

基于现代信息和核心素养的物理实验教学设计

——以“单分子油膜法估测分子的大小”为例

李 喆

(上海市莘庄中学 上海 201199)

(收稿日期:2019-07-12)

摘要:物理教学离不开实验教学,本文基于物理学科核心素养,着重探讨教育信息化背景下“单分子油膜法估测分子的大小”一课的创新设计和教学实践,并指出设计意图和亮点之处,从而优化物理实验教学。

关键词:核心素养 实验教学 电子书包

物理学科核心素养的形成需要以具体的学科内容为载体,通过设计适切的教学过程,使学生在解决实际问题过程中不断积累知识、提高能力,最终转化为自身的核心素养。物理是一门以实验为基础的学科,信息技术与课堂教学的深度融合,为学科核心

素养的有效培养提供了技术支撑和实施路径。本文以上科版“单分子油膜法估测分子的大小”学生实验为例,进行了学科实验教学的深度融合与探索。

下面,作者分别从设计思想与背景、教育流程与设计意图、教学理念与反思等方面进行阐述。

学物理实验教学改革探索[J]. 教育现代化, 2017(33): 93 ~ 95

4 刘金环. 大学物理实验教学模式改革与建设研讨[J]. 大学物理实验, 2005, 18(1): 72 ~ 74

5 王庭槐. MOOC:席卷全球教育的大规模开放在线课程[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014

6 樊娟, 张国恒, 李小勇, 等. CDIO 工程教育模式在大学物

理设计性实验中的应用[J]. 物理实验, 2016, 36(2): 29 ~ 32

7 严非男, 陈俊, 童元伟, 等. 大众化教育形式下大学物理分层次因材施教的实践与探索[J]. 高教学刊, 2016(18): 45 ~ 46

8 李曦雯. 应用型大学物理实验学生成绩评定方法的改革[J]. 大学物理实验, 2017(1): 134 ~ 137

Exploration on Experiment Teaching Model of Applied Undergraduate Physics Based on Ability Training

Cao Xianying Qu Yang Guo Chunlai

(Harbin Institute of Petroleum, Harbin, Heilongjiang 150000)

Abstract: Through the analysis and discussion of the status quo of traditional university physics experiment teaching, this paper studies the teaching mode of the current university physics experiment course, which is based on the premise of experiment teaching itself. This paper builds a "modular" experimental course teaching model to improve the curriculum structure and provide targeted training for students to develop practical skills and innovative thinking to solve specific problems; And it adopts "heuristic", "problem" teaching methods and diversified evaluation criteria to differentiated teaching for students of different professions and different foundations and different backgrounds, thereby, the teaching quality and effectiveness of the university physics experiment course were improved.

Key words: university physics experiment; modular teaching mode; teaching reform; self-cultivation

1 设计思想与背景

上科版高一第六章A节“分子阿伏伽德罗常数”中包含分子动理论的基本内容:物质是由大量分子组成的,分子有一定的大小,本节课以“单分子油膜法估测分子的大小”这一学生实验为主要内容,鼓励学生主动探究、合作交流,通过教师创设的各种物理情境,引导学生有效形成科学问题,借助于电子书包平台实现知识的主动建构、能力的逐步提升.为此,笔者基于3方面的思考进行教学设计.

1.1 基于教材学情的启示

教材从本节开始进入对微观世界的研究领域,对于学生而言是一个全新知识领域中的基础内容,学生在之前已经学习宏观的机械运动,这是第一次接触微观世界的内容.在“用单分子油膜法估测分子的大小”学生实验中,学生要建立“单分子油膜层”的模型,学习间接测量、估算等科学方法,且此实验对操作细节的要求较高,是培养学生良好实验习惯的一次重要经历,从中亦可体会利用宏观测量方法来探测微观世界的精妙,为之后认识热现象的本质奠定基础.

1.2 基于核心素养的培养

2018年初,由教育部制定的《普通高中物理课程标准》出炉,物理学学科的核心素养包含“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4方面^[1].本节课是以演示显微镜下放大叶片为情景引入课题,通过介绍人类历史上对物质结构的思考,使学生明确物质是由大量分子组成的,建立初步的物质观念.通过“测量小西米的直径”的实际问题引导学生逐步建立物理模型,提高学生的科学思维能力,感悟可借助宏观现象估测微观分子大小.“科学探究”包括问题、证据、解释、交流与合作等要素,本实验设计思想巧妙,实际操作过程中会出现许多意想不到的问题,将实验技能的训练与科学探究的体验有机结合,增强学生创新意识和实践能力,引领学生认识科学的本质及科学·技术·社会·环境(STES)的关系,形成正确的科学世界观.

