

基于发展科学思维的物理教学实践研究*

——以“自制密度计”教学为例

何 静

(北京大学附属中学 北京 100080)

(收稿日期:2023-03-15)

摘要:科学思维作为物理核心素养的4个基本组成方面之一,其重要性不言而喻.科学思维中模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新的培养已成为物理教学研究中的重要内容.以“自制密度计”教学为例,从创设情境、分析建构,类比迁移、实验探究、推理论证、总结归纳、迁移创新等多样化活动,培养学生科学思维.

关键词:真实情景;任务驱动;科学思维

随着《义务教育物理课程标准(2022年版)》的颁布,首次提出把促进学生“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等核心素养的养成和发展作为初中物理课程目标,这也对教师的教学方式提出了新要求.科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;是建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同信息、观点和结论进行质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造性见解的品格与能力.

本文以“自制密度计”这节课为例,探讨通过创设问题情境、制作密度计、开展科学探究、推理论证提高密度计测量精度的方法,总结归纳密度计制作和改进的全过程,迁移应用到把弹簧测力计改装成密度计等环节,力图在初中物理课堂教学中发展学生模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等科学思维.

1 教学思想与创新点

1.1 设计真实学习情境 激发高水平问题

从“为迁移而教”的观点来看,包括创新素养在内的整个核心素养的教学,都应该高度重视情境学习,将学生置于真正的情境中,基于现实世界的真实

任务进行学习,让他们把知识与真实的、现实的情境连接起来,有效解决真实任务.基于此,笔者尝试在教学的设计与实践中,选择鉴别两瓶标签模糊不清的体积分数为50%和75%的酒精这种学生熟悉的生活情境,让学生认识到物理就在身边,尝试用物理的视角去认识身边的事物.酒精消毒液是家庭、学校必备品,对于不同浓度酒精的应用,学生较为熟悉,但未从物理学科的角度去思考两种浓度不同的酒精其本质的不同是什么.如何鉴别呢?这样的真实情境,对学生的思维有很强的驱动性,可引发高水平思考.

1.2 亲身经历仪器的制作过程 发展科学思维能力

让学生重演仪器发明的过程,依据仪器的核心原理和技术需要,把仪器的结构部件逐步“构造”出来.这样的教学设计更符合学生的认知规律,利于发展学生的高阶思维.基于此,笔者尝试在教学设计与实践中,让学生经历制作简易密度计的全过程,不同的过程对培养学生高阶思维的侧重点也不同.在这个过程中设计一系列进阶式学习任务,引发学生深度思考.鼓励学生自主设计,引导学生思考细铁丝缠绕的形状是否对测量密度有影响从而建立圆柱体密度计模型.制作完成后,引导学生从温度计的刻度标定方法,迁移思考如何标定密度计的刻度.学生经历

* 海淀区教育科学“十三五”规划重点课题的研究成果,课题编号:HDGH20190044.

作者简介:何静(1986-),女,硕士,中学高级教师,研究方向为物理学科教学.

先实验探究,后理论分析,再根据实验现象进行科学推理,结合已有知识进行科学论证. 标定刻度后再使用密度计鉴别液体,在实际测量时发现还要考虑密度计的精确度. 学生再通过动手实验探究结合推理论证找到提高密度计精确度的方法,进一步改进密度计. 在课程的最后,从原理—刻度标定方法—提

高精度的分析方法,总结密度计的制作过程,这不仅是密度计的制作方法,更是大部分物理仪器的生产制造过程. 引导学生从个别到一般的提升,再进一步迁移应用. 提出新的进阶任务——如何使用弹簧测力计制作密度计,让学生不断体会创新的过程. 密度计制作流程如图1所示.

