

论主体间性视阈下动量守恒定律课程目标的达成*

严 涵

(南通大学附属中学 江苏 南通 226019)

(收稿日期:2022-04-30)

摘 要:合理引导,适度提示,为的是尽可能减少教师的强势影响。“最小助力”其实也是要把教师的知识权重,在学生主体间的探究过程中进行量度稀释,从而保证学生主体性的完整发展。

关键词:主体间性 科学素养 小组合作 动量守恒定律

“格物穷理”是物理一词的由来,这说明作为探索自然规律的物理学,它的生存与发展离不开对自然事物的观察与探究。只有追寻事物的普遍规律,才可能归纳得出隐藏在纷繁复杂事件中的科学真理。物理实验作为“格物穷理”的必然过程,成为了当前培养学生科学素养的必要措施。在实验探究的过程中,学生观察,操作和思维相互影响的活动过程,正契合了核心素养中:问题解决、探究能力、批判性思维等的“认知性素养”和自我管理、组织能力、人际交往等“非认知性素养”的形成过程。

如今高中物理由于知识体系的严谨性,系统性,使学生的实验探究过程变得非常少,而且就在为数不多的实验探究中,又多以验证性实验为主,甚至以探究为目的实验,如选修3-5“探究碰撞中的不变量”的实验课,学生也因为在知晓碰撞前后系统动量守恒这一规律后,对实验中产生的误差视而不见,使得实验过程没有任何探究可言,也使实验过程失去了提升学生科学素养的意义。其实教师只要把实验探究的过程,真正地让学生去做,去完成,那么结果就可能是另一番景象。下面结合对“动量守恒定律”一章的主体间性视阈下的课程实践过程进行分析,以期引发我们的教学思考。

1 提出研究课题 分组设计探究方案

该过程通过对课题的集体思考,让学生说说生活中的碰撞现象,理清碰撞现象的特点,同时提醒学

生利用课余时间,通过多种途径(书本、网络、老师等)查询有关碰撞过程中的物理规律,明确探究目的,分组提出实验设计方案。这样设计的目的,是通过在课题的引入中,不加以结果性的结论规定,让学生自主选择,自由思考,激发学生主动探究问题的积极性。同时在探究方法进行多元化、开放式的引导,改变传统千篇一律的探究方式。在实际过程中,班级学生分小组进行了实验设计,虽然绝大多数小组都采用了现成的实验设计方案,但是他们也把传统方案结合自己的想法进行了再设计。例如:如何提供碰撞小车的初速度,有的同学认为直接手推,有的小组为了使每一次的碰撞速度都保持一样,提出用弹簧做触发装置(图1)。

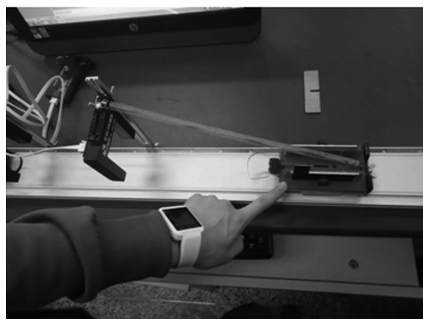


图1 弹簧做的触发装置

有的小组提出从斜面同一高度出发(图2)等等,虽然这样的设计并不是该实验探究的核心,但是这确是学生自身主体认知的自发过程。对于这些变化,教师要静心观察他们的探究过程和思维变化,不要强加干涉,以保护学生的自我意识。

* 江苏省“十三五”规划课题“主体间性视域下的物理课堂文化的建构策略研究”研究成果,项目编号:R-b/2013/08

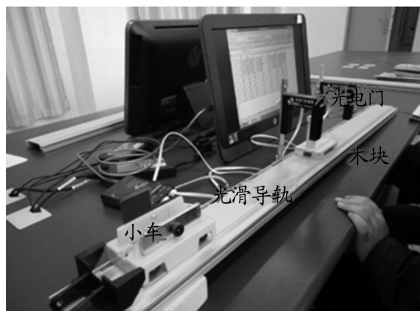


图2 从斜面的同一高度出发



图3 加装光电门

2 优化探究方案 实施探究实验 构建各向异性的民主环境基础

该过程中,每一小组提供设计方案,教师了解、分析方案中学生的设计思想,通过最简单的结构性优化,在不改变学生主体设计思想的前提下,以最小助力帮助学生们实现实验探究,并指导学生合理进行实验数据观察和记录。

学生的实验设计基本呈现既有方法加自主个性的复合型方案,这符合实验设计传承与发展的特点,但是学生在对传统方案的调整中,难免会出现设计方案的复杂化,错误化。如果任由相应小组直接实施探究过程,就容易引起各个小组在探究过程中的差距。注意这里提及的是差距,不是差异。比如一个小组在设计方案过程中想直接探究两只台球的碰撞过程,对于碰撞过程中的速度测量,希望老师提供速度传感器(实际实验室并没有)或者位移传感器(实验室有但是无法达成实验设计要求)。如果让该组学生尝试位移传感器,有可能出现实验目的无法达成,而另起炉灶耽搁时间的情况。还有一个小组,利用平抛实验装置探究,虽然方案是现成的,但是学生在速度的探测中过程复杂,老师可以提示装置加装光电门,以期加快数据获取(图3)。在这过程中,老师要合理引导,适度提示,为的是尽可能减少老师的强势影响。“最小助力”其实也是要把老师的知识权重,在学生主体间的探究过程中进行量度稀释,从而保证学生主体性的完整发展。同时通过老师对各小组实验设计的分析,基本可以确定学生实验探究过程中可能发生的问题,为最终实验探究总结做好准备。

