



图 7：平行板电容器

设计意图：以事实为依据，学生分组合作，拆解不同种类电容器，观察其内部结构，归纳总结出电容器的物理模型。突破重点，从外观到内部结构，符合学生的认知规律，培养学生实验操作能力和科学探究的核心素养。

2.4 小组合作拆解电容器，探究电容结构

（如图 8、图 9 所示），连接电路，通过电路展示电容器在充放电过程中的电流变化和电压变化，并填写表格。

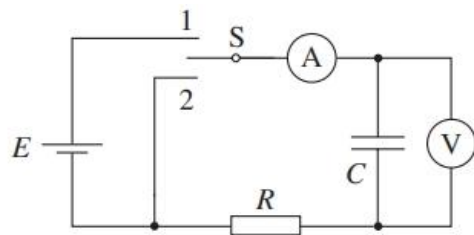


图 8：充放电电路图

	电流方向	电流大小变化	电压大小变化	能量转换
充电过程 (s—1)				
放电过程 (s—2)				

图 9：充放电表格

师：同学们，请仔细观察电路中电流表和电压表的指针变化，并完成下列表格。现在我们将单刀双掷开关拨到 1。

生 10：电流表指针右偏后迅速归零，说明电流方向是顺时针方向，电流大小先变大后减小为零，电压从零增大至不变。

师：现在我们将单刀双掷开关拨到 2。请同学们再观察电流表和电压表指针变化。

生 11：电流表指针左偏后迅速归零，说明电流是逆时针方向，电流先变大后变减小为零。电压减小至零。

生 12：这样的现象说明，电流和电压之间存在某种变化，根据 $I = Q/t$ ，本质上也就是说明电容器储存的电荷和电压之间存在某种关系。

师：那我们能否让电容器储存的电荷及电压具象化，看到数值呢？

生 13：可以使用 DIS 装置，将电流传感器和电压表接入电路中即可测出电流和电压的数值。根据点流传感器的图像面积，算出储存入电容器的电荷量。

师：那请同学们根据教材上的拓展学习板块上的图像，设计出你的实验电路图并组装实验电路。

学生小组分工合作，教师指点完成电路图设计和实验电路组装（如图 10、11 所示）。

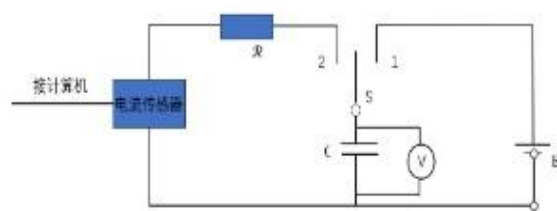


图 10: 实验电路图

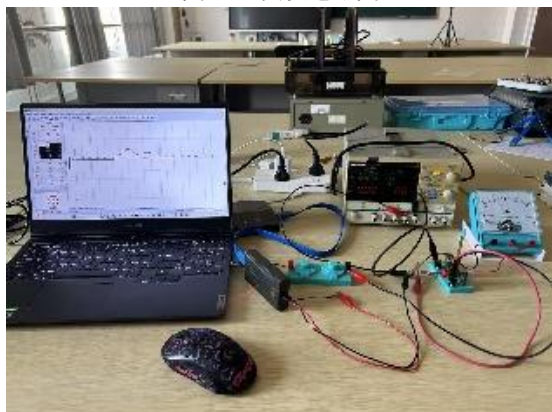


图 11: 实验实物图

设计意图: 实验探究电容器充放电中的电荷与电压关系, 从最开始的仪器中示数变化, 到用 DIS 装置进行图像可视化探究, 教学从定性走向定量。整个过程以学生实验为主, 教师引导为辅, 体现以学生为核心的教学理念, 强化学生实验探究能力, 培养学生科学探究素养。

2.5 分析数据, 探究发现电容概念

师: 通过改变电源的电压, 观察电流传感器的 Q-T 图像, 同学们有什么发现?

生 14: 通过对同一电容器多次测量不同电压与对应的 Q-T 图像, 我发现电压 U 与电荷量 Q 之间的比值是一个定值 (如图 12 所示)。

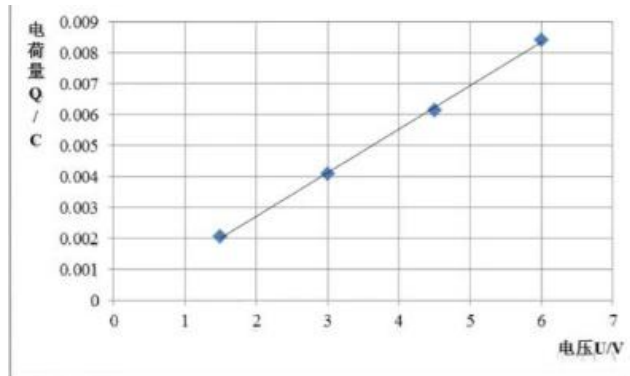


图 12: 可视化数据图

师: 这一比值有什么意义呢?

生 15: 这一比值说明每个电容器中存在某个特征量。该特征量定义为 $K = \Delta U / \Delta Q$ 。

生 16: 同时说明这一比值与电压与电荷的大小没有关系, 只与两者之间的比值有关。

师: 这一特征量我们称之为电容, 即电容器容纳电荷的能力大小。电容与电压和电荷量无关, 我们用公式 $C = U/Q$ 表示, 电容的单位是法拉 (F), 常见单位还有微法 (μF) 和皮法 (pF)。

师: 如何去理解这个电容存在的意义呢?

