基于提供真实情境的科学思维培养策略*

——以“电容器的电容”教学为例

赵洪英 (清华大学附属中学 北京 100084)
田成良 (北京市海淀区教师进修学校 北京 100097)
裴晓星 (清华大学附属中学 北京 100084)

摘 要 真实情境教学是指创设或引导学生创设真实物理情境,使学生在真实的情境中体会、思维,从而提升学生的思维品质。文章以“电容器的电容”为例,提供真实情境,促进学生体会抽象概括、推理、比值定义等研究方法,借助传感器采集、分析数据,从而理解物理本质。在课堂中完成微工程任务,多角度逐层提升学生的思维品质,促进核心素养的发展。

关键词 真实情境 实践 科学思维 创新
文章编号 1002-0748(2025)7-0006 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

2023年5月,教育部等十八部门联合印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,提出强化实验教学,广泛组织学生进行体验式科学实践活动,全面提高学生的科学素质,培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的群体,推进人才高质量发展[1]。

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》在课程理念部分指出,引导学生自主学习,提倡教学方式多样化;通过创设学生积极参与、勤于思考的学习情境,培养和发展学生的自主学习能力;利用现代信息技术引导学生理解物理学的本质,形成科学思维习惯。科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式,是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程,是分析、综合推理、论证等方法在科学领域的具体运用,是提出创造性见解的能力与品格[2]。

1 真实情境与自助实验

1.1 真实情境

真实情境是指在物理教学中,教师创设或引导学生创设的符合学生认知水平的物理情境,使学生在真实情境中进行学习,产生情感和态度的体验,促进主动学习。引入或创设情境链,利于学生参与、体验类似知识产生和运用过程的情境,从而直观地、富有意义地发现问题和分析与解决问题,体会科学研究方法,提升科学思维能力。

1.2 自助实验

自助实验是指学生在教师指导下利用身边的物品及方便易得的器材,搭建真实的物理情境,进而促进建模、推理及创新等科学思维的发生。有以下两个原则:①体验性。学生在自助实验中得到体验,为思维做准备。②思维性。物理学科素养的核心是发展思维,自助实验具有引发学生的思考,促进学生思维的发生和发展过程,从而提升物理学科核心素养[3]。

2 策 略

在真实情境的问题解决过程中,从科学思维的高度审视能够减轻学生的认知负担,并在贯通具体情境中形成运用科学思维的“主动意识”,从而内化科学思维,形成解决科学问题的关键能力[4]。原则上优先选取传统、直观的情境,必要时可借助传感器等现代技术手段为理解物理学的本质服务。

2.1 策略1 提供原始情境,引导抽象建模

建构与运用模型是物理学最重要的研究方法之一,也是物理学的核心学科特色[5]。不同角度的情境,支持从物理学的视角高效地解决问题,撇开次要的非本质因素,抓住主要的本质因素,在此基础上对一类事物的共同、本质属性进行概括,从而建构物理模型。

* **基金项目**:本文系北京物理学会2024—2025年度教育教学科研重点课题“中学物理跨学科实践开发与实践研究”(课题编号:WLXH014),和人民教育出版社课程教材研究所“十四五”课题“跨学科实践视域下中学物理创新教学设计与实践研究”(课题编号:KC2024-010)的研究成果。

中国知网 https://www.cnki.net

2.2　策略2　搭建真实情境，促进科学推理

利用现有的器材及元件搭建能让学生积极参与、勤于思考的学习情境，引导学生进行科学推理，促进学生在科学实践中体会科学思维方法、提升科学思维能力。

2.3　策略3　提供真实情境，体会科学研究方法

依据实践目标选取最简单、纯粹的元器件，提供排除其他干扰因素的真实情境，促进体会科学研究方法，进而提升、内化科学思维。

2.4　策略4　引入现代技术，理解科学本质

基于真实情境的科学实践，在传统实验工具不易获得数据的情况下，利用传感器等现代信息技术，体会多种手段为研究所用，丰富研究方法和途径，得到显性化和分析的数据，促进理解物理学的本质。

2.5　策略5　设定微任务，激发创新思维

利用简洁的器件设定一些能紧扣情境内容并用时短的微任务，以此促进创新思维和工程思维的发生。

3　案例：电容器的电容

3.1　通过体会莱顿瓶放电和拆解电容器，建构电容器模型

3.1.1　体会莱顿瓶放电

莱顿瓶（见图1）的构造：瓶身由外包有铝箔的塑料瓶构成，瓶内有盐水，瓶盖上插铁钉，铁钉下拴有曲别针（见图2），曲别针浸入盐水中，用电工胶布将包有乒乓球的铝箔与铁钉相连（见图3）。



