

从教材的整合谈“电动势”教学设计的创新

唐焯锋

(天津职业技术师范大学 天津 300202)

(收稿日期:2020-02-16)

摘要:针对电动势概念太抽象的问题,引入类比法,把抽象的概念类比成形象的物理量.利用自制探针可移动式蓄电池,结合DIS技术,直观地展示电源电动势,把抽象的概念用实验直观地呈现,起到事半功倍、画龙点睛的效果.

关键词:DIS 电动势 可移动式探针 传感器 类比法

1 教学背景

物理概念是反映物理现象和过程本质属性的思维形式,是物理学的基础.物理概念教学是中学物理教学的基础,而物理概念的抽象性使得不少物理概念成为难以攻克的教学难点.电动势被公认为最抽象、最难理解的物理概念之一,许多物理教育专家和一线教师从不同的角度提出了教学改进的措施,为电动势概念的教学提供了许多参考意见.

人教2002版高中物理《必修加选修》第二册,教材开门见山提出“介绍一个表征电源特性的物理量——电动势,电源电动势等于没有接入电路时两极间的电压”.现行教科版也跟它基本相似处理.这样编排的好处是简洁、明了,便于学生通过电压认识电动势.缺点是电动势概念的介绍过于简单,电动势定义的科学性值得商榷,没有从本质上区分电动势与电压,使两个概念更容易混淆.

人教2003版高中《物理·选修3-1》,教材从非静电力做功本领引出电动势,“电动势在数值上等于非静电力把1C的正电荷在电源内从负极移动到正极所做的功,表示为 $E = \frac{W}{q}$ ”.这样的处理使电动势的概念更加科学,它与电压有本质的区别.最大的问题是电动势的概念太抽象了,缺少直观的感受,学生理解起来有很大的难度.

现行沪教版高中《物理·选修3-1》,教材通过

实验测量内、外电压,得出内、外电压之和是个恒量,这个恒量等于 E ,再根据能量守恒得到电动势定义式 $E = \frac{W_{非}}{q}$.这样可以使学生通过实验感知电动势,它是一个恒量,是描述电源特性的物理量.不足之处是过程略显冗长拖沓,而且在提出电动势概念的同时,又探究了闭合电路的欧姆定律,“一锅端”给学生的学习造成了更大的困惑和障碍.

为此笔者以人教2003版《物理·选修3-1》第二章第2节“电动势”为蓝本,整合各种教材,进行优化设计.把类比法应用贯穿始终,把抽象的概念类比成形象的物理量,同时利用自制探针可移动式蓄电池,结合DIS技术展示电动势,进行教学资源整合优化,取得了良好的教学效果.

2 引入类比法助力物理概念教学

类比法是物理教学中常用的方法.通过类比,可以启发学生的思维,变抽象为形象,加深对物理知识的理解和掌握,培养学生观察和分析事物的能力.在电动势一节中,笔者把类比法应用贯穿始终,把抽象的概念类比成形象的物理量,帮助学生理解电动势的概念.教材用抽水机类比,笔者改用小猪电动滑梯玩具(图1),后者在课堂的可操作性更强,类比更形象.整个玩具跟整个电路类比,滑梯部分与外电路类比,电动轨道部分与电源内部类比,非重力做功与非静电力做功类比,提升的高度与电动势类比,下降的

高度与电压类比。

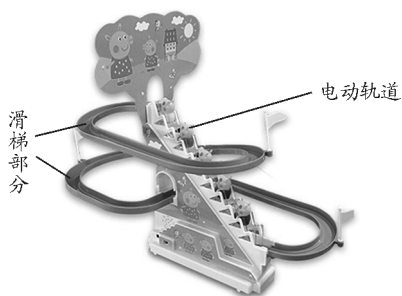


图1 用以类比电动势的小猪电动滑梯玩具

2.1 电动势概念生成时的类比

笔者用小猪电动滑梯玩具类比,展示大号和小号两种型号的玩具,同时展示1.5 V的干电池和2 V的蓄电池,电动滑梯玩具的电动轨道类似于我们乘坐自动扶梯上楼,可以把小猪从玩具的底部送到顶部。大号玩具电动轨道的高度比小号的高,提升相同数量的小猪非重力做功多,非重力做功本领就大。同样地,蓄电池的电势差比干电池的大,搬运相同数量的正电荷非静电力做功多,非静电力做功本领就大。通过类比,得到非静电力做功本领大小跟搬运单位正电荷非静电力做功多少有关,自然地引出电动势概念。