生 17: 就像脸盆装水一样, 同等高度的脸盆装满水, 横截面积越大, 储水量越大。电容也是这样的, 升高 1 伏特电压, 所容纳的电荷量越多, 电容越大。

生 18: 脸盆装水有一定的限度, 说明电容器储存的电荷量也有限度。

师: 当给电容器施加电压大到一定限度, 就会击穿电介质, 从而把电容器击穿, 这一电压称为击穿电压, 电容器上标准的电压为电容器工作的工作电压。

设计意图: 从实验探究转为数据处理, 培养学生收集数据-分析数据-得出结论的能力。用储水能力类比储电能力, 培养学生模型建构能力及物理观念的发展。

2.6 回归情景, 探究电容影响因素

教师提供材料, 让学生利用脸盆, 毛巾, 纸片等材料, 改进电容器, 比赛谁改进的电容器电容较大。

师: 我们如何快速的鉴定电容器的电容呢?

生 19: 我们可以利用万用表的电容档, 直接测量电容器的电容大小。

师: 同学们通过改进电容器, 发现了什么?

生 20: 我发现, 更换脸盆间的不同介质, 电容器的电容大小不一样, 说明电容的大小与电介质有关。

生 21: 我发现, 改变脸盆间的间距, 电容器的电容大小不一样, 间距越大, 电容越小。

生 22: 我发现, 改变脸盆间的正对面积, 电容器的电容大小不一样, 正对面积越小, 电容越小。

师: 同学们的结论都很正确, 经过多次实验, 科学家发现, 电容的决定式为 $C = \epsilon_r s / 4 \pi k d$ 。 ϵ_r 是相对介电常数, 真空中的相对介电常数为 1, 不同的电介质相对介电常数不同。

设计意图: 回顾情景, 通过改进脸盆电容器, 自主探究电容的影响因素, 从而引出电容定义式。从应用中发现规律且学会拓展延伸。培养学生发现问题-研究问题-解决问题-学会新知。促进学生科学探究素养的形成。

2.7 知识扩展, 强化思维深度

教师拿出聚苯乙烯电容器与可变电容器来讲解电容器的分类。

师: 同学们, 我们已经学习了电容器的全部内容, 现在请同学们回过头思考, 电容器既

然可以储存电荷, 电池可以储存电荷与放电, 那电

容器存在的核心价值在哪里呢?

生 23: 电容器放电快, 电池放电慢。

生 24: 电池的能量密度较大, 而电容器的能量密度小。

师: 同学们总结的都非常好, 总结一下, 电池就像高压水枪, 爆发快但是储水

适合快速爆发的场景。电池就像是水库, 储水量大但是出水慢, 适合持续输出的场景。

设计意图: 通过对比电池与电容器的特性比较, 使学生认识到电容器独有的物理特性, 加深学生对知识点的理解, 拓展学生对电容知识的深度。

2.8 知识总结, 应用巩固

(1) 知识总结

电容器定义: 任何两个彼此绝缘又相距很近的导体, 都可以看作是一个电容器。

电容定义: 电容器所带的电荷量 Q 与电容器两极板之间的电势差 U 之比,

电容公式: 定义式: $C = Q/U$, 决定式: $C = \epsilon_r s / 4 \pi k d$
单位: 法拉 (F), 微法 (μF) 和皮法 (pF)。

电容器分类: 固定电容器和可变电容器

(2) 应用巩固

为什么充电器插头拔下后手机仍会充电一段时间?

解释: 因为充电器中存在电容, 电容会在充电器拔下后放电, 所以手机仍会充电一段时间, 直至电容器中的电荷释放完毕。

设计意图: 通过课堂总结与生活情景应用, 加深学生对电容的理解。

2.9 总结与反思

本节课的设计以生活场景为源头, 以实验贯穿教学

始终。从电荷的储存为起点, 通过利用生活中常见的物品自制教具引入电容器概念, 后从宏观现象向微观机制深入, 了解电容器充放电原理, 观察电流表与电压表的示数变化结合 DIS 实验装置使实验现象具象化, 通过学生自主实验探究发现电容这一特征量。最后通过改进自制电容器探究电容影响因素及深入思考电容器存在的核心价值与意义, 结合所学知识对生活现象进行解释, 完成对电容知识的学习与应用。

3 结语

在核心素养导向的物理概念课程教学设计中, 教师需以扎实的学科知识为基础, 深入剖析物理观念产生的历史背景与理论脉络, 系统梳理概念规律间的逻辑关联, 并构建科学合理的实验探究情境^{[2][4]}。

这种教学策略不仅能激发学生主动探究物理规律的兴趣, 还能助力其将抽象概念转化为解决实际问题的能力, 从而切实推动学生核心素养的全面发展^[5]。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准 (2017 年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 22.
- [2] 雷小莉, 尚雪丽, 孙延其, 等. 核心素养导向下的概念课教学设计——以“认识浮力”为例 [J]. 中学物理教学参考, 2024, 53 (30): 32-36.
- [3] 郑成绩. 核心素养导向下的初中物理大单元统合课教学设计与实践——以“能量”单元为例 [J]. 中学物理, 2024, 42 (16): 12-15.
- [4] 钟科. 核心素养导向下的高中物理进阶式复习课教学设计 [J]. 中学物理教学参考, 2023, 52 (03): 35-37.
- [5] 孙爱生. 核心素养导向下的“先学后教”课教学设计——以“电势差与电场强度的关系”为例 [J]. 中学物理教学参考, 2022, 51 (03): 53-56.