

物理实验



## 育人视域下初中生实验思维能力培养探索\*

孙留桥

(南京市江北新区浦口外国语学校 江苏 南京 210031)

(收稿日期:2022-10-26)

**摘要:**“学科育人”是新时代重要的价值追求,科学思维是“核心素养”的关键要素;笔者结合教育教学实践,从思维的5个品质入手,提供可借鉴的实验思维能力培养的思路与策略。

**关键词:**核心素养;实验思维;培养途径

随着新时代教育的发展,“学科育人”成为重要的价值追求,“核心素养”是实现教育价值的基础与核心;科学思维是“核心素养”的关键要素,在教育教学中起着举足轻重的作用.物理是以实验为基础的学科,实验思维能力的培养成为物理实验教学中重要的目标和任务。

## 1 物理实验思维定义及特点

物理实验思维,就是人对客观事物(实验仪器、实验对象、实验现象、实验数据等)的本质属性、内部规律及相互作用概括性的能动的反映.具有以下的特点。

### 1.1 以知识、操作及技能等为载体

物理实验是概念、规律与实际操作有机结合的过程,思维活动的过程贯穿于物理实验的各个环节之中,实验思维的对象,一方面是物理概念、规律紧密相关的实验原理,另一方面还包括实验方案、器材、操作、数据以及结果处理等.学生在不断实践中,学习和积累知识、掌握实验仪器使用方法和技能,不断总结实验中的经验和教训等,从而促进了实验思维能力的发展。

### 1.2 在动态变化发展中获得提升

一方面,为实现实验目的,学生通过逐步主动积极地解决物理实验过程中面对的各种问题,在解决

问题的过程中完善物理实验思维能力的结构.另外一方面,在物理实验教学活动中,当他们掌握某种思维技能且获得一定发展的时候,他们的实验思维能力结构也就自然逐步完善和发展起来。

### 1.3 存在较为明显的心理个体差异

物理实验的实质就在于认识和活动的统一,因此,物理实验思维能力是学生在物理实验教学中所表现出的一种稳定心理特征的综合,物理实验思维能力的建构,伴随着实验个体差异存在着明显的思维或认知的差异性,即存在不同的思维品质,物理实验思维的品质主要包括敏捷性、灵活性、深刻性、独特性、批判性5个方面。

## 2 物理实验思维培养的探索途径

### 2.1 因势利导 培养实验思维的敏捷性

实验思维的敏捷性,一般指思维过程中体现出来的迅速程度.好的思维敏捷性特征:处理问题和解决问题时,能够适应迫切的情况积极进行思维,周密思考,正确地判断和迅速地找到方法或结论,需注意的是它与思维的轻率性具有本质的区别.实验思维的敏捷性在实验过程中的具体体现如下。

(1) 实验设计能根据研究的问题,及时抓住大脑中的各种有效关键知识,较短时间内制定出实验方案;

\* 江苏省“十三五”规划立项课题“青年教师草根研修工作坊自主构建的实践研究”,项目编号:B-b/2020/02/71;南京市“十三五”规划立项课题“实验探究素养下的初中物理家庭课程资源开发研究”成果之一,项目编号:L/2018/005.

(2) 实验过程中,善于捕获各种信息,对各种现象及时做出反应,迅速解决和排除实验中的各种问题或干扰,快速处理实验数据,得出实验结论.

### 实验 1: 电流的热效应

在探究“电流的热效应”实验教学过程中,教材中安排用温度计测量被测液体的温度.实际操作时,需要使用温度计进行温度测量,一方面学生不易观察和读数,另外,两个烧瓶中液体的温度相差不大时不便于比较两次示数.针对这个问题,笔者将这个问题抛给学生,能否找到一个行之有效的方法呢?有学生立即提出用温度传感器来测量温度的建议,如图 1 所示.



图 1 用温度传感器来测量温度

**评析:**该改进实验通过问题导向,除了解决实验数据的精度问题外,另外,与传统的方案比较,还节约了实验的时间;让学生体会到科技的重要性,体验到物理与生活的息息相关,实验效果更好.平常教学中,教师要善于捕捉契机,引导学生进行思考,提高他们思维的敏捷性.

## 2.2 顺势而为 培养实验思维的灵活性

实验思维的灵活性指物理实验过程中思维活动的智力灵活程度,它往往具有以下特点:

(1) 视角灵活,从不同方向和角度找到问题解决的方案;

(2) 过程灵活,能运用分析和综合的方法巧妙进行分析和思考;

(3) 手段多元,具有较强的概括迁移能力,并且善于组合,伸缩范围大;

(4) 结果往往开放,不拘泥于一种形式或结果,丰富多彩,具有多种可能性.

具体物理实验过程中的体现如下:

(1) 灵活地运用所学的科学概念和规律,针对

某一问题,提出多个实验原理,设计出多种方案.