图1　莱顿瓶全貌



图2　莱顿瓶盖



图3　瓶盖构造

学生体验莱顿瓶放电（见图4）。用与毛巾摩擦过的PVC管给莱顿瓶带电，学生一只手通过导线与莱顿瓶外层铝箔接触，另一只手与铝箔球接触，学生体验到被电的感觉。

3.1.2　拆解电容器

教师拆解一个电解电容器。依次拆开外壳、橡皮盖（见图5），将内容物展开，露出两个引线脚，一个引线脚与上层金属层相连，另一引线脚与下层金属层相连（见图6），两层金属层之间夹有一层电解质。

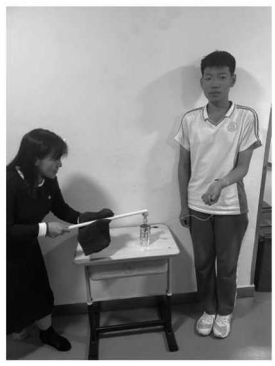


图4　莱顿瓶带电



图5　拆解电容器

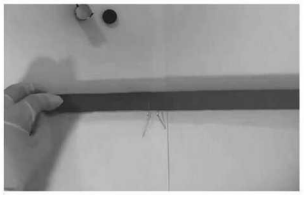


图6　电容器的两个管脚

对比莱顿瓶与电容器，莱顿瓶外的铝箔和瓶内的曲别针、铁钉、乒乓球外的铝箔及盐水构成两个金属导体，塑料瓶身充当电介质。电解电容器由两金属层及中间的电介质构成，抽象概括出共同属性——中间有电介质的两个金属导体构成电容器，从而建构电容器模型。

3.2　通过使二极管发光，激发科学推理

此实践将学生分为两人一组进行体会。用电池给电容器充电（见图7），然后将电池撤去，再用电容器使二极管发光（见图8）。观察得到，与电池给二极管供电现象不同的是，电容器给二极管供电的发光时间短暂且亮度逐渐降低。

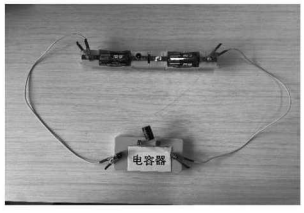


图7　给电容器充电

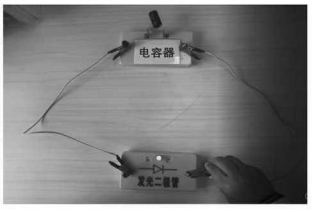


图8　电容器使激光短暂发光

学生通过体验电容器使二极管发光的实践进行推理，得到电容器具有充、放电功能且放电过程电流变化的结论，顺势产生新的问题——充放电过程中电流是如何变化的。

3.3　搭建电量平分情境，体验比值定义方法

现有的电容器充放电演示器（见图9）为一体化器材，通过开关控制电容器的充放电。在演示实验中，学生在教师的引导下认识演示实验器材和原理，

中国知网　https://www.cnki.net

观察电容器的充电及电量平分后电压表的示数，充放电均在一个实验板上进行。学生处于观察者的位置，并且在观察过程中需要分心思考哪个元件在工作，哪个不参与当前的充放电过程，在此研究中学生处于从属地位。

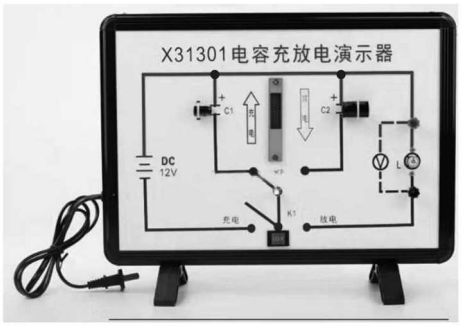


图9　电容器充放电演示器

为了让学生主动体验搭建实践情境，突出充电和放电的过程，采用磁吸式元件，利用电池、单刀双掷开关和电容器等搭建真实情境。

在此情境中，先研究电压与电量的关系。用电池给电容器充电（见图10），用数字电压表读出电容器两端电压为3.14 V。撤去电源，电容器给另一相同的电容器平分电量（见图11）后，读得电压为1.47 V并记录。依次平分电量，得到电压依次为0.71 V、0.35 V、0.17 V（见表1）。

