

凸显实验作用，降低外在认知负荷

——在教学中降低学生外在认知负荷的实践研究以《物态变化》为例

张桂荣

沙栏中学

摘要：实验教学在物理教学中有着举足轻重的作用，如何凸显实验的作用，更好为教学服务呢？笔者以《物态变化》教学为例，改进和增加一系列实验，总结三个方面的做法“清除冗余，减少前概念的干扰，帮助学生去伪存真；优化素材，创设合理教学情景，丰富学生认知途径；关联记忆，重点呈现认知支架，增加相关认知负荷”，以期降低学生外在认知负荷。经过教学实践，这些实验能很好的帮助学生理解知识点，增加学习的积极性，明白物理源自生活，用物理的角度去观察生活，思考物理现象。

关键词：实验教学；外在认知负荷；物态变化

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.017

引言

认知负荷是指针对某一特定认知任务，记忆系统对其进行加工和保持信息过程中所承受的负荷总量。而认知负荷理论就是通过合理的设计，让信息接受者能利用有限的认知资源达成最佳信息获取效果的理论。而认知负荷包含三个类型。内在认知负荷：任何学习都一定会带来认知负荷，它是中性的，谈不上好坏，它取决于所要学习的材料难度与学习者的专业知识水平；外在认知负荷：它是由信息的组织和呈现方式带来的，是额外负荷，会加重本来就不轻的认知负荷，增加学习难度，是“坏”的负荷。相关认知负荷：它是指与促进图式构建和图式自动化过程相关的负荷，是关于在信息之间建立关联、信息打包、信息处理自动化的，所以它会减轻学习过程中的认知负荷，是“好”的负荷。三种类型的认知负荷是相互叠加的，为了促进有效学习的发生，在教学过程中应尽可能降低外部认知负荷，增加相关认知负荷，并且使总的认知负荷不超出学习者个体承受力。^[1]

人教版八年级物理第三章《物态变化》，虽然知识比较基础，但学生处于刚接触物理知识之初，对物理的学习方法掌握不够扎实，这一章涉及的概念多，容易混淆的知识多，物理现象也多，很多学生会感觉“听不懂”、“知识有点乱”、“记不住”、“不会分析”，容易陷入机械记忆当中，导致学习的成绩倒退。本来带着浓厚兴趣来学习物理的学生，会渐渐失去信心，学习的积极性会随之而降低，久而久之，不利于物理课程的学习，更不能培养良好的学科素养。

在教学的过程中，笔者分析发现困扰学生比较多的有以下方面：首先，本章学习之前，学生的知识系统中有一定的前概念，它妨碍了新概念的建立：如认为白气是水蒸气，烧开水冒的白气是升华现象等等；其次，本章所描述的现象很多都是来自生活和生产中，有一些由

于时空的关系，学生并没有体验和观察，如果老师预判不足，在教学过程中会容易造成课堂空洞，结论欠缺说服力，同时会让学生感觉抽象，远离自己的生活，缺乏学习的热情。再者，本章中相似的概念、需要识记的知识也比较多，这个客观事实造成了学生的外在认知负荷较大，个别学生容易用机械记忆的方法进行学习，而不注意知识的理解、梳理和关联，造成记不住，更加不会运用。

一、清除冗余，减少前概念的干扰，帮助学生去伪存真

所谓前概念，是指儿童在学习物理课程以前的生活实际中，对各种物理现象和过程在头脑中反复建构所形成的系统的但并非科学的观念。物理前概念是物理学习的良好基础和铺垫，它的正迁移作用可成为物理概念学习的资源和概念学习的新的增长点，可使学生尽快地掌握新的概念和知识结构。但是错误的、不完整的物理前概念对建立、接收、理解和运用物理科学概念有很大的影响，成为物理概念难教难学的重要原因之一。例如：学生混淆生活中的“力”与物理学中的“力”。不能将“力”与“物体对物体的作用”联系起来，而是用生活化的“劲”或“力气”来看待。这些观念均是前概念。如何减少前概念的干扰，帮助学生去伪存真呢？首先，应有针对性地选择事例或现象，让学生用自己的前概念去对事例或现象进行解释，使他们产生认识上的冲突，即大脑中的原有概念与当前面临的现实产生无法调和的矛盾，从而感觉到有改变认知结构的需要。教师才能顺势引导学生通过探究实验和事例建立科学的物理概念，进而把科学的物理概念应用到更为广泛更为深刻的现象中去，当学生在新的思维结构下获得更多成功的时候，他们就会接受科学的物理概念。^[2]