2.2 电动势与电压概念比较时的类比

虽然电动势与电压的定义和物理意义有着本质的区别,但学生还是很容易把两个概念混淆。为了更直观地加以区别,笔者还是采用类比法。对电动滑梯玩具,沿小猪运动方向,小猪在电动轨道部分高度提升,在滑梯部分高度降低。同样地,通过实验展示(详见下文),沿电流方向,电源内部电势提升,提升的电势就是电动势,在电源外部电势降低,降低的电势就是电压。电动势相当于电动轨道部分提升的高度,电压相当于滑梯部分下降的高度,这样把电动势和电压两个概念分辨得一清二楚。

3 创新实验助力物理概念理解

通过类比引入电动势概念后,学生对电动势虽有了一定的认识,但还不是很清晰、透彻的。物理学是一门以实验为基础的科学,物理实验以其直观性、形象性为学生提供了丰富的感性信息。笔者通过设计实验来形象地呈现电动势,给学生直观的实验体

验,帮助学生加深对电动势概念的理解、掌握。

3.1 自制教具实验展示电动势

学生对电压的最初认识和理解来源于电压表的测量,如果也用实验的方法把电动势展示出来,对学生认识、理解电动势将起到积极的促进作用。从电动势的单位 V,可以推知它是与电势有关的物理量,引导学生探究电源内部电势变化情况。为此笔者设计了探针可移式蓄电池,实验装置如图2所示。与普通的蓄电池相比,多了一根可移动的探针,容器上面开口处设计了一道槽,探针可以沿槽在正、负极间来回移动。

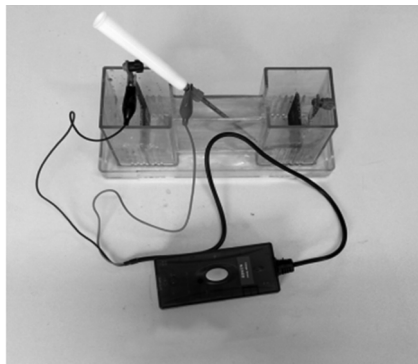


图2 探针可移式蓄电池实验装置图

给蓄电池充足电,不接外电路,直接用电压传感器的负极与蓄电池的负极相连,传感器的正极与探针相连,同时启动数据采集器采集电压信号,选用“示波”方式,在电脑窗口中呈现 $u-t$ 图像。让探针在电解液中从蓄电池的负极移动到正极,这时计算机呈现的就是电源内部的电势变化情况,如图3所示。

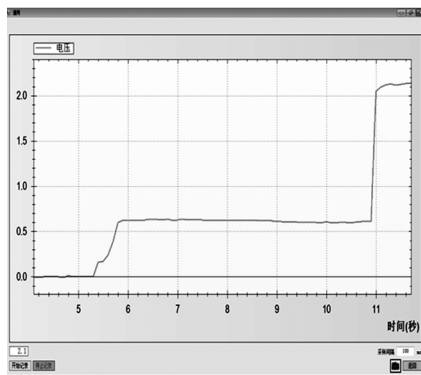


图3 蓄电池内部电势变化图

在电源负极附近电势跃升了约 0.6 V,在电源正极附近电势跃升了约 1.5 V,电势总共跃升了约 2.1 V,这个 2.1 V 就是电源电动势。这样利用探针

可移式蓄电池结合 DIS 技术,直观地展示了电源电动势,把抽象的概念用实验的方法直观地展示了出来.

