初中园地

STEAM理念下的物理跨学科实践教学设计*

——以“声音的特性”教学为例

陈显灶 (厦门市海沧区北附学校 福建 361026)
周 玲 (厦门市海沧中学 福建 361026)
梁 洁 (厦门市海沧区北附学校 福建 361026)

摘 要 文章基于STEAM教育理念和教学设计,介绍了一种能显示声波共振现象的实验装置,并借助智能手机App和声音编辑软件为分析手段、声音调节活动为任务载体,以此来了解“声音的特性”,即将科学、技术、工程、艺术、数学有机融合,落实跨学科实践课程对学生物理学科核心素养的培养。

关键词 STEAM 声音的特性 跨学科实践 创新实验
文章编号 1002-0748(2024)1-0037 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

1 问题的提出

2022年版义务教育课程方案提出:基于核心素养培养要求,明确课程内容选什么、选多少,注重与学生经验、社会生活的关联,加强课程内容的内在联系,突出课程内容结构化,探索主题、项目、任务等内容组织方式。原则上,各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习[1]。如何运用这10%的课时高效地开展跨学科实践活动?正成为一线教育工作者探索的新方向。

STEM教育是融合了科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)4门学科的跨学科教育的理念,本质是要培养学生在解决复杂问题时综合运用各学科知识的能力。同时为了强化学生的艺术熏陶和人文底蕴,STEAM教育便应运而生。STEAM教育实现了艺术与科学的深度融合,一方面大大提高了学生学习科学的兴趣及参与程度,进而提升了学生的学习效果,另一方面极大促进了科学与艺术的统一,实现了理性与感性的对话[3]。

物理跨学科实践包含了“物理学与日常生活”“物理学与工程实践”“物理学与社会发展”三个二级主题,旨在发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决问题的综合能力、动手操作的实践能力[4]。因此,STEAM理念与物理跨学科实践理念完全契合,基于STEAM理念设计的跨学科实践课程可以充分体现主题内容的跨学科性和实践性特点,使物理学与日常生活、工程实践及社会热点问题密切相关,以达到培养学生核心素养的目的。

本文基于STEAM理念,以“声音的特性”教学为案例进行教学设计。通过自制教具定量研究声音(工程和数学),探究声音的3个特性(科学);并应用手机软件Oscilloscope、电脑软件Audition(技术),设计了3个实验:看见和分析复杂声音;最后让学生分组探究,应用修音软件Melodyne(艺术、工程和技术)调节一段跑调的声音,在声音调节中深刻理解、应用声音的三个特性。

2 “声音的特性”教学设计案例

“声音的特性”教学是让学生经历“感受声音的区别”“看见声波共振的形状”“调节声音的特性”三个阶段,而达到“会听—会看—会调”三个阶段目标,最后运用修音软件Melodyne修正一段跑调的歌声,即在历经三个阶段的同时感受科学探究、模型建

* 基金项目:本文系2022年度福建省中青年教师教育科研项目“核心素养视域下初中物理跨学科实践课例研究”(项目编号:JSZJ22040)阶段性研究成果之一。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

构等过程，培养学生的科学思维，实现物理的深度学习。基于STEAM理念的跨学科实践教学流程图如图1所示。

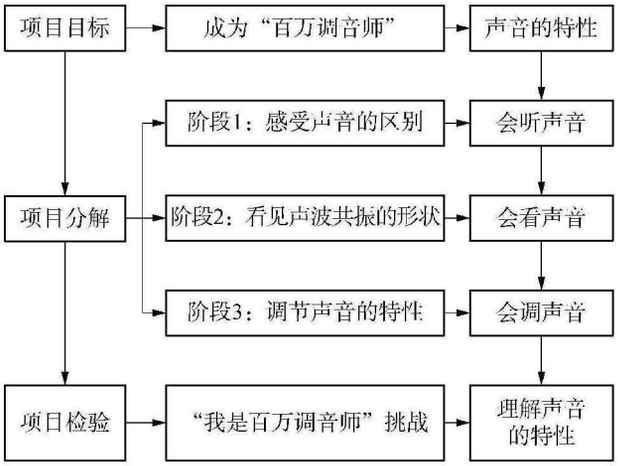


图1　基于项目驱动的教学流程

2.1　教学导入，提出项目目标

播放“愤怒的调音师”视频，视频内容为：一位歌手正演唱着优美动听的歌曲，随着镜头移动至录音室内，歌手真实的歌声却严重跑调，原来听到好听的歌声都是由现场“调音师”调节而来，如图2所示。



