

刨根问底，学会“悟”理

——浅议大气压强教学中“覆杯实验”对学生科学论证能力的培养

上海市长桥中学 朱侠

摘要：文章就大气压强中的“覆杯实验”进行思考并将基于证据的科学论证引入物理教学中，同时提出：科学论证证据要充分全面和明晰，科学论证逻辑表述要清晰完整、科学论证过程中要有质疑的精神。

关键字：科学论证、证据充分、逻辑表述清晰完整、质疑精神

近年来，在双新背景下初中物理学业水平考试中，关于情景信息分析的考题较往年有着较大的变化。其不再简单直接的考查书本原有概念和规律，而是把物理知识与技能放在联系社会和生活实际的新背景下考查学生，并将“说明理由、解释原因、寻找方法”等作为考题的关键词。这类题型主要体现的是学生科学思维的核心素养，其中科学论证能力更是它的重要考查点。学生遇到这类情景题总是感觉心里没底，时常出现明明自己知道答题的方向，但写上自己认为“理所当然”的答案后却总出现“会而不对，对而不全”的情况。这体现出很多学生在科学论证证据的充分性和逻辑表述的完整性上都是有所欠缺的。

科学论证是针对自然科学领域内容展开论证的过程，是思维过程的核心。国内外学者普遍认为科学论证是参与者面对不确定的科学内容时，以科学知识为核心媒介，根据个人收集的数据、资料等证据，经过提出证据、解释等来建构个人主张，去反驳他人或维护自己主张，进而解决未知科学问题的一种社会性实践活动。^[1]

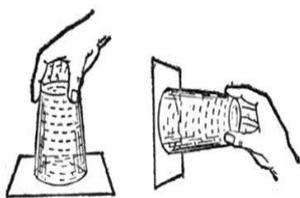
《普通高中物理课程标准（2017年版）》在基本理念中指出：“注重体现物理学科本质，培养学生物理核心素养，‘科学思维’是物理学科核心素养的重要组成部分，‘科学论证’是‘科学思维’的要素之一。”^[2]

我国新修订的《义务教育物理课程标准（2022年版）》（以下简称“新课标”）将科学论证作为科学思维的基本要素，将证据作为科学探究的主要内容，将敢于提出并坚持基于证据的个人见解作为重要的科学态度纳入到物理学科核心素养之中。强调实验探究中证据的重要性，要求教师基于证据引导学生分析论证，得出结论，培养学生分析论证的能力^[3]。

新课标明确要求教师需将基于证据的科学论证引入物理教学中，引导学生开展基于证据的论证活动，以提高学生的科学论证能力，发展学生的科学思维。笔者以沪教版九年级物理第六章第6节大气压强中的“覆杯实验”探究活动为例，通过基于证据的科学论证活动，引导学生“刨根问底”得出结论并在领悟中建构物理概念。

一、科学论证证据要充分全面和明晰

“覆杯实验”是大气压强中比较经典的演示实验（如图1）。具有取材方便、操作简单、现象明显等特点，通常的做法是在杯子中注满水，用塑料薄片盖住杯口，将杯子倒过来观察到纸片没有掉落。在教师的引导下得出结论，是大气压强“托”住了纸片，进而得出大气压强的存在。然后改变杯子的方向，从而得到大气压强在各个方向都存在的结论。



覆杯实验

图 1

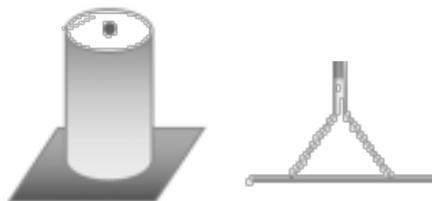


图 2

上述实验教学从现象到收集证据到得到结论似乎都很流畅,但部分学生观察了“覆杯”实验后,会认为塑料片不掉落是由于其被水“粘”住了,如不给出充分的证明必然会削弱实验的说服力。而且实验结论“大气对各个方向都有压强”也是包括向下这个方向的,光靠转动杯子的朝向很难解释这一点。显然此处科学论证的证据是不够充分的,针对上述问题可将实验改进如下:

“覆杯实验”改进:将水杯底部开一小孔或直接改用空心玻璃管、倒置的漏斗等(如图2),用橡皮塞(橡皮帽)将孔洞堵住,演示时第一步仿照传统的做法,可以看到杯内的水和下端的塑料片不掉落。第二步将橡皮塞(橡皮帽)拔出,可以观察到水和塑料片即刻掉落,通过这样的处理,即说明了小孔上端受到向下的大气压强的作用,也证明了不是水“粘”住了塑料片。

科学论证中所谓的证据其实是材料、数据和理由的总称^[1],而物理实验教学中科学论证证据就是要尽可能的充分全面和明晰。若实验演示没有充分的科学论证依据,就匆匆给出一个结论,只会让学生养成死记硬背的习惯。因此在改进实验中,教师引导学生“刨根问底”,找到支持大气对向下也有压强的证据,并证伪水“粘”住塑料片使其不下落的观点,带领学生在细致分析证据的过程中进行充分严谨的科学论证。这一过程不仅有助于提升学生思维的缜密性,使其今后解答情景题找证据时尽可能充分和完整,而且有利于学生良好思维习惯的形成,若遇到类似的问题(例如:八年级第二学期第五章热与能第一节温度温标第三课时分子热运动,红墨水滴清水中实验,红墨水散开能否充分说明分子在永不停息地做无规则的运动),学生也能进行深入探究,寻找充分的证据进行证明或证伪,从而慢慢走上“悟”理之路。