实验不仅可以展示电源电动势(即电源内部跃升的电势),还可以得到电动势在数值上等于电源没有接入电路时两极间的电压.这两点教材在“闭合电路的欧姆定律”一节中通过插图和理论推导进行说明,笔者在“电动势”一节中通过实验加以呈现,让学生更加信服.同时,这两个结论对学生认识、理解电动势起到事半功倍的效果,把电动势抽象的概念用实验的方法直观地展示了出来,直观的实验图像给人一目了然的感觉,起到了画龙点睛的效果.这样处理还可以平衡两节课的内容,在“电动势”一节加强对电动势概念的拓展,在“闭合电路的欧姆定律”一节可以减轻教学任务.而且拓展的电动势概念可以更好地促进后续“闭合电路的欧姆定律”的学习,降低教学难度,有效地提高教学效果,可以说起到一箭双雕的作用.我们还可以用探针可移式蓄电池演示闭合电路的欧姆定律实验,也取得了十分好的效果^[1].

电动势数值上等于电源没有接入电路时两极间的电压,这一点也是人教 2002 版和现行教科版直接引入的电动势概念,笔者通过实验方式呈现让学生更加信服,这也为用电压表测量电源电动势提供了依据.沪教版教材通过实验测量通路时的内、外电压,得到内、外电压之和是一个定值,间接测定电动势.相比而言,笔者用可移式探针实验直接展示了电动势,过程更加简洁,实验现象更为直观.同时,在“电动势”这节课中只讨论开路时电动势与电压的关系,在“闭合电路欧姆定律”教学中讨论通路时电动势与内外电压之间的关系,这样更加符合循序渐进、由浅入深的教学原则,也更加适合学生的认知水平.这样,可以避免由电动势和闭合电路欧姆定律“一锅端”而造成学习困惑的弊端.

3.2 实验测量电动势 探究电动势决定因素

电动势数值上等于开路时两极间的电压,利用这个结论,测量水果电池的电动势.安排学生分组实验,用数字多用表电压挡去测量水果电池的电动势.水果有番茄、苹果和土豆;极板为铜片、锌片和铝片.

通过实验得到电动势的大小与电解质和极板材料有关,电动势是电池的重要参量.通过分组实验可以培养学生的实验操作能力和科学探究能力,同时也可以促进学生对电动势概念的理解.

3.3 实验感知电源内阻

教师创设情境:用一节干电池(电动势为 1.5 V)把小灯泡点亮;把两个番茄电池串联起来,电动势约为 1.9 V,接上小灯泡,灯泡却不亮.

引导学生分析原因:初中学习的电源都是理想电源,忽略内阻,但实际电源都是有内阻的.水果电池有内阻,而且内阻比较大,所以水果电池实用价值不高.这样,通过实验很好地使学生感知了电源内阻的存在.

4 结束语

本教学设计最大特色就是引入创新实验,用探针可移式蓄电池结合 DIS 技术来演示电源内部电势变化情况.通过实验直观地展示电源电动势,同时得出电源电动势数值上等于开路时电源两极间的电压,这两个结论对学生认识、理解电动势起到事半功倍的效果,实验起到了画龙点睛的效果.同时,本教学设计把类比法应用贯穿始终,化抽象为形象,使学生对电动势的概念理解更加深刻、透彻.

运用类比法和创新实验,使抽象化与形象化相结合,有利于学生由浅入深地认识客观世界.在教学中教师应当循序渐进地引导学生进行思维探究,充分地发展学生的抽象思维能力,真正落实学科核心素养的培养.

参考文献

- 1 唐柏忠,韩达炯.用固定探针探究闭合电路欧姆定律值得商榷[J].物理通报,2019(7):125~126
- 2 赵凯华,陈熙谋.电磁学[M].北京:高等教育出版社,1985.253~255
- 3 魏华.“电动势”教学设计[J].物理通报,2012(10):58~59
- 4 卢顿兴,王笑君.电动势概念的渗透式教学研究[J].物理教学,2017(10):16~17
- 5 薄祥中,姜峰.例谈科学思维的培养——以科教版“电源的电动势和内阻 闭合电路欧姆定律”为例[J].中学物理教学参考,2018(10):6~8