

# 基于核心素养的初中物理学生实践作业设计与实施\*

——以实践作业“水瓶琴”为例

陈海涛 朱晓娟

(广州市真光中学金道学校 广东 广州 510370)

(收稿日期:2023-11-08)

**摘要:**《义务教育物理课程标准(2022年版)》凝练了物理课程核心素养,强化了物理课程的育人导向,新增了“跨学科实践”主题,培养学生综合实践能力.以“水瓶琴”为例,从实践作业的设计原则和实施策略进行分析,展示了核心素养导向下,以实践作业为载体,培养学生创新精神和实践能力.

**关键词:**核心素养;实践作业;水瓶琴

## 1 实践作业的内涵与价值

实践作业是根据课程标准,立足教材内容,精选初中物理教材中的“演示、实验探究、想想做做、动手动脑、STS、扩展性实验、科学世界”等内容,以项目引领,设计成调研、观察、制作、探究等实践性学习任务,呈现方式包括撰写小论文、小制作、小实验、科学微视频等.

作业是课堂教学的延伸和评价,实践作业是知识在真实情景中的理解应用,更强调“做中学”的理念,是一种具有学科特点的创新作业模式.区别于书面作业,实践作业趣味性强、选择性和开放性大,学生具有更大的主动性,评价要求也因人而异,更突出了因材施教,体现了新课标全面育人的宗旨<sup>[1]</sup>.

## 2 初中物理学生实践作业典型案例

“水瓶琴”是人教版初中物理第二章“声现象”第2节“声音的特性”课后“动手动脑学物理”实践作业(图1).敲击灌入不同高度水的水瓶,水瓶和水共同振动产生不同频率的声音,由此形成音调高低不同的声音,实质是一种类似打击乐器的自制乐器.水瓶琴是初中物理一道经典的实践作业,具有很强的趣味性、开放性、跨学科性,同时融入了核心素养

4个要素,即物理观念(音调、频率概念等)、科学思维(控制变量法等)、科学探究(音调与瓶中水量关系等)、科学态度与责任(学生完成实践作业不断改进的态度,同学间互助精神等).教师在设计和实施过程中,要充分考虑学生的实际情况,提前定好实践目标、设置分梯度的实践任务,引领学生完成探究,发展学生的核心素养<sup>[2]</sup>.

### 动手动脑学物理

1. 观察一件乐器.它是由什么振动发出声音的,又是怎样改变音调和响度的?
2. 某种昆虫靠翅的振动发声.如果这种昆虫的翅在2s内做了700次振动,频率是多少?人类能听到吗?
3. 生活中经常用“高”“低”来形容声音,如“女高音”“男低音”“引吭高歌”“低声细语”.这4个词语中的“高”“低”描述的各是声音的哪些特性?
4. 小小音乐会.

试着制作一件小乐器,在班里举行的小型音乐会上用自己制作的乐器进行演奏,看看谁的乐器有新意,谁演奏得好,说说你的乐器的物理原理.看看以下制作方案能否给你启发.

方案一:8个相同的玻璃瓶中灌入不同高度的水,仔细调节水的高度.敲击它们,就可以发出“1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, i”的声音来(图2.2-7).

方案二:在筷子上捆一些棉花或碎布,做一个活塞.用水蘸湿棉花后插入两端开口的塑料管或竹管中.用嘴吹管的上端,可以发出悦耳的哨音.上下推拉“活塞”,音调就会改变(图2.2-8).

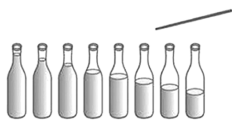


图2.2-7 水瓶琴



图2.2-8 音调可变的哨子

图1 “水瓶琴”实践作业

\* 广州市教育局2023年青少年科技教育项目“双减背景下基于STEM教育的学生创新小实验实践研究”,项目编号:KP市2023038.

## 2.1 学生实践作业设计原则

### (1) 科学适用原则

实践作业内容和呈现方式都应遵从科学性,应围绕核心素养的要求,注重内容的基础性,关注评价改革导向与全体学生的学习需求,不仅能科学准确地反映课程标准要求的物理学核心概念和基本规律,还应科学准确地融入科学研究方法、科学态度与责任等,培养学生的综合实践能力,提升学生的核心素养.实践作业设计上还应遵循初中阶段学生的认知规律,要注意层次性和渐进性,保证完成难度的循序渐进,引导学生利用已有的知识和经验,主动探究解决问题,既巩固基本物理概念和规律,又发展科学思维.同时教师通过“实践作业完成指引”和“优秀案例”加强示范引导,明确实践任务,降低门槛,让大多数学生都能做,乐意做,都有收获.