1.3 基于信息技术的支撑

美国教育技术CEO论坛第3度报告明确指出:“培养21世纪的能力素养,学校必须将数字化内容与学科课程相整合.”也就是说,信息技术与学科课

程相整合是方法,教育改革和创新人才的培养是我们要达到的目标^[2].在教育信息化的大背景下,闵行区持续推进《基于“电子书包”的数字化环境建设与学生学习方式变革研究》(以下简称“电子书包”项目).该平台以学生自主学习为导向,集学习活动与课程资源于一体,可以优化备课、上课、作业、辅导及评价等教学环节,通过教室无线网络覆盖及每人一台终端能够支持学生随时随地进行自主学习、合作学习和探究学习.课前基于电子书包平台发布预习作业,学生在班级讨论区提交方案,逐步形成建模思想,课堂中以微视频资源作为实验教学的学习载体,引导学生通过自主实验完成知识构建,并配合实验思考题加以讨论,巩固课堂教学内容,实现对课堂自主学习效果的实时把控.课后根据不同学力和兴趣延伸,发布不同难度的练习,适应学生进一步个性化学习的需求.

2 教学流程与设计意图

基于教材分析和学生核心素养的发展,笔者根据整合创新教材,创设科学探究情境,渗透信息化教学手段等方面完成本节课的整体设计.从学生学习和教师观摩反馈来看,基本达成教学目标.

2.1 课堂引入 反馈预习作业形成科学问题

教师借助电子书包平台布置课前预习作业——怎样测量一粒小西米的直径?

学生以小组讨论的形式,根据可观察的小西米、实验室的量筒、刻度尺、玻璃皿等(图1)进行讨论,并可在平台讨论区提交作业.

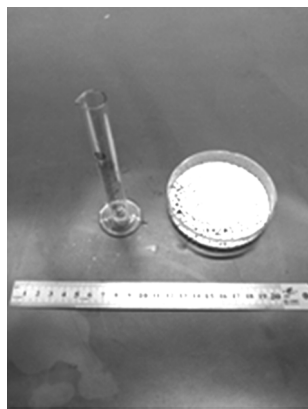


图1 测量一粒小西米的直径实验器材

电脑屏幕展现一片叶子放在显微镜下放大6倍,可以看到清晰的叶脉;继续放大,可以看到它是

由细胞组成的,继续放大到50 000 000倍时,可以看到组成叶片的分子结构.

师:其实,我们所见到的宏观物体几乎都是由分子、原子等微粒构成的.分子很小,我们通过什么方法来测出它的直径?

设计意图:借助学生身边熟悉的宏观物体进行课堂引入,容易引起学生的共鸣,激发直觉兴趣,进而形成科学问题,同时提供相应的实验器材让学生

的思考有物可依.

2.2 科学猜想 融入模型建构培养科学思维

师:分子非常小,肉眼无法观察,我们在预习作业中布置大家来研究一个稍微简单且类似的问题,怎么测量一粒小西米的直径?

学生小组的预习作业展示与交流,分析各种方法用于测量分子直径的适用性,如表1所示.

表1 测小西米直径的方法

小组	测小西米的方法	测量分子直径适用性讨论
A	直接用刻度尺测量单粒	测量单粒误差比较大,没有那么小的尺可以直接测量分子的大小
B	将几粒小西米排成一列,用一列的长度除以个数	实验室没有先进的仪器排列分子
C	利用量筒测量很多小西米的体积,总体积除以个数即为粒的体积,再根据球形公式计算直径	学生目前还不会计算分子的个数
D	将小西米铺成一层,用体积除以面积计算一层小西米的高度即为直径	测量分子的总体积和单分子层的面积,计算分子直径的大小,用宏观手段测量微观量,易测量,且无需知道分子个数,可行

师:测量分子直径的油膜法实验原理是利用油酸分子 $C_{17}H_{33}-COOH$ 中 $-COOH$ (羧基) 具有很强的亲水性,当把一滴用酒精稀释过的油酸滴在水面后,油酸在水面上散开,其中的酒精溶于水,并很快挥发,使得水面上形成一层纯油酸薄膜,即形成单分子油膜层,如果把分子视为球形,一个紧挨一个整齐排列,其厚度就可以认为是分子直径.所以测出一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 V ,再测出油膜的面积 S ,就可以估算出油酸分子的直径 $d = \frac{V}{S}$.

设计意图:以原始的物理问题“测小西米的直径大小”为切入点,根据所给实验器材,学生各小组进行预习作业的展示与交流,分析、讨论、评价各种方法用于测量分子直径的科学性、规范性、可行性.在

此过程中逐步形成“单分子油膜层”的理想化模型,突出“将油酸分子看做球形,认为油酸分子是一个紧挨一个的排列”的主要因素,又忽略“分子间隙”等次要因素,注重学生逻辑思维能力的培养.

2.3 实验探究 基于学生实验体会科学方法

教师利用多媒体教室的网络环境,向学生推送自制的实验微课视频.

学生借助 pad 里学生客户端下载视频后并开始做实验.6人一组,每小组有两套实验器材,小组成员分工合作实施实验,及时记录数据(数据记录在表2中),拍照上传油膜图形,并估算分子直径的大小,期间可以随时通过 pad 反复看实验操作步骤和操作技巧.