图2　愤怒的调音师

设计意图：以调音前后对比强烈的视频情境激发学习兴趣，得出有挑战性的项目目标，项目目标包裹声音特性的三个维度，引入新课教学。

2.2　项目分解，包裹核心知识

2.2.1　阶段1：会听声音

教师演示：依次播放A、B、C三段录制的清唱歌声，三段歌声均为歌曲《我爱你，中国》的同一片段。A、B歌声让班级合唱队的两位同学准确演唱，C歌声为教师演唱，其后半段音调不准。

师：从音乐学科的角度分析，这三段歌声有什么区别？

生1：三段声音为不同人演唱，A、B为班级同学，C为老师。

生2：A、C声音为女生演唱，音调比男生演唱的B声音高。

生3：A、B声音的音量较小，C声音的音量较大。

生4：C声音的后半段音调不对，感觉唱跑调了。

师：同学们的乐感都非常好，能够从唱歌的人、音调、音量等方面发现三段声音的区别，这三个维度即本节课要研究的声音的三个特性：音色、音调、响度。本节课的任务就是，帮老师将C后半段跑调的歌声调节正确。

设计意图：让学生辨析三段熟悉的声音，将音乐学科知识与物理知识相联系，引导学生归纳出声音的三个特性。用老师、班级同学的清唱歌声拉近师生间距离，在老师声音的衬托下，突显学生的声乐特长。并提出以“帮老师调节跑调的歌声”为任务，增加项目的趣味性和挑战性。

2.2.2　阶段2：看声波的共振现象

(1) 装置设计

实验原理：扬声器发出的单音在透明封闭的亚克力管中形成驻波，泡沫小球受迫振动，能显示出不同单音的“形状”。利用转换法将扬声器的声音用泡沫小球的振动情况显示，以实现声音现象的可视化。

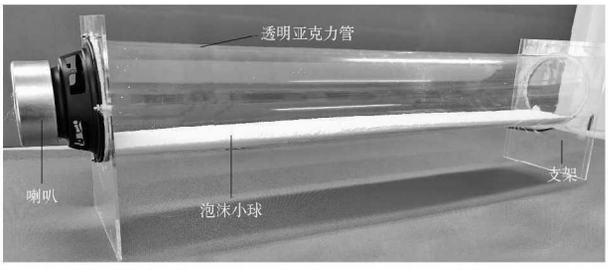


图3　实验器材

装置介绍：取一段直径为160 mm，长为1 m的透明亚克力管，管中放入大量直径为0.5 mm的泡沫小球，一端用透明亚克力板密封，另一端接喇叭。在两块透明亚克力板的相同位置开一个直径为160 mm的孔，固定后作为声波演示仪的支架，如图3所示。当用音乐播放器向喇叭输入音频时，反射的声音与喇叭发出的声音形成驻波，使管内泡沫小球受迫振动，小球的振动情况即可显示声波的特性。

教师演示：接通电源，在平板或手机上安装Frequency Sound Generator声波发生器App，该App可以根据教师的需要，模拟输出不同频率的单音。由于喇叭的频率受限和共振，实验得出50—150 Hz显示效果较好。当输入约80 Hz的声音，泡沫小球随之振动，学生便可以看见声波的形状，如图4所示。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

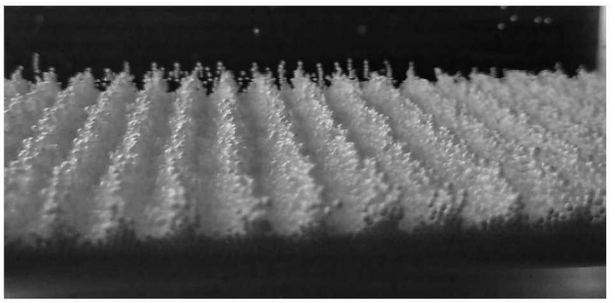


图4　声音显示效果

设计意图:通过介绍可视化教具的开发背景及开发过程,使学生切实感受到从构思到成品的创作乐趣,可激发学生动手实践的欲望,培养工程意识。自制的可视化演示教具能看见声波的共振现象,给学生极强的视觉、听觉震撼,让学生感受物理学的魅力,对物理科的学习产生极大兴趣。