《物态变化》这一章的前概念主要有：学生误认为“雾”、烧开水时冒的“白气”是水蒸气；雾是汽化形

成的；冰、霜（冰花）、干冰是同一类物质。这些前概念的干扰，单靠老师的讲解或者反复的强化练习，学生还是会出错，而且会让学生觉得课堂乏味。在教学的实践中，笔者利用实验，消除学生的前概念干扰，学生通过实验观察，动手操作，看到的实验现象和已有的认识发生冲突时，促使学生认识新的概念和现象，去伪存真。



图1

实验1：为了证明“白气”不是水蒸气，笔者在教室内利用打火机焊枪直接加热从开水冒出的白气（如图1），学生可以当场看到，在火焰加热的地方，白气会消失，从而说明“白气”并不是看不见的水蒸气，而是液体。现场实验现象非常明显，与学生的前概念产生冲突，让学生记忆深刻。

实验2：说明冰和霜的形成过程是不同的。课堂上，笔者现场演示了霜的形成过程（如图2）：将冰块放于铁盘中，并加入适量的盐，用筷子搅拌半分钟，用温度计测量盘中冰与盐水混合物的温度，可以看到冰水混合物的温度低于 0°C ，这时观察铁盘的底部会发现白霜。^[3]学生通过观察和触摸发现，原来什么也没有的盘子底部出现了很细腻的、白白的霜（冰花），再经过引导分析，学生很容易明白霜是靠周围的水蒸气变化得来的，跟冰从水凝固得来是不一样的，并且水到渠成的建立凝华的概念。学生通过观察温度计，知道盘子里冰和盐水的混合物温度是 0°C 以下，于是学生很认同霜是盘子周围的水蒸气降温放热凝华形成的。笔者还因势利导，介绍了北方寒冷的冬天，开暖气的房子玻璃窗内侧出现的冰花也是因为室内温暖的水蒸气遇到较冷的玻璃窗凝华而成的。



图2

在实际的教学实践中，笔者通过二次开发实验，创设教学情境，提高了学生的学习兴趣，最大限度地弱化了前概念对学生学习的影响。

二、优化素材，创设合理教学情景，丰富学生认知途径

物理现象从生活情境中来，物理教学中要求教师能够在组织学生进行实验学习的同时，合理将新的教学知识观念融入其中，基于此就需要教师积极开拓思维，创设合理教学情景，努力构建出有利于科学教学的实验。

《物态变化》这一章书，研究的内容和现象与学生的生活联系紧密，空洞地教学会使课堂乏味，让学生失去学习的积极性。不加思考的学习和机械的记忆，缺乏学习过程的体验，必然导致知识漏洞百出，降低学习效率。笔者通过优化实验教学素材，创设合理教学情景，丰富认知途径。

实验3：为了说明汽化过程是吸热、液化是放热，笔者在课堂上把开水淋洒在装有酒精的气球上（如图3），等气球膨胀到一定程度时，把冷水淋到气球上，学生看到气球体积又变小了，这是气球内的酒精受热膨胀，冷却收缩的缘故。有了此实验作为基础，经过学习，学生很容易理解“汽化吸热、液化放热”。学生在赞叹实验之余愉快地接受了新知识。

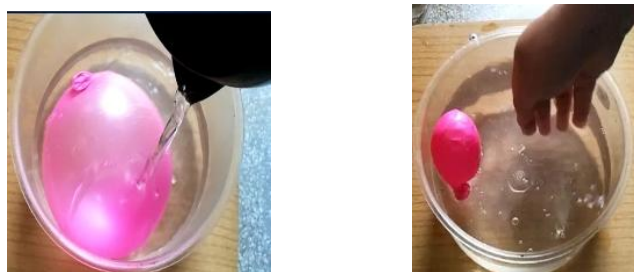


图3

实验4：为了说明熔化过程是吸热、凝固是放热，笔者在课堂上补充了利用液态蜡来制作蜡模的实验过程（如图4）。学生亲眼看到利用酒精灯把蜡熔化，倒入模型的液态蜡在慢慢冷却后凝固了。有了这个体验，学生非常认同熔化时物质是吸热，凝固是放热的。



图4

实验5：在讲授“影响蒸发快慢的因素”这个知识

点,书本中并没有安排实验。作为老师的我们会认为学生有晾晒湿衣服的经验,就从这个角度切入举例来学习:除了液体的表面积,液体的温度、空气的流速也会影响蒸发的快慢。但事实证明,学得快,忘记得也很快,掌握得特别差。在讲授这个内容时,笔者在黑板上画好两块面积相等的区域,再用潮湿的抹布擦拭,再用准备好的小风扇改变空气流速,电取暖器改变温度,学生可以明显看到空气流速越快,温度越高水越容易干,有了现场实验的体验,学生对知识掌握比之前牢固多了。

