

基于核心素养的物理实验教学

——以 DIS 简单逻辑电路实验为例

杜晓贺 倪敏 郭强友 杨阳

(上海师范大学数理学院 上海 200234)

(收稿日期:2019-04-05)

摘要:从教育部推出核心素养理念以来,很多人开始探索核心素养与物理实验教学的融合,文中以 DIS 简单逻辑电路实验为例探讨了核心素养在物理实验教学中的渗透与融合,以供大家参考.

关键词:核心素养 物理实验教学 简单逻辑电路

近两年中学物理教学中关于物理学科核心素养的讨论热度越来越高,由普通高中物理课程标准我们知道物理学科核心素养包括科学思维、物理观念和科学态度与责任等.科学思维也就是要求学生将他们所熟悉的实际问题中的对象和过程转换成物理模型,具有问题意识,从不同角度思考物理问题;物理观念层面要求学生能从物理学的视角正确地描述和解释自然现象,能灵活运用所学物理知识解决实际问题;科学态度与责任层面要求学生有学习和研究物理的内在动机,能与他人合作^[1].本文在解读核心素养的基础上,分析了常规实验教学中容易忽视的核心素养培养因素,并以 DIS 简单逻辑电路为例,提出了核心素养指导下的实验教学改进策略.

1 常规实验教学中忽视了核心素养的培养

1.1 物理观念的培养意识淡薄

(1)最近这几年我国高中物理教材按照课程标准的要求进行了很多次改革,加入了很多贴合生活实践的知识,但高考那一张试卷仍然免不了以基础理论知识等记忆性内容为考查的主体,所以在高考试卷的导向作用下,上到教师下到学生都还是注重记忆基础理论知识而很少注意科学物理观念的形成和应用^[2].而且有很多学生从小就听说物理这门课

难度高,从心理上就对物理没有好感,其实物理学有很多与生活实践的融合,有很多接地气的知识,但是学生们带着对物理的疏离感就没法接触到物理知识的本质,没有办法形成正确的物理观念.

(2)很多教师为了追赶教学进度,为了更快速地把知识传授给学生,他们甚至不带领学生做实验,而是在多媒体上进行演示,并且提前告知学生实验步骤,注意事项^[3].这样学生不可能得到很好的物理观念的训练.

1.2 科学思维的培养力度不够

(1)应付高考考试仍旧是学校教学的重点,这也就使得高中物理教学中对于物理实验教学的投入相对较少,这也就造成学校在高中物理实验室建设以及实验设施的购置投入较少,导致许多实验器械已经无法被再次投入使用,无法让每个学生都在实验课上有操作的机会,这些问题的长期存在使得高中物理实验教学的有效性变得非常低下,也就没有办法让学生很好地感受物理实验,体验科学思维.

(2)教师在实验教学中没有做到层层递进、循序渐进、由浅入深地提出好问题,引导学生自主探索,启发学生思维.问题不可太过跳跃,每个问题都要让学生够得着,让学生在问题的解答中获得成就感,然后趁热打铁,层层深入.我们知道学生们爱玩

作者简介:杜晓贺(1994-),男,在读研究生,研究方向为物理学科教学.

通讯作者:倪敏(1960-),女,副教授,研究方向主要为物理教学和物理实验教学.

游戏,因为很多游戏会设置丰富的激励措施,在学生一步一步完成任务后会很有成就感,我们在教学中也可以借鉴这种模式,合理地设置问题并多多鼓励学生,让学生在高效率的持续学习中增强科学思维.

1.3 科学态度的培养不受重视

(1) 很多时候教师提问是一连叫起很多学生反复提问同一问题,只因为学生所回答的不是教师心目中的“理想答案”,久而久之,学生们也知道了老师只是想听到教科书上所写的“标准答案”,进而照本宣科读出书中原文,失去了表达各种观点的热情,以学生为主体的思想形同虚设,导致学生对物理课程和物理知识越来越疏离,失去兴趣.

