

# 以人为本的课前学习诊断教学课例“电动势”<sup>\*</sup>

刘 娜

(中国人民大学附属中学 北京 100086)

张玉峰

(北京市教科院基教研中心 北京 100036)

(收稿日期:2019-07-25)

**摘要:** 课堂教学改革是新一轮课程改革中的重中之重,基础教育需在课堂中落实《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》的育人目标和理念.新型课堂应以人为本、以学为主,通过课前学习诊断能够帮助教师充分了解学情并以此设置更精准的问题,激发学生主动学习的欲望和兴趣,进而实现以学生为主的课堂.

**关键词:** 新课改 以人为本 课前学习

2014年教育部发布《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》,标志着我国新一轮课程改革已经进入到全面深化阶段.田慧生指出本次课程改革的核心思想是“以人为本”,课堂教学作为课程改革最临门一脚更要突破传统,由以教为传统的传统课堂,向以学为主的新型课堂转变<sup>[1]</sup>.课堂教学是发展学生核心素养的主要途径,如何打造“以人为本、以学为主”的课堂教学,文献<sup>[2]</sup>提出一种以核心素养为导向、基于课前学习诊断的教学模式,即教师在正式上课前通过预习提纲向学生布置预习作业及课前诊断检测,通过诊断结果梳理总结学生对知识的理解程度,进而有针对性地进行教学设计.这种教学模式可以帮助教师更好地了解学生对知识的把握,更准确地聚焦学生思维认知的难点,教学着重于针对学生概念混淆、认知薄弱的点进行设计,进而体现以学生为中心.

本文以高中物理中的“电动势”为例,具体说明如何进行课前学习诊断并基于诊断设计教学,从而更有效地落实核心素养课程理念.

## 1 课前诊断 了解学生

电动势是人教版选修3-1“恒定电流”一章第2节,是高中物理教学中一节重要的概念课,是闭合电路欧姆定律的基础,更是学生一直以来最难理解的知识点之一.正因如此,提前研究学生真正难理解的点甚至有错误认识的点将更有利于开展教学.

### 1.1 课前学习诊断工具

课前学习资料除了课本之外通常应再准备必要的课外阅读材料和学习诊断资料.“电动势”的课前学习诊断资料如表1所示,试图从3个主题摸底学生的认知情况.

表1 “电动势”课前学习诊断提纲

主题	目的	具体问题
一	探究电源的作用	(1) 电源的作用是什么? 你可有什么证据或能否举例说明? (2) 请列举几种不同类型的电源,说说它们不同在哪里?

<sup>\*</sup> 北京市教育科学“十三五”规划2018年度一般课题“基于课前学习诊断的教学整合模式研究”的研究成果,项目编号:CDDDB18155

作者简介:刘娜(1984-),女,博士,高级教师,北京市海淀区物理学科带头人,主要从事中学物理教学研究.

通讯作者:张玉峰(1973-),男,主要从事物理课程与教学论研究.

续表 1

主题	目的	具体问题
二	电源的微观机制,建立模型	<p>(3) 电源内部能量的转化是如何实现的?</p> <p>(4) 请尝试建立一种模型解释电源内部搬运电荷的作用机制.</p> <p>(5) 请举出一个与电源内部这种作用形式相类似的情境.</p> <p>(6) 以下哪个物理量可以作为衡量电源非静电力做功本领的标准: 做功、容量、搬运的电荷量? 如果你觉得上述标准都不合适, 请自行定义一个你觉得合适的标准.</p> <p>(7) 比较几种电池做功的本领排序, 按照从强到弱的顺序排列.</p> <p>(8) 比较下面电池有什么不同: 叠层干电池通过串联达到 9 V; 铅酸蓄电池(二氧化铅 + / 铅 -) 2 V, 汽车用串联 12 V; 锂电池 3.7 V</p>
三	概念辨析, 联系实际	<p>(9) 从电动势的定义式中能联想到哪些公式?</p> <p>(10) 电动势与电势差一样吗? 两者有什么区别?</p> <p>(11) 很多放在玩具上不能用的电池还可以用在钟表或者收音机上, 这是为什么?</p> <p>(12) “大国重器 中国制造”, 科技不仅是支持这句提气的口号的基础, 更是任何经济链的上游, 中国要真正地强大起来必然需要越来越多的本土公司和民族产业强大起来. 这其中, 电动汽车产业发展非常迅速, 在异常激烈的市场竞争中其核心技术锂电池的研发尤为重要, 如何提升电动车的续航能力一直是焦点问题, 请谈谈你对锂电池发展的建议</p>

