

初中《科学》课程中认知进阶式复习课堂研究

——以“探秘小彩灯”为例

郭浩佳

(衢州华茂外国语学校 浙江 衢州 324000)

(收稿日期:2020-01-27)

摘要:基于学习进阶理论,核心概念的教学应指向学生认知水平的发展,以初中《科学》课程中“电路探秘”复习课为例,创设“探秘小彩灯”的生活情境,以小彩灯的连接方式、“闪烁”原理、“跳泡”电阻和彩灯构造为探究主线,逐级实现应用、分析、综合及创造等高阶认知目标。

关键词:学习进阶 认知目标 科学复习

科学教育的目标不是获取一堆由事实和理论堆砌的知识,而应是实现一个趋向于核心概念的进展过程。核心概念,即位于学科中心的概念性知识,包括一些基本理解和解释,如重要概念、原理和理论等学科结构性的主干部分^[1]。学习进阶是对学生一系列学科知识的、连续的、逐步深入的思维活动进行描述的工具,旨在刻画学生科学认知水平的发展过程。布鲁姆将认知目标分类为:记忆、理解、应用、分析、综合、创造,这6个目标的设定符合学习进阶的理念,从低阶逐渐走向高阶。在实际教学中,可侧重研究核心概念的学习进阶,以期达成学生的高阶认知。

电学知识覆盖小学、初高中多个学段,属于核心概念的范畴。从小学的初识电路到初中的探究电路,从八年级的电路连接到九年级的电能量转化,学生对于电学概念的建构领悟贯穿不同时期,即使在同一

章节的新授课和复习课阶段,也需要实现学习进阶。本文尝试在八年级科学“电路探秘”的章节复习课上,创设“探秘小彩灯”的情境,使探究环环相扣,逐步达成高阶认知目标,意在探寻基于学习进阶模式来推动认知发展的可能。

1 基于学习进阶的认知目标预设

依据学习进阶理论,核心概念学习一般要经历经验感受、映射感知、关联处理、系统构建、整合应用5个发展阶段^[2]。新课建构概念时,前3个阶段将经验转化为概念,后两个阶段是应用领悟概念。阶段性复习时,则应侧重呈现后两个阶段,系统构建是探寻事实经验的本质特征,整合应用是全面理解概念本质,建立核心概念间的相互联系。结合布鲁姆的认知目标层级,本节课的预设目标如表1所示。

表1 “探秘小彩灯”的认知进阶目标

进阶维度	进阶层级	进阶目标	进阶路径	认知目标
水平4	整合应用	探究小彩灯的内部构造	面对真实问题,能利用创造性思维,改进小彩灯的内部构造	创造
水平3	整合应用	探究“跳泡”的电阻	利用“伏安法”测量“跳泡”的电阻,解释意外现象,迁移至电路“故障”问题	综合
水平2	系统构建	探究小彩灯“闪烁”的原理	观察“跳泡”构造并预测,依据实验阐释“跳泡”的工作原理	分析
水平1	系统构建	探究小彩灯的连接方式	观察并证明小彩灯串联	应用

2 基于学习进阶的认知发展设计

2.1 新情境中应用已有旧知

环节一:探究小彩灯的连接方式

教师展示:开关闭合或断开时,一串小彩灯能实现同时亮暗。

师:小彩灯是串联电路还是并联电路?

生(异口同声):串联电路。

生(少个别):也可能是并联电路,只要开关在干路上。

师:如何证明是否是串联电路?

生:可以取下一个灯泡,闭合开关,观察其他灯泡是否还能发光。

演示:取下一个灯泡后,其他小彩灯都不发光。

结论:小彩灯是串联的。

进阶评测:应用的特征是初步将科学知识运用于新情境中,学生已具备电路连接的知识,只是“纸上谈兵”较多,多为判断电路图的连接方式,本课创设小彩灯同时亮暗的生活情境,引发学生不同判断,培养学生实证意识,达成对两种电路差异的正确理解;各用电器间是否相互影响,而非能否同时工作。

2.2 未知现象中分析工作原理

环节二:探究小彩灯“闪烁”的原因

师:有些小彩灯能一亮一暗,不停闪烁,怎样才能实现这样的效果?