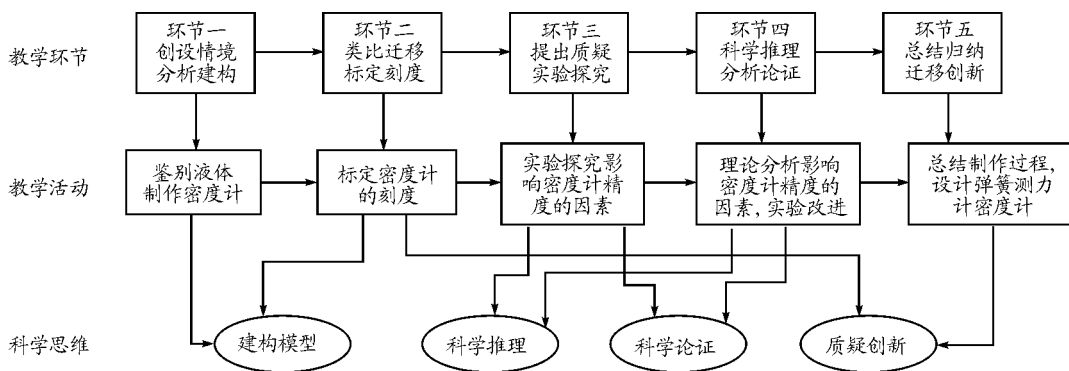


图1 密度计制作流程

2 教学目标

(1) 通过制作简易密度计比较 A、B 两种液体的密度,培养建模能力和综合分析问题的能力.

(2) 通过标定密度计的刻度,发展实验观察能力和科学推理思维能力.

(3) 通过探究提高密度计精度,提高学生的科学探究能力、科学推理和论证的能力.

(4) 通过进一步拓展密度计的制作,培养学生利用所学知识迁移创新的能力.

3 教学过程

环节一:创设情境、分析建构

教师活动:实物展示生活中常见的酒精含量不同的两种消毒液,一瓶为 50%,另一瓶为 75%,但是标签模糊不清.

提出问题:请学生们结合浮力知识思考如何鉴别这两种液体密度的大小.

学生活动:思考并讨论,提出鉴别的方法.

实验制作:取出材料包中的一根吸管和金属丝,制作一个简易金属丝密度计,并尝试辨别 A、B 两种液体密度的大小关系.

教师活动:展示几位学生做成的密度计,结合 PPT 图片展示,引导学生思考细铁丝缠绕的形状是

否对测量密度有影响从而建立密度计的“圆柱体”模型.

设计意图:学生通过制作的过程体会和加深对密度计原理的认识.从鉴别酒精过渡到分辨 A、B 两种液体密度大小,通过介绍“异形”密度计建立密度计的模型,把模型建构的过程通过如图 2 所示的方式显化出来,引导学生从形象思维过渡到抽象思维.培养模型建构能力.

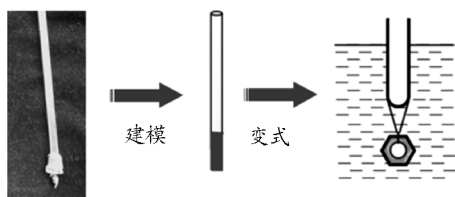


图2 建构密度计模型

环节二:类比迁移、标定刻度

教师活动:如图 3 所示,引导学生回顾温度计的刻度标定方法,总结这些把目标量转换成长度测量的刻度标定方法.先选定两个标准:冰水混合物为 0°C ,一个标准大气压下沸水的温度为 100°C ,把它们之间的长度 100 等分,标记上相应的刻度,然后再用已知温度来检验这种标记方法是否正确.提出问题:类比温度计的刻度标定方法,如何给密度计标记刻度?密度计上的刻度线具有什么特点?与温度计的刻度有什么不同?