### 1.2 课前学习诊断结果

诊断结果表明, 学生对于电源在电路中的作用十分了解, 能够用电场的知识解释恒定电流现象, 具有能量的观点. 不足之处在于, 对宏观体现与微观机制的结合还很陌生, 并不是很清楚电动势是如何产生的, 脑海中缺乏电动势的物理图像, 更不理解电动势的物理意义, 甚至用功率  $\frac{W}{t}$  表示电源做功的本

领; 多数学生认为电压就是电动势, 而且电源两端电压是恒定的, 不随着外电路的通断而变化. 对于(11)题, 几乎全部学生都认为是电动势降低了, 没有认识到是内阻和容量发生了变化, 而且多数学生没有认识到路端电压与电源电动势的区别. 图 1 所示的是学生在课前诊断资料中的一处回答.

(2) 微观上, 电源中的正电荷是如何从负极移动到正极的? (一种等效的说法) 请尝试从经典物理的视角建立一种模型解释电源内部作用机制.

在电池两极间形成电势差, 使电荷移动.

图 1 学生课前诊断的回答

## 2 基于课前学习诊断设计教学目标与重难点

接下来需要结合课标要求和诊断结果, 设计教学目标和重难点. 基于诊断的目标不一定完全同于课标要求的目标, 比如本节课标要求“知道电源是将其他形式的能转化成电能的装置”, 因诊断结果非常好, 故没有列入教学目标, 要把时间和重点放在学生认知薄弱的地方. 电动势这一节的教学目标和重难点如下.

### 2.1 教学目标

- (1) 理解电路中自由电荷定向移动过程中, 静电力与非静电力做功的能量转化关系;
- (2) 理解电源电动势的物理意义;
- (3) 知道电源存在内阻;

- (4) 培养学生的环保意识和为祖国研发新技术的志向.

### 2.2 教学重难点

(1) 非静电力是电动势教学中的一个重点和难点, 诊断中发现学生知道非静电力, 但没有清晰的物理图像和模型.

(2) 电动势是本节教学另一个重点和难点, 诊断发现学生不能理解电动势为何如此定义, 不理解为何用电动势表征电源非静电力的做功本领. 一些学生把电动势与电源容量混淆, 认为体积大的电源非静电力做功能力强. 一些学生把电动势与功率混淆, 认为单位时间做功多的非静电力做功能力强. 还有学生把电动势与路端电压混淆, 区分不清电动势与电势差.

### 3 基于诊断结果设计重难点突破策略

教学过程中针对教学目标和重难点主要采取的策略有:

(1) 突破非静电力这一难点,采用的方法是创设情境,让学生在生活情境中逐渐建立起非静电力的物理图像,明白它在电源能量转化中的作用.

(2) 对于电动势的物理意义以及概念辨析的难点采用的方法是问题引导,通过合理的问题设计搭建出符合中学生认知规律的学习进阶模型.同时配合整合教学,本节教学中可以通过比值定义法与之前所学习的加速度、电场强度等概念关联起来,也可以通过内阻与后续即将学习的闭合电路欧姆定律相联系.整合教学可以优化学生的知识结构.

(3) 对于电动势和路端电压的对比,采用类比思想,设计可视化的教学情境,助力于学生物理图像的建立:用抽水机类比电源,用水受到的非重力类比非静电力,用抽水机提升水面的高度类比电动势,用水路类比电路.