(2) 巧妙运用分析、综合、抽象、概括、判断、推理等方法解决实验中的问题;

(3) 灵活处理实验结果,善于从不同角度分析实验误差.

### 实验 2: 验证大气压的存在

在学习大气压时,常见的演示实验是向一次性纸杯里倒满水,如图 2(a) 所示,将硬纸板盖在纸杯上用手按住,将纸杯转动  $180^\circ$ ,让纸杯口竖直朝下,观察松手后的现象.纸片和水都没有掉落,此现象说明了大气压的存在,但实际教学中,我们发现部分学生会认为纸片和水不掉落的原因是水与纸片之间有水,是水将纸片“粘”住了,这部分学生对大气压起了决定作用不是很信服,因此心里一直表示怀疑.

师:为了消除此疑惑,能否设计实验来证明呢?你设计的思路是什么?

生甲:将纸杯和纸片整个演示装置放到一个大的容器中进行抽气,观察纸片是否掉落.

师:思路是正确的,但运用抽气机进行实验比较麻烦,实验成本比较高.能否按照此思路设计一个器材和操作均很简单的方案呢?

生乙:将此实验进行改进,改用小瓶子和乒乓球进行实验,将整个实验装置再放入一个密闭的大玻璃瓶中,如图 2(b) 所示,通过吸管吸气,我们也会发现乒乓球掉落了,从而验证了大气压的存在.



(a) 验证大气压实验示意图 (b) 验证大气压存在改进实验

图 2 验证大气压存在实验

**评析:**此实验的改进充分体现了学生的实验思维的灵活性,针对实验存在的问题和疑问,结合有效的思路,积极思考策略,巧妙地设计方案解决了问题.实际教学中,教师要善于利用探究时空,拨开思

维的“迷雾”，顺势而为，跨过一个又一个思维的制高点，久而久之，学生思维灵活性的培养水到渠成。

### 2.3 盘根究底 培养实验思维的深刻性

实验思维的深刻性是指思维活动的抽象程度和逻辑水平，涉及到思维活动的广度、深度和难度3个方面。它是以感性材料为基础，通过思维进行去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里，抓住事物的本质与内在联系，进而认识到事物的特征和规律。主要特征是善于概括归类，具有较强的逻辑抽象性，对认识活动具有系统性，能预见事物的发展进程。具体表现如下：

(1) 实验设计能运用所学的科学概念和科学规律，针对研究的问题，提出和阐述实验原理，设计出合理的实验方案；

(2) 实验过程中，能够对实验中所观察的现象和所测的数据进行正确的分析、抽象、概括、判断、推理等；

(3) 对实验现象、数据和结论养成用科学概念和规律逻辑性的归纳、联想、解释，以及善于运用数学辅助推理的习惯，正确处理实验结果，能进行初步的误差分析。

#### 实验3：探究液体压强大小的影响因素

学习液体压强时，许多学生对“液体压强大小与液体重力无关”无法理解或理解比较困难，有部分教师提供液体压强公式让学生进行机械记忆学习，液体压强公式中没有出现液体重力，因此，液体压强大小与液体重力大小无关，事实上学生并没有真正理解其本质。教材中也未提供相关实验进行分析，导致变成教学中的一个难点。

师：实验是物理学习的基本方法和手段，我们能否通过实验来进行验证呢？我提供的器材有1个漏斗、1个橡皮管、1个气球、适量的水。请你们思考，设计实验方案。

生：可以设计下列实验进行突破，如图3所示，将橡胶管的一端与漏斗的下口相连，橡皮管的另一端与气球连接起来，往漏斗中倒入水，我们会发现气球充入水后由于水的压强气球会慢慢鼓起。此时，不再加水，仅将漏斗位置提高（气球位置不动），我们又

会发现气球的体积逐渐变大，漏斗上升到一定高度时，气球会被水压破。

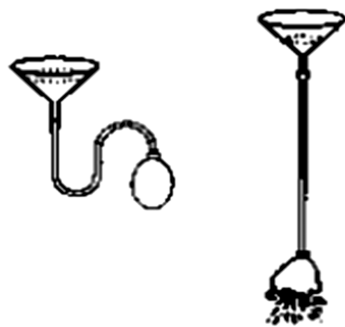


图3 探究液体压强实验示意图

评析：该实验不仅演示了液体压强与深度有关的规律，深度越深，压强越大，同时由于实验中保持了水量不变，水的压强大小照样能发生改变，解决了学生将液体所受的重力误认为是液体压强的影响因素的疑问，学生对液体压强的影响因素的理解更加深刻，思维的深刻性也得到了提升。