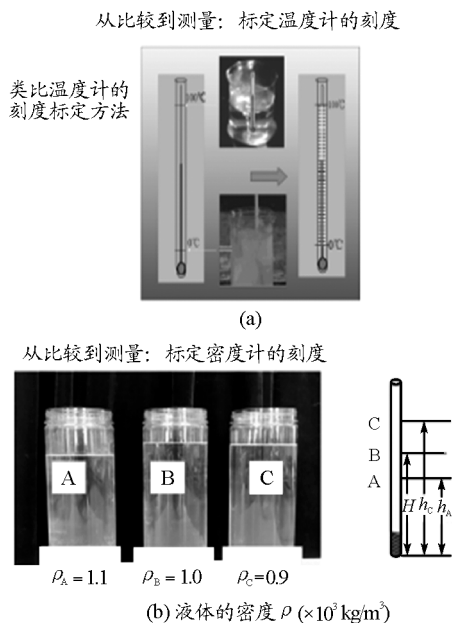


图3 密度计刻度标定方法

学生活动：小组讨论得出，可通过判断密度每变化相同的数值看密度计的间隔是否也相等来判断刻度是否均匀。

学生活动：实验桌上有标有密度值的3种液体，A(1.1 g/mL)、B(1.0 g/mL)、C(0.9 g/mL)，把自制的密度计分别放置在盛有A、B、C 3种液体的量筒中，直立漂浮后，分别测量出露出部分的长度并做标记，把相应的数据填写在数据表格中。观察发现虽然A、B和B、C之间密度差都为0.1 g/mL，但是在测量的密度计上标记的长度间隔却不相等。

设计意图：给仪器标定刻度是制造过程必不可少的环节，密度计刻度“上小下大、刻度不均匀和上疏下密”是学生理解的难点，学生通过实验观察到直观数据和现象，基于现象和数据通过科学推理说明密度计的刻度特点，并把刻度标定的原理和方法如图3所示显化出来，通过实验观察和科学推理相结合突破学生的认知障碍，发展基于模型分析和推理的能力。

环节三：提出质疑、实验探究

教师活动：请一位学生到讲台前使用自制的密度计来区分出这两种酒精，发现密度计在两种液体中露出部分基本相同，即自制的密度计难以辨别。请学生们结合定量计算讨论思考原因是什么？

学生活动：根据酒精密度的计算方法，可得出50%的酒精密度为 $\rho_1 = 0.90 \text{ g/mL}$ ，75%的酒精密

度为 $\rho_1 = 0.85 \text{ g/mL}$ ，由此可见这两种酒精密度差仅为0.05 g/mL，而自制的密度计的最小分度值为0.1 g/mL，也就是精确度不达标导致无法测量。

教师提出驱动型问题：如何提高密度计的精确度呢？想要提高密度计的精确度，就要找准哪些因素会影响密度计的精度，请学生们认真观察并提出猜想。

学生活动：学生结合密度计仅由金属丝和吸管组成，提出金属丝的质量和吸管的粗细会影响其精确度。通过分组实验探究，一些小组采用更换更细的吸管，发现酒精和水之间的刻线变长了，由此可以判定这种方法可以提高精确度。一些小组采用的是在不改变吸管粗细的情况下增加金属丝的质量，发现盐水和之间的刻线也变长了，由此可以判断这种方法也可以提高精确度。

设计意图：制造出来的密度计无法完成鉴定的任务，引发认知冲突，激发学生对制作的过程提出质疑，进一步引出提高精确度的进阶任务。提高精确度是较难的环节，采用先实验探究再推理论证的形式展开。在学生经历了探究精确度的影响因素的过程中进一步提高科学探究和推理的能力。

环节四：推理论证提高密度计精确度的方法

教师活动：以B、C的间隔 $0.11H$ 为例，如果想要使其对应的距离更长，则提高 H 的值即可。从密度计在不同的液体中始终是处于漂浮状态入手，通过受力分析可得： $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ ，进一步推理论证：