二、科学论证逻辑表述要清晰完整

“覆杯实验”结束后教师通常都会请学生解释原因为什么塑料片没有掉下来,但一些学生往往只关注了这场“魔术”的现象,并没有深入思考。因此如果不做引导,很多情况下这部分学生的回答都会非常的简单。例如:“因为有大气压强”或者“是大气压强把塑料片顶住的”等等。这些学生认为的理所应当的答案肯定都是不完整和不规范的,显然很多学生在科学论证时,并没有理清逻辑链,想到什么就脱口而出,所以常出现这种“没头没尾”的答案。

因此为了帮助学生理清从证据到观点的逻辑表述,笔者结合我校推广的教学案,将实验解释落在了笔头上,并为学生建立支架,进阶式的引导学生学会完整的科学论证逻辑表述。

例如：

- 1、覆杯实验解释：**杯中未装水时**：杯中_____向下的气压，塑料片下方_____向上的大气压强（选填“有”或“几乎没有”），杯内外气压相等相互_____，塑料片由于自身_____，所以掉落。
- 杯子中装满水时**：杯中_____，塑料片下方_____，所以大气对塑料片有向上的压力，且大气对塑料片向上的压力_____杯内水对塑料片向下的压力和塑料片自身重力的总和，所以塑料片没有掉落。

教师可将“覆杯实验”原因的解释作为一个样板，让学生参照并慢慢学会逻辑链完整的表述，从而进阶到后续证明大气压强存在实验的解释：

- 2、大试管吸小试管实验解释：**大试管中未装水时**：大小试管间_____，小试管下端_____，内外气压相互_____，所以_____
- 大试管中装有水时**：大小试管间_____，小试管下端_____，所以_____
- 3、瓶吞鸡蛋实验解释：瓶内棉花燃烧_____
- 4、解释马德堡半球难以拉开的原因：_____

真正的科学论证绝不是简单地罗列证据、提出论点。教师需要引导学生将问题的“证据、推理和观点”缜密有序的串联起来，形成完整的逻辑链。并通过长期在课堂中“刨根问底”，培养学生任何结论都要找到证据的习惯，并规范学生理由的表述，才能让学生慢慢领悟科学论证的完整过程，从而在解题时避免那些“没头没尾”的答案出现。

三、科学论证过程中要有质疑的精神

质疑精神和批判性思维是以一种合理、反思、心灵开放的方式进行思考，从而能够清晰地表达、逻辑严谨地推理、合理地论证，以及培养思辨精神^[4]。

“覆杯实验”因为操作简便，有时教师也会在课堂中让学生亲自动手尝试。虽然学生会严格按照要求来做，但难免会有空气进入到瓶中形成气泡。如果不做说明，大部分学生都会忽略这小小的“操作失误”，并全盘接受书本上的实验结论。但此时教师可以引导学生去质疑：杯子中水没有灌满有空气进入，为什么塑料片也没有掉下来呢？

因为教材中没有涉及密闭空间“气压”的概念，按理学生此时并不清楚“气压”是什么，所以很多学生会认为杯子内也会存在和外界一样的大气压强，从而产生质疑为什么内外大气压

没有抵消,形成水和塑料片掉落的场景呢?此时教师便可抓住学生的求知欲和兴趣,引入“气压”的概念。因为所有验证大气压强存在的实验和真实的生活情景中,真空环境几乎不能达到,因此“气压”的概念引入是必不可少的,而且对于学生正确解释生活中大气压强的现象也具有引导作用。当学生能“悟”出身边真实存在的实验现象的原因,相信以后遇到类似情景的科学论证自然也能得心应手。

在物理实验教学中,死记硬背结论一定是不可取的,教师应该鼓励学生进行质疑探究,鼓励学生提出不同的观点,并且帮助学生一起设计研究创新实验进行深入探究、寻找答案,进行证明或证伪,从而更好的培养学生的“悟”理逻辑。

要想培养学生的科学论证能力,需要教师通过严谨缜密的教学设计确保科学论证证据的充分性,并理清学生的逻辑表述,最后力图从科学论证向质疑创新飞跃。让课堂少些“墨守成规,死记硬背”,多点“质疑批判,思辨创新”。少些“理所应当,不求甚解”,多点“刨根问底,悟中学理”。这样学生才能思维有缜密逻辑,结论有充分依据,进而解决学生在生活情景信息分析问题中遇到的困难,使学生的科学论证能力得到切实发展。

参考文献:

- [1]陈颖,郭玉英.高中物理科学论证能力表现评价框架的构建[J].中学物理教学参考.2017.46(21):12-15.
- [2]中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018.
- [3]中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [4]沈伟云.基于科学思维培养的初中物理教学策略[J].物理教师,2018(10):47.