(2) 在教学中学生可能会问与门、非门和或门内部电流的流向是怎样的?内部电路构造是怎样的?实际上因为逻辑电路元件内部电路不同于普通直流电路,中学阶段没办法给学生们完全说明,使他们透彻理解.而有的教师为了追赶教学进度或者自己对逻辑电路的认识不够全面,会给学生画出近似的逻辑门内部的直流电路,其实这容易对学生造成误导.逻辑电路涉及到二极管、三极管、CMOS芯片等知识,可以在教学设计的过程中加以思考,适当渗透.

2 核心素养指导下的实验教学改进策略

2.1 注重物理观念的培养

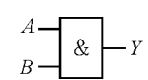
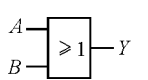


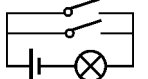
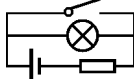
引导学生形成物理观念,从物理学的视角描述所看到的、所感受到的实验现象.在简单逻辑电路这一节实验课中,学生由于对相关知识不够了解,会对与门、非门和或门内部电路的形态产生疑问,学生会延续以往的直流电路的分析模式,问老师这些元件内部电流怎么流?元件内部到底是什么样的电路形态让它能够控制灯的亮灭,控制铃响与不响?

其实逻辑电路知识对高中生来说是一种新的抽象的物理知识,逻辑电路强调的是逻辑状态,逻辑门元件的输入和输出都是用两种逻辑状态来表示,也就是“0”和“1”,开关的断开和闭合,灯的亮和灭,铃响与不响都对应的是这两种逻辑状态.这就要求学生把实际生活中的种种表象经过分析之后抽象成两

种逻辑状态,而逻辑门元件就是一个处理输入的逻辑状态并得到特定逻辑状态的装置,而不要去想逻辑门内部电路是什么.教师应该引导学生去理解这是一种黑箱的思想观念,黑箱思想让我们在分析问题时忽略无关的表象,忽略局部的无关的复杂系统而从整体上把握问题的本质.

当然,我们要鼓励学生发问,鼓励学生刨根问底,有的学生对逻辑门内部电路构造感到好奇,所以教师可以给有兴趣有精力的学生渗透二极管、三极管、CMOS芯片、集成电路等逻辑电路的有关知识,这些知识都是以“0”和“1”这两种逻辑状态作为基础的,学生经过教师的引导和自我查阅资料也会加深对这种抽象逻辑思维的理解,形成正确的物理观念.我们也可以通过学生们熟知的直流电路来模拟逻辑电路的逻辑关系,使学生对相关知识加深理解,如表1所示,但要强调这是对逻辑关系的模拟,不是真实的电路,以免对学生造成误导.

表1 3种基本逻辑门

| 内容 | 与门 | 或门 | 非门 |
|--------|---|--|---|
| 逻辑符号 |  |  |  |
| 模拟逻辑关系 |  |  |  |

在有了正确的物理观念的基础上,教师可以引导学生体验生活中的逻辑电路应用,比如车门报警器的应用,如图1所示为简单的车门报警电路图,图中的两个按钮开关 S_1 和 S_2 分别装在汽车的两道门上,如果两车门均已关好,那么跟两车门对应的开关 S_1 和 S_2 均闭合,即输入逻辑均为“0”,那么输出也是逻辑“0”,电流不通过发光二极管,这时发光二极管不会发光报警;只要其中任何一个车门打开时, S_1 或 S_2 就处于断开状态,即输入为逻辑“1”,那么输出也是逻辑“1”,这时就有电流通过发光二极管,使其发光报警.这一实验可以作为演示实验,教师通过演示实验加深学生对“0”和“1”这两种逻辑状态的认知.在学生理解了这两种逻辑状态之后,教师可以进一步发问:“我们知道,汽车一般有4扇门,那么我们

怎样改装电路可以让报警器能为全部4扇车门报警？”在这个过程中使学生能很好地体会物理知识与生活实践的融合，成功地运用所学的抽象知识解决具象的实际问题，能有效指导工作和生活实践，而不是机械地记忆基础理论知识，从而打造良好的物理观念。