生:可以不断闭合及断开开关。

师:理论上可以,实际操作不可行,请观察这个特殊灯泡——“跳泡”(图1)。

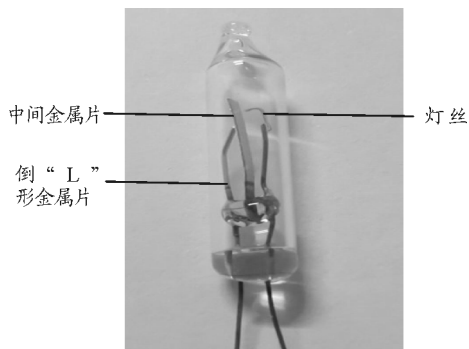


图1 “跳泡”

演示:将一个灯泡换成“跳泡”后,整串小彩灯能实现闪烁的效果。

学生活动1:将一个“跳泡”连接在5节干电池

(约7.5 V)两端,观察其工作特点。

现象:“跳泡”亮暗交替。

学生活动2:增大“跳泡”两端的电压,观察“跳泡”的工作特点。

现象:“跳泡”的亮暗交替加快,即闪烁加快。

学生活动3:观察已除去玻璃外壳的“跳泡”的内部结构,尝试标出其工作时的电流路径。

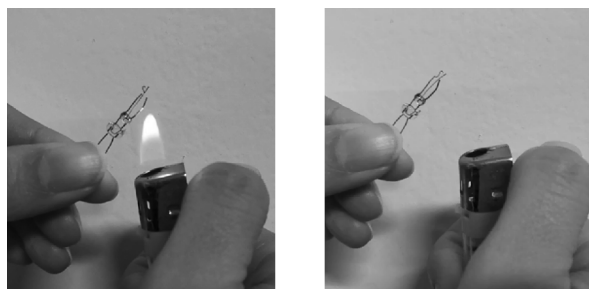
交流:电流依次流经灯泡内的倒“L”形金属、金属片和灯丝。

师:通电时,“跳泡”中哪个金属片可能会发生变化?该金属怎样实现电路的通断?

生:(提出猜测)

师:你们的猜测是否合理,需要实验来验证。

实验视频(图2):加热前,中间金属片同时接触倒“L”形金属片和灯丝,加热时,中间金属片会脱离倒“L”形金属片,弯曲向灯丝,撤去加热后,中间金属片又会恢复与倒“L”形金属片及灯丝的接触。



(a)加热时

(b)加热后

图2 实验视频截图

师:请根据实验现象,解释跳泡能自主实现亮暗交替的原因?

生:通电时,随着温度不断上升,中间金属片向灯丝弯曲,与倒“L”形金属片脱离,电路断开,“跳泡”熄灭;中间金属片的温度随之下降低,恢复原状,又与倒“L”形金属片接触,电路接通,“跳泡”发光,如此不断反复,则观察到“跳泡”闪烁。

进阶评测:分析是把事物分解成不同部分进行研究的思维方法,有助于全面深刻地把握事物特征。小彩灯闪烁的原理是电路中有一个自动开关——“跳泡”,学生从未接触过该器材,需要将原理探究进行分解,便于有效分析:一是探究“跳泡”的工作特点,操作简单,现象可见,为后续探究打下坚实基础;二是观察“跳泡”的内部结构,预测其工作时的电流路径,用手拨动中间金属片易于弯曲,有利于猜测它的

功能;三是探究中间金属片(双层金属片)受热弯曲的特点,学生缺乏双层金属片的前概念,设计方案难免困难,可采用演示实验的方式;四是学生表述“跳泡”亮暗交替的原理,培养学生科学解释的能力.经历分析“跳泡”的工作特点、内部构造和工作原理的过程,使学生在认识新型电路元件的同时,增强解决实际问题的能力.

2.3 意外现象中综合解决“故障”

环节三:探究“跳泡”的电阻

师:能否利用电学实验盒(学生自备)中的小灯泡(3.8 V, 0.3 A)和“跳泡”来实现小灯泡闪烁的效果.