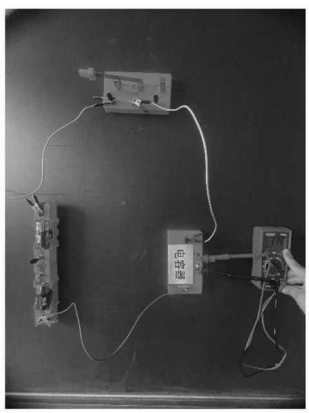


图10　给电容器充电

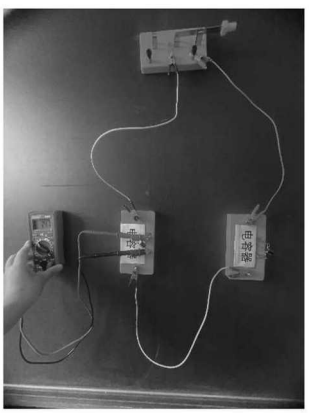


图11　第一次电量平分后的电压

表1　电压与带电量的关系

序号	1	2	3	4	5
带电量/倍数	1	0.5	0.25	0.125	0.0625
电压/V	3.14	1.47	0.71	0.35	0.17

利用Excle软件对表1数据进行处理，得到一条直线（见图12）。换用不同规格的电容得到多组类似的直线，激发学生进行推理，得出电压与电量成正比的结论，继而联想到用电量与电压的比值描述电容的属性——电容。

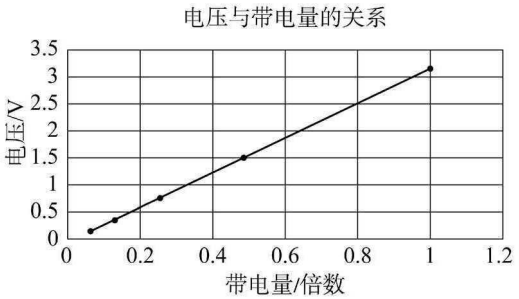


图12　U与Q的关系曲线

综上，通过在实践中体验，精选实验元件，记录、分析实验数据，体会比值定义的方法，得出描述电容的属性，在真实情境中体会、内化科学研究方法。

3.4　使用传感器，体会电容器充放电的本质

继认识到放电过程电流逐渐变小，后面进一步深入研究充放电过程中电压、电流的变化情况。因充、放电时间较短，指针式及数字式电表不能满足研究需求，因而引入传感器，利用电流和电压传感器实时精确采集数据进行分析、处理。

首先，获得充电和放电过程电压、电流的变化图线。实验元件参数为：干电池电压值为3.14 V，电容值为4 700 μF，保护电阻阻值为5 Ω。

其次，将充放电过程中电压、电流的变化图线画在同一时间轴上（见图13），可以得出，充电过程中电压在短时间内增大直到稳定的过程中，电流瞬间达到峰值后快速降低直至缓慢减小到零。放电过程中电压短时间内降低至零，电流反向瞬间达到峰值后快速降低直至减小到零（见图14）。电压增加和减少的时间内电流完成变化，通过电压、电流的变化图线体会电容器充放电的物理学本质。

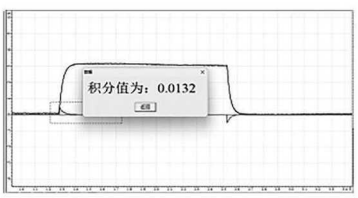


图13　充电过程电流对时间积分

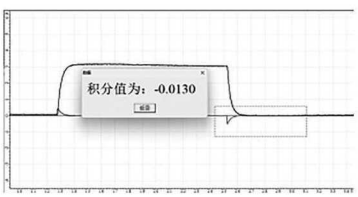


图14　放电过程电流对时间积分

中国知网　https://www.cnki.net

再次，利用传感器驱动程序的积分功能，对充电过程的电流 i 对时间 t 积分，得到电荷量为 0.0132 C（见图 13），对放电过程电流 i 对时间 t 积分得电荷量为 −0.0130 C（见图 14），可以得出，放电和充电过程电荷量相当，同时可以得出电荷量与电池电压与电容值数值匹配，再一次体会电容器充放电的物理学本质。

3.5　以工程实践为载体，培养创新思维

设置围绕电容器的放电现象知识，经历真实的工程实践情境，能在课堂的短时间内完成。任务确定如下：利用实验插线板及不同规格电容器元件，在不更换电池的情况下，实现可调发光的电容器放电功能，作为后续研究的“可调发光时间的”功能组块，要求低压、便携。