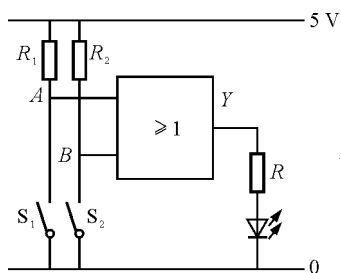


图1 车门报警电路图

2.2 创设问题情境 培养科学思维

教师要做好精心的教学设计，要营造一个良好的课堂氛围，调动学生积极性，创设与知识联系紧密的教学情境，激发学生学习兴趣，在实验中培养学生的物理思维。逻辑电路的知识抽象程度比较高，所以为了增强学生的兴趣以及加强学生对该部分知识的理解，教师要尽可能地将抽象的逻辑联系到生活实际，将生活中常见的事物、学生熟悉的情境、学生感兴趣的东西与物理知识相联系，用物理知识来解决生活中的问题，学以致用。

另外，从课堂教学的反馈来看，中学生群体除了少数特别有天赋的学生以外，大多数学生都比较缺乏在独立状态下自主进行完整的实验探究的能力，他们需要教师适当的引导和启发。在实验教学中，既不能把实验方案、操作步骤直接抛给学生让学生进行机械的实验操作，也不能没有任何参考资料和问题的引导而使学生闭门造车。而且设置的问题要由浅入深，让学生有能力回答，并且在一步一步加深理解中，获得成就感。

比如在学生了解了逻辑门的基本知识后，尝试用逻辑电路来设计楼道灯的方案，教师用小区中楼道灯的短片作引入之后，接下来告知学生可以用手中的器材亲自做出一个楼道灯，然后进行引导，问学生楼道灯要满足什么条件，什么时候亮？什么时候灭呢？通过自身生活经验和观看短片，学生可以答

出楼道灯白天保持熄灭状态，而夜晚有声音时灯亮。接下来要引导学生将灯的亮暗，声音的有无，黑天白天的状态抽象成两种逻辑状态“0”和“1”。黑天白天可以用光敏电阻元件的有光无光状态来表示，有光时为高电位“1”状态，无光时为“0”状态^[4]；声音传感器元件有声时为高电位“1”状态，无声时为“0”状态；灯亮为“1”，灯灭为“0”。根据之前的分析，可以引导学生得到表2所示的真值表。

表2 楼道灯逻辑真值表

| 实际状态 | 有(1) 无(0) 光 | 有(1) 无(0) 声 | 灯亮(1) 灭(0) |
|------|-------------|-------------|------------|
| 逻辑值 | 1 | 1 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |
| | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 |

由表2可以看出，只有同时满足无光和有声条件，灯才会亮，这符合与门的特性，所以灯要作为与门的输出端，要通过与门与其他元件相连接，声和光元件作为与门的输入端。而且只要有光灯就不亮，符合非门的逻辑特性，所以光敏电阻元件要连接一个非门。连接好的电原理图和实物图分别如图2及图3所示。

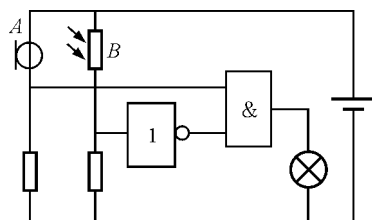


图2 电原理图

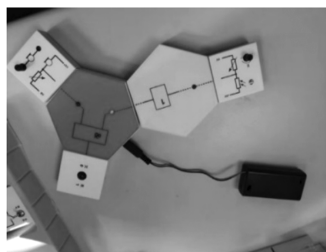


图3 实物图

电路连接好之后，教师可以通过设置问题来引导学生进一步思考，比如把光敏电阻元件的特性换成有光时为低电位“0”状态，无光时为“1”状态，这种情况下又该如何设计电路呢？引导学生从不同角度审视检验物理结论，用不同方式分析解决物理问

题,加深对物理问题本质的理解,促进学生科学思维的发展.