演示:将一个小灯泡(3.8 V, 0.3 A)和一个“跳泡”串联入电路,现象是“跳泡”能闪烁,而小灯泡不能发光.

师:与“跳泡”串联的小灯泡不能发光的原因可能是什么?

生:可能是“跳泡”电阻明显比小灯泡大,则小灯泡两端分配的电压太小.

师:已知“跳泡”的额定电压是 12 V,能否测量出“跳泡”正常工作时的电阻?

学生活动 4:画出伏安法测电阻的电路图(图 3),然后测量“跳泡”正常工作时的电阻.

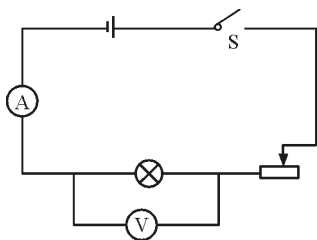


图3 伏安法测电阻电路图

师:正常工作时,通过“跳泡”的电流多大?“跳泡”的电阻是多少?

生:“跳泡”两端电压达到 12 V 时,通过它的电流是 0.12 A,计算得“跳泡”正常工作时的电阻为 100 Ω .

师:能否解释与“跳泡”串联的小灯泡不发光的原因?

生:根据小灯泡的规格算出其正常工作时电阻约为 12 Ω ,电阻明显小于“跳泡”,分配的电压明显小于其额定电压,所以不能发光.

师:测量过程中是否存在困难?

生:难以读数.当“跳泡”两端电压达到 12 V 时,“跳泡”闪烁较快,即“跳泡”通电的时间过短,难以看清电流表的示数.

师:你们是如何解决这个问题的?

生:“跳泡”闪烁过快时,断开开关,再次闭合开关后,在“跳泡”开始闪烁之前就读出两电表的示数.

师:实验时,你们是否关注过电压表和电流表的指针偏转情况?有何不同?

生:电压表和电流表的指针偏转方向相反,当“跳泡”熄灭时,电流表示数变小到零,电压表的示数增大,如图 4 所示.

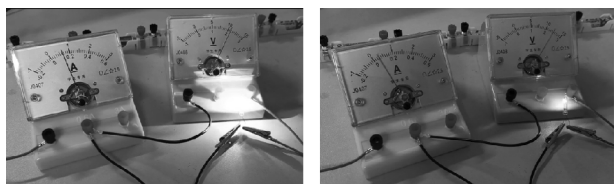


图4 “跳泡”熄灭时,电压表和电流表的示数变化

师:请对照电路图分析,“跳泡”熄灭时,电流表无示数和电压表示数增大的原因?

生:“跳泡”熄灭时,电路断路,则电路中没有电流,电流表无示数.“跳泡”与滑动变阻器串联分压,当“跳泡”工作时,电压表测量的是“跳泡”两端的电压,小于电源电压,当“跳泡”熄灭时,电压表测量的是电源电压,所以电压表的示数增大.

进阶评测:综合以分析为基础,全面加工各要素并重新组合成整体,以便创造性地解决问题.本环节中的综合体现在 3 个方面:

一是在分析得出“跳泡”的功能后,将其与学生熟悉的小灯泡组合起来,以达成自制小彩灯的目的,创设综合进阶的情境.

二是伏安法测可变的“跳泡”电阻时,移动滑片不为多次测量求平均值,而是保证“跳泡”在额定电压下工作,以测量其正常工作电流,可视为学生在新情境中创造性地解决问题.

三是由于“跳泡”工作的特殊性,实现了正常测量和“故障现象”的综合,即“跳泡”熄灭时,出现电压表和电流表示数的反常变化.

检测故障是一类较难的电学问题,不少学生难以厘清,借助实验现象中的意外,能引发学生的主动思考,促进学生对电路故障的深度理解.

2.4 实用主义下的创造性整合

环节四:探究小彩灯的内部构造

师:一串小彩灯,如果其中一个被烧坏了,其他还能工作吗?为什么?

生:不能工作,因为串联电路只有一条电流路径,一处断开,则无法工作。

师:因为一个灯泡,整串小彩灯都不能工作还真可惜,实用性不强,有无改进方法?