(2) 科学探究,分析特性

实验1:探究响度与物体振动幅度的关系。

用声波发生器输出某一频率的声音,改变声音的音量大小,探究一定距离的声场范围内其响度与物体共振幅度的关系。当输入声音的频率为82 Hz,音量调至100%时,可观察到泡沫小球振动幅度达到最大,实验现象如图5所示。将音量逐渐减小时,小球振动幅度也逐渐减小,图6所示为输入声音的音量降为50%的实验现象。可得结论:声音的响度大小与振动幅度有关,振幅越大,响度越大。

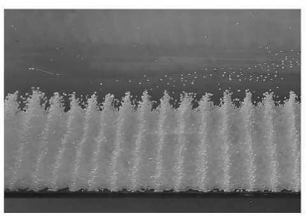


图5　82 Hz音量100%

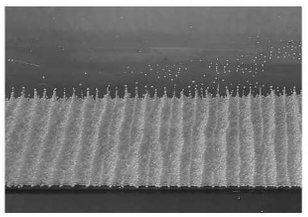


图6　82 Hz音量50%

实验2:探究音调与物体振动快慢的关系。

控制声音的响度相同,调节声波发生器输出声音的频率,可听到声音的音调不同。当输入频率为82 Hz的声音时,泡沫小球的振动分布情况如图7所示,泡沫小球显示的共振波形较为稀疏。当输入116 Hz的声音时,小球的振动分布情况如图8所示。对比两次实验现象可知,音量相同时,两次实验中小球能到达的最大高度相当,声音的频率越高,小球振动显示的共振波形越密集,此时发出的声音音调越高。可得结论:声音的音调高低与声源的频率有关,振动频率越快,音调越高。

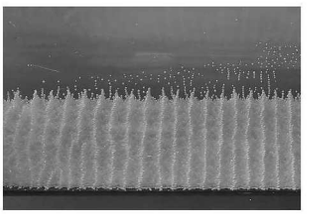


图7　82 Hz的声音

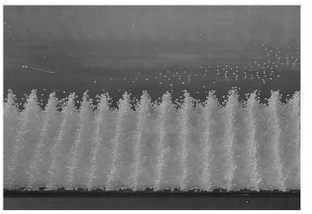


图8　116 Hz的声音

设计意图:可视化实验教具实现对声音的音调、响度两个特性的影响因素进行探究,效果直观,现象明显,利于学生理解。引导学生根据实验现象、实验数据得出实验结论,再应用于实际生活中,培养学生的科学探究能力。同一个教具可完成多项实验探究,探究难度层层递进,充分挖掘自制实验教具的价值,使得知识呈现更具结构化。

(3) 信息技术,理解波形

利用自制可视化实验教具可以看见简单的声波共振现象,并能够探究音调、响度的影响因素。若要看见生活中各种复杂的声音现象,则需要借助传感器、手机App或电脑软件等信息技术手段可展现声波的图象。

实验3:用手机App Oscilloscope显示波形。

教师活动:让两位学生发出音调、响度有差异的两个单音,用手机App Oscilloscope显示学生声音的波形,并将画面同步于大屏幕,发现单音的波形与自制教具中泡沫小球呈现的形状一致。引导学生分别找出两个波形中的周期、振幅,介绍周期与频率的关系,再次强化实验结论。让一位同学说"我爱物理",用Oscilloscope实时显示波形,使学生看到复杂声波的形状,如图9所示。

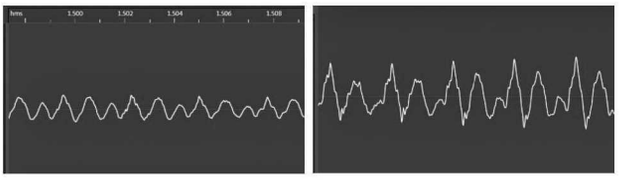


图9　手机App显示声音的波形

实验4:用Audition软件分析不同声波。

教师活动:将A、C两段声音导入到电脑的声音编辑软件Audition中,找到同一音节,放大波形,让学生分析A、C声音波形的区别,如图10所示。引导学生对比分析,A、C声音音调、响度不同,体现在声波的频率和振幅不同,音色不同则体现在声波形状不同。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



(a)　　(b)

图 10　Audition 软件分析不同声波

设计意图:借助信息技术手段和数学知识,引导学生由探究的单音自然过渡到生活中复杂的声波,突破思维障碍。通过分析“会听”声音环节的两段声音,将看到的波形与听到的声音相对应,能够更加深刻地理解声音的三个特性。

2.2.3　阶段 3　会调声音

实验 5:调节播放速度改变音调。

师:通过观察到的波形,如何调节声音的音调和响度?