《物态变化》这一章书中的一些现象和实验,司空见惯,但由于时空的关系,或者是远离学生的实际生活,或者学生是视而不见,学生缺乏体验。作为老师在课堂上有意识地补充这一类的实验,在教学过程中增加相关认知负荷,丰富认知途径,让学生感受到物理是来自生活,应用于实际,以提高学习兴趣。降低外在负荷的影响。

三、关联记忆,重点呈现认知支架,增加相关认知负荷

学习材料的复杂性是影响认知负荷的其中一个因素。《物态变化》该章节的相似知识点较多,学生容易混淆,记不牢固。这就需要教师合理优化教学知识的内在关系,帮助学生发现其共同规律,找到知识结构,建立认知支架,增加相关认知负荷,提高学习的实效。相关认知负荷是在信息之间建立关联、信息打包、信息处理自动化的,所以它会减轻学习过程中的认知负荷。

在教学中有一问题困扰不少的学生:寒冷的冬季,汽车开暖气,车窗的内表面出现水滴;夏天,汽车开冷气,车窗的外表面出现水滴。这个地方学生容易混淆,总是弄不明白原因,面对题目无从入手。

实验6:课堂上,笔者利用玻璃箱模拟车内环境进行实验。在玻璃箱中放入酒精灯加热模拟冬天的室内暖气,在玻璃箱外放一些冰袋。过一会儿就可以看到玻璃箱外侧出现水珠;在玻璃箱中放入冰块模拟夏天的室内空调,在玻璃箱外用打火机焊枪加热空气。过一会儿就可以看到玻璃箱内侧出现水珠。

实验后与学生分析:车内外有温差,水蒸气遇冷降温会液化,无论是在冬季开暖气还是夏季开冷气,玻璃窗都是冷的,所以,只有原来是相对玻璃较热的水蒸气才能液化成水滴,冬季是车内的水蒸气较热,水滴出现玻璃内表面;夏季是车外水蒸气较热,水滴出现玻璃外表面。总结规律:水滴是出现在气温较高的一侧玻璃表面的。同理,北方寒冷的冬季,冰花也是出现在玻璃窗的内表面。通过实验现象,把两者联系起来,建立知识的关联性,可以帮助学生理清思路,认清本质。

另外,建立知识的关联性常用的方法还有口诀记忆法、思维导图记忆法。

例7:六种物态变化有熔化、升华、汽化三种是吸热,凝固、凝华、液化三种是放热,容易混淆。于是笔者编排了口诀让学生记忆:“熔升汽吸热,两凝液放热”、“晶体熔化温度稳,非晶不断把温升”、“自然现象水冰气,小心“白气”不是气”。这些方法也给不同层次的学生多提供了一种认知的方式。在学习物质的三种状态之时,教师必须向学生明确举出三种状态各有什么常见的实例,抓住这个教学重点,学生更容易正确判断物质变化前后的状态,教学更有实效。以水为例,固态:冰、霜、雾凇;液态:水、雾、“白气”;气态:水蒸气(看不见、摸不着)。

例8:思维导图记忆法可以重点呈现各知识点支架。为了更好地帮助学生梳理本章节知识,学生制作了《三种物态》和《六种物态变化结构图》(如图5),与一般的思维导图不同之处是增加了三种物态这一内容,不但使知识点一目了然,而且把易混淆的知识也清晰呈现出来,让学生感觉知识点不再混乱,减轻了学生的学习负担。

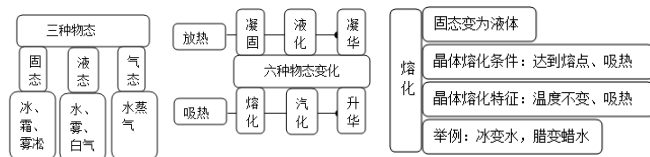


图5

结语

达尔文说过:“任何改进,都是进步”。在教学过程中为了促进有效学习的发生,在教学过程中应尽可能降低外部认知负荷,增加相关认知负荷,凸显实验的作用,不断探索,不断实践、不断改进、不断开发,探索出更有效的教学方式,让学生乐于求知,都是非常有意义的事情。

参考文献

- [1]唐剑岚、周莹.认知负荷理论及其研究的进展与思考[J].广西师范大学学报:哲学社会科学版.2008(04)第44卷第2期:75-76
- [2]黄瑞敏.正确处理物理教学中的前概念的干扰[J].文理导航.2016(05):45-46
- [3]彭前程.物理 八年级上册[M].北京:人民教育出版社,2012年6月第一版:66-67

基金项目:本文系中山市三角镇2020年教育科研立项课题“基于STEAM理念的农村初中物理实验教学的实践研究”(项目编号:B2020006)的研究成果