演示:换上一个烧断灯丝的小彩灯,闭合开关,其他小彩灯都能发光。(生很惊诧)

师:烧坏的小彩灯处是否断路?此处接通但是灯泡不亮有可能是什么情况?

生:其他串联灯泡能发光说明烧坏的小彩灯处是接通的,有可能灯泡内发生短路。

师:灯丝烧断了,电流还可以通过灯泡内的金属丝,那么灯丝和金属丝该如何连接呢?

学生活动5:观察小彩灯内部灯丝和金属丝的连接方式(图5)

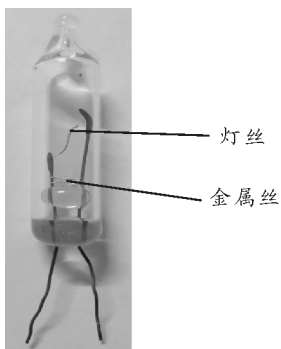


图5 小彩灯内部灯丝和金属丝连接方式

师:小彩灯内部的灯丝和金属丝是并联的,那么彩灯正常工作时,灯丝为什么不会被金属丝短路?

生:有可能金属丝的电阻很大,相当于断路,正常工作时,电流只通过灯丝,若灯丝烧断,则电流会通过金属丝。

师:若金属丝电阻比灯丝电阻大很多,根据串联电路分压的特点,请你推测其他小彩灯的发光情况?

生:串联电路中金属丝的电阻很大,则金属丝两端分到的电压很大,其他小彩灯分到的电压很小,则小彩灯的亮度明显变暗。

师:然而小彩灯烧断后其他小彩灯并没有变暗,可见金属丝的电阻不能比灯丝大,要实现工作时电

流不通过金属丝,还有个巧妙的方法,在金属丝的表面涂上绝缘层,当灯丝烧断时,金属丝两端的电压很大,瞬间击穿绝缘层,连通金属丝和金属杆,则电流通过金属丝,使其他小灯泡继续发光。

进阶评测:创造是对知识材料进行深度加工,理性深刻地对事物本质作出判断,并发展出新知识的过程,属于最高阶的认知目标。串联电路某处断开,则整个电路不通电,是本课伊始判断彩灯连接方式的依据,而实际情况往往比较复杂,需要突破常规思维,才能有所创新。怎样在串联电路中实现灯泡间的互不干扰,这需要学生创造性思维的参与。一是整合思维:将灯丝和金属丝并联,保证有备用路径;使短路和断路共存,实现电路畅通;二是批判思维:思考金属丝在灯丝正常与烧断时如何工作,依据猜测推导出与事实矛盾的现象,旨在鼓励质疑和反思;三是发散思维:学生受经验水平所限,难以提出金属丝表面涂绝缘层的方法,可直接告知以拓展学生视野,启迪多角度思考的意识,以达成深刻理解构造本质。

3 基于学习进阶的认知发展课堂反思

本节课的实施情况是:各个环节清晰,层层递进;活动有序开展,难度逐步升级;课堂生动活泼,时有惊叹感慨;学生热情高涨,探究意识浓厚。可见,相比常规复习课堂,无论是知识回顾式或练习讲评式,认知目标进阶式的课堂都更胜一筹。递进式的任务型课堂,能有效激发学生的主观能动性,有效推动学生的认知发展。

复习课上明晰的探究主线,进阶的学习任务,得益于精心创设的情境,本课使用小彩灯作为探究对象,原因有二:一是学生困惑于作业中的“小彩灯烧断不影响串联的其他灯工作”;二是恰逢新年,小彩灯正是常见装饰物。确定探究对象后,需根据知识序列和认知目标,充分挖掘探究要点,如彩灯连接方式、彩灯闪烁原理等,由易到难逐级排列,促使探究不断走向深入,促使认知不断走向高阶。

参考文献

- 1 李斌,周妍媚. 学习进阶视域下的科学核心概念教学——以“力的存在”教学为例[J]. 理科考试研究, 2019(11):49~52
- 2 郭玉英,姚建欣. 基于核心素养学习进阶的科学教学设计[J]. 课程·教材·教法, 2016,36(11):64~70