实验插线板（见图 15），可反复插接，便于电路调试、元件调换，价格低且货源丰富，自身连接关系明了（见图 16）。

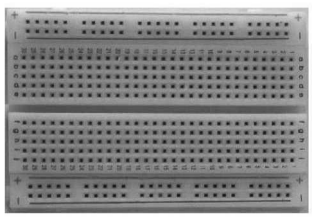


图 15　实验插线板正面

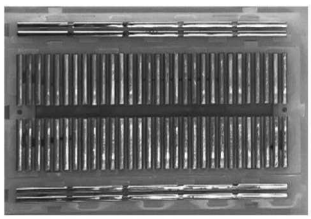


图 16　实验插线板背面

学生首先设计电路图（见图 17），按图插件，接通电池、电容器和二极管（见图 18），电容器充电后使得二极管发光（见图 19）。在实验插线板上调换不同规格的电容器以调节发光二极管的发光时间，灵活调整不同规格的电容器以完成任务。

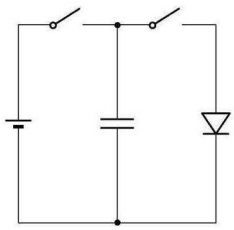


图 17　电路图

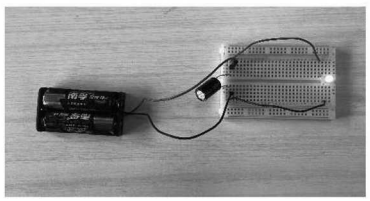


图 18　电池给电容器充电使二极管发光

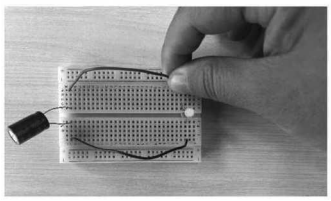


图 19　电容器使二极管发光

本节课的创新成果作为后续研究的“可调发光时间的”功能组块，为后续时间流出创新接口，比如给电风扇提供瞬时高压等。

3.6　评估

评估由学习者本人进行，自评表（见表 2）评估指标清晰、层级明确。通过评估认识本次学习是否达到要求的目标层级，为后续学习提供激励和改进。

表 2　自评表

序号	内容	水平 1（3 分）	水平 2（4 分）	水平 3（5 分）
1	对于莱顿瓶、拆开电容器	感兴趣	感受到莱顿瓶与电荷的密切关系	推理莱顿瓶能够放电
2	经历电容器使二极管发光	正在经历	已经使二极管发光	能推理电容器能充放电
3	定义电容	感受 U 与 Q 的关系	体会处理 U 与 Q 数据	体会比值法定义物理量电容
4	利用传感器得充放电电量	有愿望使用传感器	理解 i 对 t 积分的含义	交流 i 对 t 积分的含义
5	完成二极管不同时长发光	正在设计	已经实现不同时长的发光	小组内分享或代表小组分享

4　结束语

学生在系列真实情境中，依次体会了抽象概括、推理的科学研究方法，需要时借助现代技术手段理解物理学本质，并在课堂中完成微型工程任务，从不同角度去促进学生科学思维的发生，提升学生的思维品质，促进核心素养的发展。

参考文献

[1] 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL].（2023－05－17）[2024－10－09]. https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/22/content_5742718.htm.

[2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准（2017 年版 2020 年修订）[S]. 北京：人民教育出版社，2020.

[3] 赵洪英，刘晓庆，裴晓星，等. 基于自助实验的真实主题情境课教学策略[J]. 中学物理，2022(12)：34—36.

[4] 韩泽宇，苏咏梅. “科学思维”及其层次刍议——基于国际科学教育与教育心理学的视角[J]. 物理教学，2023(1)：7—10.

[5] 郭玉英. 从三维课程目标到物理核心素养[J]. 物理教学，2017(11)：2—4，8.

[6] 杨语嫣，李贵安. 21 世纪以来国内物理教育领域科学思维研究综述——基于 CNKI 源刊的文献述评[J]. 物理教师，2024(3)：2—6.

[7] 于士博，于海波. 国内科学思维研究内容的综述与思考——以物理学科视角[J]. 物理教师，2022(4)：2—6.

[8] 唐黎明. 浅谈高中物理课堂经历科学思维的任务式教学[J]. 物理教师，2020(7)：11—15.

[9] 戴大勇. 例谈指向高阶思维的模型建构方法[J]. 物理教师，2024(7)：20—24.

中国知网　https://www.cnki.net