表2 测分子直径设计表格

项目	油酸酒精溶液浓度 c	0.1 mL 溶液的滴数 n	一滴纯油酸的体积 V/m^3	油膜面积 S/m^2	油酸分子直径 d/m
数值(单位)					

生:用 pad 拍照实验结果上传至电子书包平台.

师:通过教师客户端实时了解学生实验完成情况.

生:小组间交流与评价,给出一般分子直径的数量级 10^{-10} m.

设计意图:建构主义理论认为,一个人的知识只能通过自身的探索分析发现才能获得,不能被他人单纯地训练和吸收^[3].在物理教学中,实验是重要的教学内容与手段.教师录制的实验微课视频有引导和示范的作用,为学生分组的独立实验创造条件,为

培养学生的实验操作技能提供示范、奠定基础. 学生在实验活动中所经历的探究过程, 所领会的思想方法, 对激发学习兴趣, 掌握相关知识, 促进物理核心素养的发展起着至关重要的作用.

2.4 拓展延伸 交流实验反思关注科技发展

学生各组讨论微视频中提供的思考题:

(1) 用油膜法测定分子的直径时, 有哪些方面做出理想化处理?

(2) 实验中为什么用酒精对油酸进行稀释?

(3) 实验中痱子粉的作用且为何要待油酸薄膜稳定后计算油膜面积?

(4) 一般分子直径的数量级是 10^{-10} m, 与你的测量结果相比后, 谈谈你的实验体会?

教师结合最近的生物物理前言知识进行拓展延伸, 介绍世界最新的测量生物分子间距离的方法.

学生回顾学习本节课的收获, 体会估测法在物理学中的威力和应用.

教师布置有针对性的实验反馈练习.

设计意图:有效的交流是学生间相互学习的一条很好途径. 通过交流, 提高学生的语言组织能力和表达能力, 对实验过程和结果评估、反思的能力. 同时, 学生在实验中出现的問題也会因此暴露出来, 通过交流能加深理解. 物理前沿知识的普及也能帮助学生认识科学理性的思想、实事求是的态度、独立自由的精神, 形成对科学和技术应有的正确态度和责任感.

3 教学理念与反思

伽利略曾经说过, “科学的真理不应在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找, 应该在实验中和以实验为基础的理论中去找.”^[4] 因此物理实验课是高中物理教学的一种重要课型. 本节课注重以核心素养为导向, 从把握学科本质入手, 始终站在学生的角度设计各种活动, 帮助学生通过物理学的视角解决问题, 进而转识成智、迁化成能. 笔者基于课堂实践进一步反思高中物理实验教学.

3.1 妙用信息技术 巧设学习活动

从教学效果看, 值得反思的是: 本节课的实施得益于利用互联网电子书包平台. 课前, 教师通过平台发布预习讨论作业, 学生在班级群的讨论中形成初

步建模思想, 教师也可及时了解学生的预习情况; 课中, 学生可随时利用媒体终端设备自主观看微视频实验资源, 在自主学习过程与实际实验操作过程中, 生生之间、师生之间可随时互动交流疑惑, 直到问题解决和实验完成, 从而培养学生善于总结知识、反思学习过程等能力; 课后, 教师可根据课堂学生的掌握情况及时调整, 通过平台布置有针对性的实验反馈练习, 学生也可通过平台提出自己在实验中遇到的问题供班级同学共同思考, 使电子书包在有效促进师生之间、生生之间的小组交流, 有效支持学生的个性化学习, 有效支撑多元化课堂教学等方面发挥更大的作用. 在课前、课中、课后的整节课中, 学生的积极性和参与度都特别高, 体现出信息技术改变着传统物理实验教学方式, 拓展时空, 丰富学生的课前、课中、课后活动, 其中微视频作为重要载体, 在短时间内高质量地传递出精华内容, 引发学生的深度思考, 提高课堂学习效率.

3.2 熏陶物理文化 养成核心素养

爱因斯坦曾经说过: 在你离开学校后忘记了学到的一切, 最后剩下的就是教育. 随着时间的推移, 学生离开学校后他们所学的知识都慢慢逐渐遗忘, 真正持续发挥作用的是知识升华后所形成的从物理学视角认识自然和解决问题的方法、思想和观念^[5]. 这就要求教学更加聚焦学生主体, 尽可能通过实验等教学活动让他们重走知识形成过程中的关键几步, 在探索自然中发现问题, 在思考实践中建构知识, 在反思讨论中提升能力, 进而感受科学态度、物理文化的熏陶, 促进其核心素养的养成.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018. 1 ~ 2
- 2 肖思汉, W A Sandoval. 如何将科学探究的主体还给学生——基于课堂互动分析的经验研究[J]. 课程·教材·教法, 2014, 34(7): 48 ~ 54
- 3 邵瑞珍. 教育心理学[M]. 上海: 上海出版社, 1997. 47
- 4 孙龙周. 物理演示实验教学的功能、现状及创新路径[J]. 物理教学, 2018(12): 44 ~ 48
- 5 田望璇, 邢红军. 建构逻辑主线 彰显教学本质——以“电荷及其守恒定律”为例[J]. 中学物理教学参考, 2018(8): 10 ~ 12