### (2) 简易便利原则

因为实践作业基本是居家或者在社区完成,没有专业的实验器材,也缺少教师及时指导,所以要给予学生充分的自主权,鼓励学生结合身边的实际情况,就地取材,积极利用家庭、社区资源,采用生活中的廉价材料、易得材料和废旧材料等低成本简易器材,创造性地完成实践作业.如“水瓶琴”实践作业,学生选择的水瓶就是丰富多样,有红酒杯、啤酒瓶、可乐瓶、玻璃水杯、瓷碗等(图2),但不管什么材料都能实现“水瓶琴”的基本功能,充分显示了学生非凡的想像力和科学变通的态度.

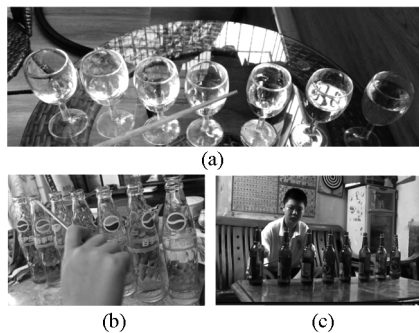


图2 各式“水瓶琴”

### (3) 自主开放原则

实践作业没有标准答案,学生具有很大的自主性和开放性.对于同一个实践作业,学生完成作业呈现形式可以多样化,如小论文、实验报告、科学微

视频、小制作等,不同的呈现方式有各自优势,学生可以结合自己的喜好和身边资源自由选择.如“水瓶琴”实践作业呈现方式主要是科学微视频(图3).对于同一个实践作业的理解,由于学生储备知识、能力、资源差异,完成情况可能有非常大差异.所以教师在评价上也要秉持开放性原则,以过程评价为主,用发展眼光激励学生,只要学生态度认真,思考了、动手了,就要鼓励.如果实践作业有一些创新创意想法,就要大力表扬和展示.



图3 水瓶琴科学微视频

## 2.2 学生实践作业实施策略

### (1) 任务引领,细化示范

**实施前:**提前建立班级物理实践作业QQ群,并在QQ群相册以日期和实践作业为主题提前建立群文件准备收集学生作品;在QQ群发布实践作业指引,明确实践目标和实践任务;发布往届学生优秀案例,示范实践作业完成的要点,同时提供相应的优秀作品视频链接(图4),方便学生参考和学习.



图4 优秀学生作品链接

**实施时:**学生居家完成实践作业过程中,由于缺少教师指导,对遇到的困难可以及时发布到物理QQ群,同学们可以互相解答或讨论解决,培养学生共同解决问题的态度和团队意识,教师也要适时提供指导帮助.

**实施后:**学生实践作业完成并提交到物理群相

册后,教师要及时跟进点评.点评要以鼓励为主,多发现闪光点,建议学生根据教师的改进意见及时完善并再次提交,培养学生严谨认真的科学态度与责任.对于完成优秀的实践作业,要及时分享到班级物理群,既是对学生的表扬和鼓励,也给其他学生提供更多的示范和参考.

### (2) 鼓励为主,评价多样

实践作业基本都是学生居家完成,资源有限,教师指导不足,所以学生完成实践作业的质量存在很大差异,只要学生认真做了,就要大力表扬,整体上以鼓励为主,采用过程评价与结果等级评价相结合的加分制度,评价时既有按完成质量等级加分,评选最佳创意作品、最具幽默作品、最佳团队作品等奖项,同时也增加学生自评、学生互评等方式,实现评价的多元化,建立持续评价反馈奖励制度,每个月汇总表彰.对于特别优秀的学生实践作品要及时点赞,甚至可以作为教具学具,直接在教学中使用,既弥补教学器材不足,也向学生传递“肯定”的评价,促使学生以更大的热情投入到以后的实践作业中,实现评价的增值化<sup>[3]</sup>.

### (3) 尊重差异,全面育人

实践作业设计时要充分考虑实验操作的难易度,设置实践任务时根据完成难度分等级.实施时要尊重学生的个体能力差异,注重分层布置,提供更多选择性和加分项,如“水瓶琴”设置4个实践任务,如下所示.

**任务 1:** 利用生活中的物品制作水瓶琴.(难度:☆)

**任务 2:** 会借助工具或软件调节音准,探究音调的高低与水量多少有什么关系?(难度:☆☆)

**任务 3:** 敲打水瓶琴和吹水瓶琴两种方式发出的音调规律一样吗?了解打击乐和管乐的不同.(难度:☆☆☆)

**任务 4:** 用自己做的水瓶琴演奏一支小曲,如两只老虎、小蜜蜂等.(难度:☆☆☆☆)

任务1为必选,任务2~4学生根据自己的实际情况选择完成,让不同能力的学生在选择实践作业时能“各取所需”“爱我所爱”,充分调动各层次学生

完成实践作业的积极性,让所有参与的学生都能有收获,不管是成功经验还是失败教训,实现新课程标准要求全面育人目标,全面提升各个层次学生的物理学科核心素养.