3 依据实验数据进行合理分析 寻找规律并相互交流达成探究目标的一致

该阶段以小组实验数据结果为讨论依据,以理论分析为方法,通过纸笔推演,结合已有知识体系,每个小组进行规律寻找。在该过程中,学生可以通过多种途径,手段进行组内探究,其过程中老师仍然需要以最小助力参与其中,目的是在不干扰学生主体间思维碰撞的同时,及时掌握各小组的探究思想和理论动态,使得教师、学生、知识、实验、数据等多主体间的关系达到一种民主的平衡。

可以看出,从开始的实验设计,实验操作,到观察实验,数据记录,学生已经在小组合作过程中实现了对最初课题内容的认知同化,培养了可以相互对话、交流的民主环境场。正因为这样的民主同化场的出现,使得各主体间可以用相等的话语权进行对话。通过民主对话,使各个小组,每一个成员都发现彼此的长短。

对知识、规律的探究从被动接受,到主动探究,培养了学生互助提升的科学研究素养。例如学生在分析实验过程中碰撞前后的系统总动量为什么不相等时,从碰撞前后数据虽然不等但是非常接近的特点,猜想出碰撞过程中系统总动量应该是守恒的;通过分析碰撞过程中,系统中各个物体的动量为什么会相互转变,推导出动量定理;通过分析总结数据的不等性,讨论影响动量守恒的因素有哪些等等。其实这些内容以及它们的关联性是教材已经安排好的,但是通过学生自主对实验过程和结果的分析,自发地进行了科学探究,这样不但使得知识得以被掌握,也使学生理解实验是自然规律探究的必然过程。

4 实验探究再改进 实验目的再明确 误差分析再精细

在第三阶段的集体讨论中,各小组通过全部小组的知识构建,重新审视自己小组的实验规律探究过程.有问题的进行修正,有优势的进行再细化.同时各小组从一般规律的普遍寻找,到对误差产生的原因分析,分析理论与现实的关联性,从而进一步修正实验手段,降低实验误差,理解规律对实验过程的指导意义.

在这一阶段,各小组其实已经理解动量、冲量、动量定理和动量守恒定律,但是对于动量守恒定律的适用条件,其实还是没有形成完整的表述形式.通过实验寻找规律,是实验探究的第一步.而在寻找到规律后,对实验过程中误差产生原因的分析,是非常关键的第二步.这一步,可以更加坚定所寻找到的科学规律的正确性与指导性.通过对实验误差产生原因的思考,是反向理解物理规律正确性的又一途径.

例如在学生通过集体讨论得出动量定理和动量守恒定律后,学生首先确信:碰撞过程中系统动量应该是守恒的,然后分析实验数据的不等关系后发现,应该是摩擦力对动量的影响导致了数据的不等.也就激发了学生想通过减小摩擦力的影响,使得实验数据更加接近动量的守恒规律.因此有的小组从改变实验平台入手,将铝制光滑轨道,换成气垫导轨进行实验(图4),最终通过两组不同平台的实验数据比较(表1和表2),发现由于气垫导轨的摩擦影响非常小,系统碰撞过程中的动量基本守恒.从实验的改进中,学生认识到了系统动量守恒的条件,就是系统受到的外力矢量和为零.

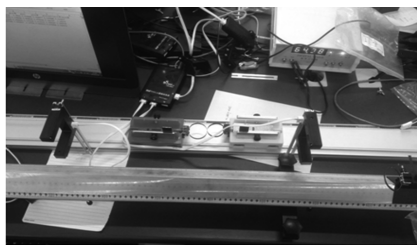


图4 气垫导轨实验平台

表1 铝制导轨平台碰撞实验数据

序号	m_1 / kg	m_2 / kg	$v_1 / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_2 / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_{1\text{末}} / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_{2\text{末}} / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_1 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_{1\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_2 v_2 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_2 v_{2\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_1 + m_2 v_2 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_{1\text{末}} + m_2 v_{2\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$
1	0.110	0.110	0.583	0.567	0.493	0.496	0.064 1	0.054 2	0.062 4	0.054 6	0.126 5	0.108 8
2	0.159	0.159	0.514	0.479	0.422	0.411	0.081 7	0.067 1	0.076 2	0.065 3	0.157 9	0.132 4
3	0.208	0.208	0.491	0.445	0.358	0.340	0.102 1	0.074 5	0.092 6	0.070 7	0.194 7	0.145 2
4	0.256	0.256	0.524	0.529	0.443	0.380	0.134 1	0.113 4	0.135 4	0.097 3	0.269 6	0.210 7