2.3 教学中渗透科学态度

培养学生的科学态度也就是要让学生认识到物理研究是一项对知识进行抽象的创造性工作,要有学习和研究物理的兴趣和动机.所以教师要联系生活实际引导学生学习物理的兴趣和动机.比如当前正值中美贸易战的时期,美国控制尖端科技例如高端芯片技术的输出,给中国的发展带来很多困难,而我们所学习的逻辑电路知识是集成电路芯片技术的基础,所以我们的学习是很有意义的.如果学生对集成电路基础知识感兴趣,教师可以适当地给学生介绍二极管和逻辑电路的联系等基础知识,这一部分知识时要先简单介绍半导体中P-N结的单向导电性,再进一步介绍二极管的单向导电性如图4所示,最后结合电原理图展示二极管构成的逻辑门电路,如图5所示是二极管构成的与门电路^[5].

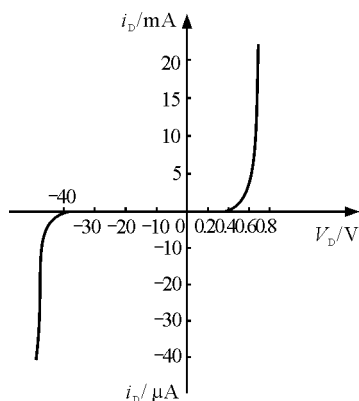


图4 二极管导电特性图

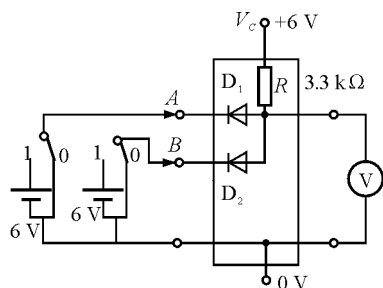


图5 与门电路

通过以上知识内容的补充,学生对逻辑电路知识的理解会更加透彻.另一方面,师生交流中除了交流的内容之外,表达方式也很关键,表达方式的合理与否很大程度上影响学生的学习效果.中学生普遍

对物理这样的理科科目兴趣不是很大,所以教师自身要善于表达积极乐观的情绪,加强语言的抑扬顿挫强弱变化、表情情绪的传达、动作手势的控制,来带动、鼓舞学生的情绪,引导学生的兴趣.

3 总结

核心素养与物理实验教学的结合需要注意以下几点:

(1) 物理观念和科学思维是物理学科核心素养的关键内容,教师在进行教学设计要多下苦功,创设合理的学习情境,设置恰当的问题引导学生做实验,培养学生的物理观念和科学思维.

(2) 教师应该不断完善自身的专业素养,对每个物理概念精准理解,精益求精.比如在DIS简单逻辑电路实验中,逻辑门的输入端和输出端不宜使用电压一词,应该用电势、电位等代替,避免学生因为电压表示电势差而在电路分析中寻找这个差值,误入歧途^[6].

(3) 学生的核心素养发展不是一朝一夕就能完成的,教师要循序渐进对核心素养与物理实验教学的结合进行探索,在实验过程中与学生进行良好的沟通与评价,互相反馈,教学相长^[7].

核心素养与物理实验教学的结合应用很广泛,本文仅仅是以DIS简单逻辑电路为例做一点简单的思考,希望可以启发更多的教育工作者.

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.北京:人民教育出版社,2017
- 2 孙子彪.高中物理教学核心素养:演示实验创新.学周刊,2018(15):108~109
- 3 黄洁.新课程下的高中物理实验教学.中学物理教学参考,2017,46(2):28~29
- 4 冯荣士.DIS逻辑电路实验器.物理教学,2012,34(7):25~29
- 5 吴海.二极管与逻辑电路.中学物理,2014(6):49
- 6 胡志安.《简单逻辑电路》教学中碰到的两个障碍.物理教学探讨,2012(10):36
- 7 岳宝良.高中物理核心素养高效课堂的构建.科学咨询,2018(46):59