### (4) 学科融合,综合应用

实践作业本质上就是基于真实情境的跨学科融合学习,“水瓶琴”本身就是物理和音乐深度融合的跨学科典型案例.如实践任务2:会借助工具或软件调节音准,探究音调的高低与水量多少有什么关系?学生家里不一定有乐器调音工具,但普遍会利用智能手机下载“调音大师”等APP软件,科学准确调节每个水瓶不同水量的频率或音调(图5),不知不觉中培养了学生的综合素养;实践任务4:用自己做的水瓶琴演奏一支小曲,如两只老虎、小蜜蜂等.事实证明学生的想像力和创造力是无穷的,不管什么材质做的水瓶琴,很多学生都能敲打出简单的小乐曲,着实让人为学生的动手能力和音乐天赋感到惊喜;实践任务3:敲打水瓶琴和吹水瓶琴两种方式发出的音调规律一样吗?了解打击乐和管乐的不同.更是一项提升学生科学思维的跨学科挑战性任务,让人惊喜的是很多学生都能顺利完成,甚至还引用教材中“科学世界”对乐器中的打击乐和管乐两类乐器进行科普,学生的跨学科综合素养潜移默化得到提高.

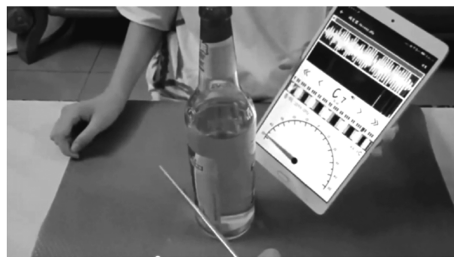


图5 利用软件调音

### (5) 优势互补,全面提升

新课标指出,不同类型的作业有不同的育人功能,要结合物理是实验学科的特点,大胆创新作业形式,增加实践作业,培养学生乐于实践、敢于创新的科学精神.同时实践作业也要大胆融入到书面作业或评价试题中,大胆以学生实践作业的真实案例为情景出题(如下面例题),实现实践作业与书面作业

优势互补,全面提升学生的综合能力。

**【例题】**钟炜琳同学在完成物理实践作业“水瓶琴”时(图6),往8个相同的玻璃瓶中灌入不同高度的水,仔细调节水的高度,发现敲击瓶身和往瓶口吹,都可以发出“1,2,3,4,5,6,7,i”8个音调,下列说法正确的是( )



图6 学生自制“水瓶琴”

- A. 敲击瓶身,发声体是瓶子  
 B. 往瓶口吹发声体是水  
 C. 从水多的往水少的敲击瓶身,发出声音的音调变低  
 D. 从水多的往水少的瓶口吹,发出声音的音调变低

### 3 学生实践作业反思与建议

相较于传统书面作业,实践作业由于形式多样,灵活开放,学生更有兴趣,问卷调查显示,73.77%的学生对实践作业都很感兴趣(图7)。但因为是居家完成,器材选择有限,调查发现学生实践作业遇到最大的困难是“没有合适的材料”(图8),部分学生觉得完成难度过高而选择随便应付,如简单拍几十秒短视频,或者线上直接下载一篇相关小论文,缺少从现象到原理,从失败到成功整个深入探究分析过程,这样就失去了实践作业的意义。解决的办法就是实施前做好指引,布置实践任务要有梯度,要给学生更多的选择性,同时提供更多优秀案例示范;建立班级物理QQ群,搭建一个集收集作品、讨论、互助、点评为一体的线上平台,逐渐形成一个积极向上、团结互助的学习氛围;教师适时指导并及时点评学生提交的实践作业,多鼓励、多表扬、多分享,建立班级评价反馈制度,让所有学生都能感受成功的快乐,在潜移默化中发展学生的核心素养。

选项	小计	比例
A.感兴趣	90	73.77%
B.一般	28	22.95%
C.不感兴趣	4	3.28%
本题有效填写人次	122	

图7 学生对实践作业的态度

选项	小计	比例
A.找不到合适的材料	104	58.25%
B.没有想法	55	45.08%
C.没有人帮忙	45	36.89%
D.没有时间	44	36.07%
E.其他[详细]	2	1.64%
本题有效填写人次	122	

图8 学生完成实践作业的最大困难

### 参考文献

- [1] 陈琳.“双减”背景下的初中物理实践性作业设计研究[J].教学管理和教育研究,2022(18):96-97.  
 [2] 周盼盼.核心素养理念下的初中物理课堂跨学科融合教

- 学探讨[J].中学物理,2023(8):5-7.  
 [3] 欧旭升,刘作志.初中物理跨学科实践作业的实施[J].中学物理,2023(14):7-10.