表2 气垫导轨平台碰撞实验数据

序号	m_1 / kg	m_2 / kg	$v_1 / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_2 / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_{1\text{末}} / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$v_{2\text{末}} / (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_1 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_{1\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_2 v_2 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_2 v_{2\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_1 + m_2 v_2 / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$m_1 v_{1\text{末}} + m_2 v_{2\text{末}} / (\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$
1	0.260	0.165	0.354	0.211	0.210	0.394	0.092 0	0.054 6	0.034 8	0.064 9	0.126 8	0.119 5
2	0.260	0.217	0.435	0.316	0.406	0.361	0.113 2	0.105 5	0.068 6	0.078 3	0.181 8	0.183 8
3	0.260	0.260	0.427	0.528	0.594	0.432	0.111 1	0.154 5	0.137 2	0.112 2	0.248 3	0.256 7
4	0.165	0.260	0.226	0.529	0.402	0.382	0.037 4	0.049 9	0.137 5	0.099 2	0.174 9	0.165 6

5 集体汇报 教师与学生互动分析 各主体间达成探究目标

在经历了前4个阶段的螺旋上升式的探究过程基础上,各小组再次通过多种方式进行汇报.在汇报

过程中,学生的主体性得到充分的展现.当然作为教学重要一环的教师也在聆听汇报过程中,不断地展示自己的主体思想,这一次不是引领,也不是强迫式的教学,而是充分结合学生的探究结果,通过自己的专业素养对汇报过程中出现的问题进行及时地反馈,

真实情境下培育科学探究素养的教学设计

——以“向心力(第1课时)”为例

丁红明

(平湖市教师进修学校 浙江 嘉兴 314200)

(收稿日期:2022-04-26)

摘要:科学探究是基于观察和实验提出物理问题、形成猜想与假设、设计实验与制定方案,通过获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思.以“向心力(第1课时)”为例,将教学分解成3个任务,紧紧围绕科学探究的四大要素开展教学设计.

关键词:情境 科学探究 向心力 教学设计

新教材中向心力置于圆周运动之后,向心加速度之前,与旧教材在编排体系上有较大的差异,从力与运动的角度来看,有利于向心加速度教学.这节课重点是设计实验制定探究方案,归纳向心力与质量、角速度和轨道半径的关系,难点是向心力演示器的结构和工作原理.

破解学生认知困难,从而使探究规律得到固化,使探究广度与深度达到最大化.同时在该过程中,教师作为探究主体,可以适当展现自己的认知,这种认知不一定是规律的重复展现,可以是对一种方法规律的自我理解,也可以是对自然科学自我认知的展示,展示的内容不一定是准确的,但是应该具有一定的前瞻性和讨论性.

例如在汇报中,学生对于如何调整实验装置减小实验误差提出了很多的设计方案,实施过程也显得非常繁琐.针对方法与误差和实验探究规律的关系,笔者尝试提出了方法与误差对结论影响的关系式:设方法为 M 、误差为 E 、规律为 L 、时间为 T .那么可以针对学生的探究过程基本得出: $M \times E = \frac{L}{T}$,对于这个公式的理解:如果想要在一定时间内得出一定的规律($\frac{L}{T}$ 为一个定值),人类探究方法与实验误差的关系是呈反比的,也就是说如果探究方法越合理、越精确 M 值越大,实验误差 E 值就会越小.这样在寻求真理的过程中,我们就可以思考是不是一定要寻找到极其高精度的实验手段,来获得极其小的

控制变量法研究多变量问题是高中物理中的一种重要方法,初中及高中物理必修第一册虽有涉及,但学生还不够熟练.本实验中影响向心力大小的因素众多,需要学生回顾牛顿第二定律的探究经历,在教师的指导下设计实验探究方案.同时会采集相应的数据,分析和比较数据,并总结出规律,这是科学

实验误差呢?其实这就是一种方法论.还有就是关于时空关系,为什么动量守恒定律在自然规律的探究过程中应用范围如此之广,其实它是建立在牛顿第三定律和时间不变的基础之上,但是如果人类能到四维时空,时间可以拖后或者超越,那么相互作用过程中物体所受冲量就不会相等,也就有理由相信相信四维时空中,动量守恒定律可能就会发生变化.当然这些都是笔者在与学生探究过程中的自我思考,在这样的主体间性民主环境氛围中,学生与教师都在自己的知识基础上获得了新的发展,这就是教育应该呈现的一种较为理想的状态.

其实如果我们一线教师真正地以科学发展的眼光对待探究性实验,不跳跃,不超越,认真让学生成为实验探究的主体,扎实走好探究过程中的每一步,在学生间形成以主体间性哲学思想的探究氛围,思想碰撞的火花一定是可以燎原的.

参考文献

- 1 张晓冰. 主体间性视域下的物理课堂文化的建构[J]. 新课程研究(上旬), 2015(3): 101 ~ 103
- 2 保永亮. HPS教学模式在物理学史教学中的应用——以库仑定律为例[J]. 物理通报, 2021(3): 149 ~ 152