(4) 对于能量转化的理解采用大概念思路,电动势的教学中体现的大概念是做功与能量,属于能量观念.教师在教学过程中应不断强化这一物理观念,建立学生这一层面的物理图像.

## 4 深度学习的教学流程

### 4.1 实物操作 归纳总结

教师先通过 PPT 展示几种生活中常见的电源,如干电池、锂电池、纽扣电池、铅蓄电池等,请学生简要说明电源的作用.随后询问学生还知道哪些电源,鼓励学生表达展示自我.接着教师实物介绍一些不常见的电源,如图 2 所示,太阳能电池、压电陶瓷、温差陶瓷片、水果电池等,请学生动手用以上电源点亮用二极管小灯泡精心设计的 LOGO 电路.

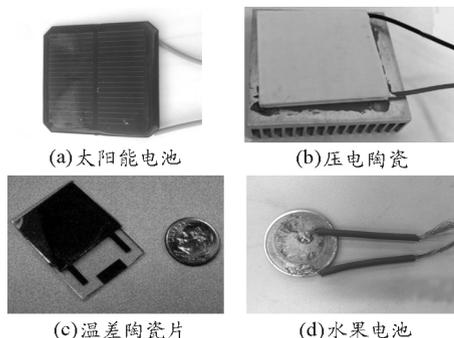


图 2 几种电源

学生发现太阳能电池和温差电池可以点亮二极管,水果电池和压电电池不能点亮二极管但电压表有示数变化.学生在操作中锻炼了动手能力和解决问题的能力,同时实物操作能够促进学生主动思考电源在点亮二极管过程中所起的作用,从而得出电源是把其他形式的能转化为电能的装置.

### 4.2 微观机制 类比演示

在概括出电源的普遍作用之后,随之而来的问题就是这种能量的转化是通过什么实现的,其微观机制是什么?电源内部电荷受到了什么力做功?如何完成的能量转化?先请学生自行讨论.

在学生对此微观机制有了初步认识之后,教师再利用动画演示回路中电源是如何工作的,如何在搬运电荷过程中实现了能量转化,进而引出这其中电荷受到的是一种非静电力,如图 3 所示.

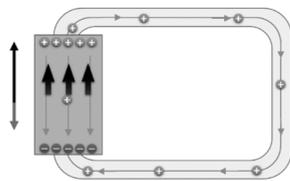


图 3 电源回路中电荷的运动与受力示意图

随后,教师抛出抽水机模型,用水路类比电路,引导学生自行建立起电源与抽水机、电路与水路、非静电力与非重力之间的关联.

### 4.3 深度学习 建模讨论

为了衡量不同电源非静电力做功的本领,需定义一个新的物理量,即电动势  $E = \frac{W_{非}}{q}$ ,这是一个比值定义式.请学生们思考为什么用比值定义,并讨论辨析以下几种说法:(1)非静电力做功越多其做功的本领越大?(2)搬运的电荷越多,做功本领越大?(3)容量越大(总电荷量),做功本领越大?

在上述辨析中,学生会逐步体会到比值定义的优点和作用,再请学生列举之前学过的比值定义的物理量,比如速度、加速度、电场强度、电势.随后,请学生观察比较 1 号、2 号、5 号、7 号干电池的异同,提问哪一种电池非静电力做功本领大?再询问为什么干电池都标着 1.5 V,这个量代表什么物理意义?为什么其他电池标着 3 V, 3.7 V 等?

通过不断设问可以帮助学生进入深度学习,建立起容量和电动势的清晰图像.之后,教师演示水泵抽水的实验,如图 4 所示,用水泵通过三通与一个

(下转第 65 页)

势越大.

(2) 水果电池的电动势与水果种类有关. 不同水果的汁液(电解液)中, 参与电极反应的离子浓度不同(氢离子和其他氧化性强的金属离子), 电动势也就不同; 但不是水果越酸, 水果电池的电动势越大<sup>[3]</sup>.