结合所建构的密度计“圆柱体”模型，可得

$$\rho_{\text{液}} g S H = m_{\text{物}} g$$

$$H = \frac{m_{\text{物}}}{\rho_{\text{液}} S}$$

由此可见，增加配重的质量或者减小柱体的横截面积都可以增大 H 的数值，结合这个关系可以进一步做出如图4所示的 $H - \rho$ 图像。

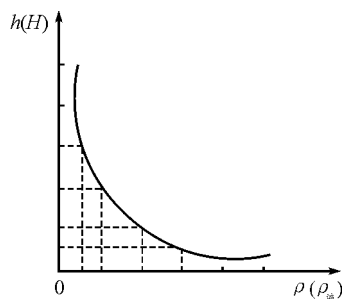


图4 浸入深度和液体密度关系

设计意图:通过理论论证增加质量和减小底面积是较难的部分,需要学生借助已经建立的“圆柱体”模型的基础上进一步推理论证得到,这个环节也正是想让学生经历了科学探究以后,能尝试进行的理论分析,实现实验和理论推导双重论证,进一步发展学生科学推理和论证的能力。

环节五:总结归纳、迁移创新

教师活动:请学生归纳总结金属丝密度计的原理、刻度标定方法和提高精确度的方法,提出课后拓展任务:使用一个铁块和弹簧测力计,思考如何把弹簧测力计改装成弹簧测力计密度计。

学生活动:迁移应用、讨论思考.从弹簧测力计改装成密度计的原理、刻度标定方法和提高精度的方法3个角度展开讨论。

设计意图:从原理—刻度标定方法—提高精度的分析方法,总结密度计的制作过程,这不仅是密度计的制作方法,更是我们大部分物理仪器的生产制造过程.引导学生从个别到一般的提升,再进一步应用.这个过程有意识地引导学生从金属丝密度计迁移到弹簧测力计密度计,培养学生的创新能力。

(上接第70页)

成,力学、声学、光学有了进一步的发展和完善,东汉王充的《论衡》首次记载了司南的形状、摩擦过的玳瑁能吸引轻小的物体、将“气”做为天地万物的本原.宋元明时期(公元960年—1644年),是中国古代物理学的第二个高峰,出现了一大批论述自然科学的名著,如《梦溪笔谈》《武经总要》《营造法式》《革象新书》《天工开物》等,这些著作中记述了大量的物理学内容和研究成果,这些成果在当时世界上都是领先的。

笔者所在项目组成员挖掘了很多与大学物理课程内容相关的中国古代物理学的成就,建立起相关的素材库,通过有机融入课堂教学,让学生了解我国古代辉煌的物理学和科技成就,树立民族自信心,增强学生复兴中华民族的使命感。

4 结束语

课题组对如何将课程思政融入大学物理教学进

4 总结与反思

学生物理科学思维能力的形成与发展,离不开教师教学中有意识的培养.教师作为教学活动的设计者,应首先确定本节课所要发展的科学思维的能力目标.本节课基于真实情景,根据能力目标设计多样化的教学活动,学生在进阶式任务的驱动下,完成由被动接受向主动学习的转变,发展了学生的模型建构能力、科学推理和论证的能力,更重要的是让学生经历了仪器制作和改进的全过程,培养了学生的质疑精神和创新精神,有利于落实学生学科核心素养的培养。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[S].北京:人民教育出版社,2022.
- [2] 师保国.核心素养的“教”与“评”——以创新素养为例[J].人民教育,2017(Z1):47-50.
- [3] 田成良,王新富.让学生重演物理仪器的发明过程——以“温度计”教学为例[J].物理教学,2019(10):44-45.

行了初步的理论和实践探索.相信在前期初步探索的指导下,我们一定能够通过课堂教学、课下答疑和竞赛辅导等各个环节,做到润物细无声地对学生进行课程思政,为培养合格的社会主义建设者和接班人,贡献大学物理教师的力量。

参考文献

- [1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程 开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-9(1).
- [2] 夏兆阳.大学物理教程[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [3] 白柳杨,赵严峰,张陆.应用型本科高校大学物理课程融入思政元素的探索与思考[J].教育现代化,2019(8):224-227.
- [4] 黄田浩,徐天宁,李春娜,等.物理课堂供土壤,优良文化正弘扬[J].教育现代化,2019(5):147-149.
- [5] 刘树勇,白欣.中国古代物理学史[M].北京:首都师范大学出版社,2011.