生:可以通过拉伸或压缩时间轴调节声音的音调,调节波形的振幅调节响度。

教师活动:引导思考,“拉伸或压缩时间轴”最简单的方法就是慢放或是快放声音。用 Audition 软件仅改变声音 C 的播放速度,让学生听调节后的声音效果。当播放速度快放至 1.5 倍时,声音变得十分尖锐,音调明显升高;当播放速度慢放至 0.8 倍时,声音变得非常低沉,如男生的声音一般,音调明显降低。这种方式确实能调节音调,但同时也改变了音色和节奏,此种调节方式不可取。引导学生寻找其他工具,该工具在不改变音色和大致节奏的前提下能够调节音调和响度。

设计意图:通过调节播放速度来改变音调,强化理解振动快慢对音调的影响。现场变速后,同一个声音前后形成了强烈的反差,增强课堂的趣味性。

实验 6:运用专业调音软件调节声音。

教师活动:介绍专业调音软件 Melodyne 的功能,演示音调、响度、节奏的调节方式,如图 11 所示。引导学生按“听-看-调-听”的顺序进行调音:先听教师的声音 C 哪里存在问题,记录需要调节的位置;再看提供的简谱和软件中每个字对应的音调,确定需要调整的地方;再调节需要调整的音调和响度;最后再听调后的效果。如果没有达到想要的效果,则需要再次调节和监听。

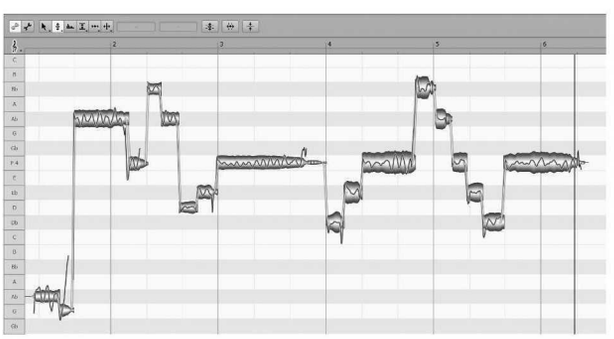


图 11　*Melodyne* 软件界面

学生活动:按 4 人一小组用调音软件对声音 C 进行调节修正,用时 15 min。

设计意图:通过分组实验,共同调节跑调的音乐,在实践中培养合作意识。在调节音调、响度、节奏过程中,将所学知识应用于探究活动、应用于实践中,让学生应用多学科知识解决问题,最终利于物理知识的内化,以达到艺术、技术、物理、数学跨学科整合知识的目的。

2.3　项目评价,内化提升

依次将每个小组的调音界面同屏至大屏幕上,展示调后作品波形,播放音乐作品。每组音乐总监对除本小组以外的其他小组音乐作品的质量进行打分评价,评价维度及标准如表 1 所示。打分采用各组音乐总监现场亮分的形式,将音乐作品按质量分为三档:第一档为“百万调音师”,亮粉红色牌,赋 3 分;第二档为“千元调音师”,亮黄色牌,赋 2 分;第三档为“一元调音师”,亮淡蓝色牌,赋 1 分,亮分牌的设计如图 12 所示。



图 12　评委给分牌

表 1　音乐作品质量评价标准

评价内容		评价标准	分值
音乐作品质量	音调	音调准确、不跑调	10
	响度	响度适中、过渡自然	5
	音色	声音清晰、辨识度强	5
	节奏	节奏精准	10
	合计		30

设计意图:通过“我是百万调音师”比赛的方式,激励学生认真调节所给的音频,提高活动参与的积极性。评价采用各组音乐总监现场亮分的方式,增强比赛的现场感和紧张感。学生也通过评价别人的作品来反思自己作品的不足,培养评价、反思意识。同时,在评价活动中,提升音乐素养。