### 2.4 创新设计 培养实验思维的独特性

实验思维的独特性即思维活动的创造性。独特性注重于源于主体对知识经验或思维材料高度概括后集中而系统的迁移，进行新颖的组合分析，找出新异的层次和交结点。具体表现为：能够根据问题需要，独立设计方案、选择器材、获取数据、分析实验结果并得出结论；善于提出独特、新颖的实验方案和方法，对实验结果有独到的见解；能独立完成一定难度的探索性实验，并根据现有器材和设备改进原有的实验；在科技活动中，能够设计出具有一定特色的科技作品。

#### 实验4：电磁感应

在学习电磁感应时，教材提供的器材比较多，由于电磁感应的方向与多个因素有关，实验过程中必须控制变量，操作较为繁琐。学生运用发光二极管和线圈，制作出如图4所示的演示装置。不用电流计来判断电路中是否产生感应电流，选取两个发光颜色不同的发光二极管来代替电流计，为电路连接简洁、操作方便，将两个二极管反向并联后接到线路中，再在干路中连入线圈，整个电路构成闭合通路；当在线圈的上方插入磁棒，由于相对运动，线圈就会向上或向下切割磁感线运动，此时总会有一个二极管发光、

一个二极管不发光的现象产生,这就表明在通路中有电流通过,同时说明,切割磁感线方向不同时,产生的感应电流方向也不同。

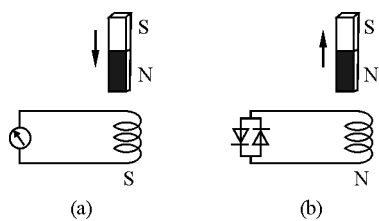


图4 电磁感应实验示意图

**评析:**这是电磁感应实验的创新设计,将观察电流计指针的偏转改进为观察发光二极管的亮灭来判断感应电流的产生,现象更明显,直观性更强,操作更简单,学生也易于理解和掌握电磁感应.另外一方面,将发光二极管应用到实验中,学以致用,将科技元素与物理实验巧妙融合,充分体现了学生实验思维的独特性。

## 2.5 大胆质疑 培养实验思维的批判性

实验思维的批判性,也叫做批判性思维,是指物理实验的思维活动中善于严格地估计思维材料和精密地检查思维过程的智力品质.思维的批判性品质有以下5个特点:

(1) 分析性.在思维过程中不断地分析问题所依据的条件和反复验证已经拟定的假设、计划和方案。

(2) 策略性.针对思维主题,根据自己原有的思维水平和知识经验寻找相应策略或问题解决的手段。

(3) 全面性.善于客观分析考虑正反两方面论据,关注思维主题的进展,根据正确计划进行错误方案的修改和完善。

(4) 独立性.不为情景性的暗示所左右,不人云亦云,盲从附和。

(5) 正确性.思维过程严密,条理清楚,思维结果正确。

具体表现如下:

(1) 善于对实验的可靠性作出正确评估,从不同的实验方案中选择一种恰当的可行的方案;

(2) 及时解决实验中的问题,及时检查、评价、调节实验过程,从而修改实验方案,使实验顺利

进行;

(3) 理解实验的相对性,注意在实验的全过程中保持质疑心理,重视实验各阶段的反思和总结。

思维的批判性品质是思维过程中自我意识作用的结果。

## 实验5:平面镜成像

该实验中,运用实验器材多,操作的步骤也比较复杂,不仅要观察实验现象,而且必须记录相关数据,并对数据进行分析比较后得出平面镜成像的规律.可以从以下几个方面改进:

(1) 用方格纸或棋盘铺在桌面上,再将平面镜立放于棋盘中轴线上;

(2) 将一张白纸对折再展开铺平,在折痕处立放玻璃板,实验时在对应的位置分别给物和像标上记号,实验结束后将白纸沿镜子所在直线对折,观察对应的记号是否重合;

(3) 用茶色玻璃板代替无色透明玻璃板,或者在透明玻璃板一侧粘贴透明薄膜,减少透光;

(4) 用两个相同的透明小药瓶,其中一只内装上一个LED小灯珠代替蜡烛。

**评析:**首先通过运用棋盘可以直接地观察到物和像到镜子距离相等,并且连线与镜面垂直的特点;运用白纸做记号的方法将用数学知识解决物理问题,提高学生的学科综合能力,激发学生思维.其次,实验记录用的白纸学生在课后还可以重复进行观察分析,有利于实验结论的反复论证;茶色玻璃减少透光性,成像更清晰;最后,用LED灯珠代替蜡烛,排除烛焰易受气流影响不稳定的缺点,还增加了安全性。

## 3 结束语

思维的培养是新时代下学科育人的关键目标,物理实验思维能力的品质(深刻性、灵活性、批判性、敏捷性和独特性)是学生在物理实验思维活动中智力特征的表现,它们之间是相互联系、密不可分的;在实验教学中,我们只要从培养学生实验思维能力的品质的角度去组织教学,努力探索,相信学生核心素养的提升一定会指日可待,学科育人的目标真正会落地生根。