(3) 水果电池的电动势可能与其他未探究的因素有关, 如成熟程度、插入部位、温度等.

**教师活动 2:** 启发学生从理论上定性地解释影响水果电池内阻的因素.

**学情预设:** 可能的结论为水果种类、成熟程度、电极材料、电极间距、电极插入深度等因素对水果电池内阻都有影响. 水果的汁液越多、电极插入越深、电极间距越小, 水果电池的内阻越小.

#### 2.4.4 环节四: 实践检验阶段

**教师活动:** 引导学生解决问题, 如何使发光二极管更亮?

**学情预设:**

(1) 提出增加发光二极管亮度的可行性措施:

(上接第 61 页)

1.5 m 长直玻璃管(直径约 10 mm) 相连, 先将另一回路用夹子夹紧, 打开水泵后, 水面会被提升到一个稳定的高度, 不同的水泵提升水面高度不同. 将水泵与电源相类比, 引导学生思考水面被提升到最高处相当于什么. 随后再将演示回路夹子放开, 水面高度出现明显降低. 将水泵类比为电源, 水路类比为电路, 夹子类比为开关, 请问夹子放开前后的水面分别对应了什么, 让学生体会电动势和路端电压在数值、能量等方面的区别, 同时建立内阻的概念.

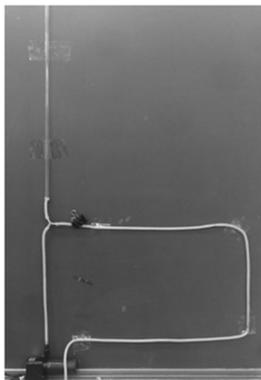


图 4 电池与电路模拟图(水泵、软管、长直玻璃管)

增加电池节数, 选用活跃性差异大的电极对、电解液丰富的水果, 适当增大电极插入深度、减小电极间距……

(2) 根据上述操作建议, 改进“活动一”的实验“用串联的水果电池组点亮发光二极管”, 检验上述建议的正确性.

**设计意图:** 提出并通过实验检验解决问题的方案, 呼应情境引入阶段的思考题.

#### 2.4.5 环节五: 交流评估阶段

**学生活动:** 再现探究过程, 对解决问题的思路、实验方案设计、实验数据处理、理论解释各环节进行回顾, 简述本节课涉及的学科知识和思想方法.

#### 参考文献

- 1 王朝祥. 探究影响水果电池电动势和内阻的因素[J]. 物理教师, 2013(4): 45
- 2 林永. 运用能斯特公式探究“水果电池”正极反应原理[J]. 化学教育, 2011(7): 66
- 3 华彤文. 普通化学原理[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005. 473 ~ 475

最后, 针对学生用功率表示非静电力做功本领的认识展开讨论. 提问: 电源中非静电力做功本领与电源是否接入电路是否有关, 随后用电源不接入回路中的情况来反驳.

$$\frac{W_{\text{非}}}{t} = \frac{W_{\text{非}}}{q} \frac{q}{t} = EI$$

从上式中可以看出非静电力的功率正比于电流, 如果电源不接用电器, 电流为零, 则功率为零, 但电源的生电能力不取决于是否接外电路.

#### 4.4 科学态度与责任

总结电源的 3 个参数: 电动势、内阻、容量. 讨论如何提升电动车续航能力的问题. 介绍空气锂电池 2018 年 3 月最新的发展动态. 围绕核心科技是第一生产力, 借助中美贸易战的背景号召学生们为中国崛起而读书, 为祖国研制世界一流的技术.

#### 参考文献

- 1 田慧生. 深化我国课程整合与课堂教学改革[J]. 教育科学论坛, 2015(2): 4 ~ 21
- 2 张玉峰. 核心素养导向的北京高中物理新课堂[J]. 物理之友, 34(10): 4 ~ 10