3　教学实践效果评估

为评估教学实践效果,研究团队选取了不同学校、测试成绩水平差异较大的两个班级,由同一位教

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

师进行课堂实践。课堂教学观察及教学效果显示：STEAM理念下的跨学科实践课堂中，虽然两个班级学生基础成绩、课堂常规等有一定差距，但授课效果非常相近。师生交互活跃、学生都能够沉浸于教师创设的各种课堂情境中，参与度高、积极思考和互动。在演示实验环节，学生能够通过实验现象，准确地概括出实验结论。分组探究环节，学生也都能够根据音调、响度及乐理知识，较为精准地找出原声中的问题，并应用调音软件进行准确调节，分工合作意识强、积极性高。整体而言，课堂上学生能够紧跟教师思路，深入理解了声音的三个特性并应用于实际调音任务中，高效地完成了教学目标。

研究团队对声音的三个特性的理解和课堂投入度问题在课堂结束后进行了简单问卷调查和分组访谈。问卷采用李克特五点量表，回收有效调查问卷83份，统计结果如表2所示。

表2　课后问卷调查统计

	完全认同/%	比较认同/%	一般/%	不太认同/%	完全不认同/%
我对本节课的内容非常感兴趣	75.90	24.10	0.00	0.00	0.00
我在本节课中全程积极参与活动及学习	62.65	24.10	13.25	0.00	0.00
我非常喜欢这种上课方式	77.11	18.07	4.82	0.00	0.00
通过本节课学习我能清晰辨别声音的三个特性，并明确各特性的影响因素	87.95	12.05	0.00	0.00	0.00

表2中的统计结果显示，经过本节跨学科实践课的教学后，将近88%的学生都能够清晰地辨别声音的三个特性，并明确各特性对应的影响因素。90%以上的学生都对这种上课方式、上课内容十分感兴趣，没有不感兴趣或不喜欢这种上课方式的同学。86%的同学基本都能够全程积极参与到课堂教学活动中。

课堂观察结束后，每组随机抽取一位学生进行访谈。访谈内容共涉及课堂任务回顾、所学知识复述、承担任务描述、个人反思改进等四方面，每个访谈问题都有2—4个追问问题。学生访谈结果为：在知识层面，基本都能结合物理、音乐、信息技术、数学等学科知识，将所学知识完整复述出来，能在跨学科实践中综合认识所涉及的知识，能用这些知识探索简单的技术问题；在能力层面，都能在跨学科实践中尝试找到解决办法，能基于知识证据说明操作的合理性，在分组探究中提出自己的见解有较强的合作交流意识。在素养层面，大多数学生都能认真严谨，乐于思考与实践，敢于探索与创新，深入体会物理学知识对人类生活和社会发展的影响。

教学实践效果表明，基于STEAM理念设计的跨学科实践课能够以艺术为支点，综合应用科学、技术、工程、数学等知识解决实际问题，以达到发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决问题的综合能力、动手操作的实践能力的目的，并能够培养学生积极认真的学习态度和乐于实践、敢于创新的精神[4]。后续工作中，若能不断改进并完善项目选择和全程评价方法，则有希望能够以10%的跨学科实践活动课程，撬动剩余90%的物理课[5]。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022：11　12.

[2] 李刚，吕立杰. 从STEM教育走向STEAM教育：艺术(Arts)的角色分析[J]. 中国电化教育，2018(09)：31　39，47.

[3] 袁磊. 核心素养视域下STEAM教育的课堂教学变革[J]. 中国电化教育，2019(11)：99　103，128.

[4] 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：北京师范大学出版社，2022：33　34.

[5] 陈显灶. 基于项目化学习的物理跨学科实践课程设计[J]. 物理教学探讨，2023，41(02)：69　72.

(上接第25页)

受迫振动的频率，用电脑直接采集光电门和位移传感器的数据，显示$A-f$图线。本实验设计中采用手机录制驱动力频率随时间变化的视频，再把$A-t$图线转化为$A-f$图线，实际上是采用了描点连线的思路，培养学生数据处理的素养。

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(2017年版2020修订)[S]. 北京：人民教育出版社，2020.

[2] 人民教育出版社课程教材研究所. 普通高中教科书·物理(选择性必修)第一册[M]. 北京：人民教育出版社，2020.

[3] 人民教育出版社课程教材研究所. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选修3　4)[M]. 北京：人民教育出版社，2010.

[4] 浙江省教育厅教研室. 浙江省普通高中学科教学指导意见[M]. 杭州：浙江教育出版社，2021.

[5] 史再. 基于核心素养的教学设计　以“受迫振动　共振”的教学为例[J]. 物理教学，2020(6).

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net