

基于发展科学思维的物理作业设计思考与实践

——以初中物理《声》单元作业设计为例

上海市西南模范中学 刘玉超

摘要：在初中物理教学过程中，作业是课堂教学的延伸、强化，教师设计作业时既要考虑全面落实课程标准和教学基本要求，又要有利于激发学生学习物理的兴趣，形成科学观念，培养学生的物理核心素养。所以，设计作业应根据学生的认知规律，紧密结合教学目标，重视诊断功能与促进学生全面发展功能的统一，并有助于学习质量的检测、反馈；物理试题要体现对学生评价的多元、开放、等级性。作业还应体现物理知识与现代科技、社会生活的联系，能延伸、补充课堂教学和培树学生的发散性思维等。

关键词：课程目标；物理作业；多元；开放；物理核心素养

引言

义务教育物理《课程标准》（2022版）要求物理教学活动要围绕培养学生的物理核心素养，指的是应该培养学生具备能适应个人终生发展、社会发展需要的必备品格和关键能力。物理核心素养由“物理观念”、“科学思维”、“实验探究”、“科学态度与责任”四要素构成^[1]。该核心素养的提出落脚点是促进培养学生“个人终生发展和社会发展需要的必备品格和关键能力”，其养成和提升是以物理学科为载体推进、实现的。物理作业对培养学生物理核心素养有着重要作用，它是落实《课程标准》的重要一环。教师设计作业既时要围绕物理课程标准的要求，更要有利于学生核心素养的培养；既要考虑减轻学生的作业负担，又要考虑基于创新的作业能培养学生的创新能力。因此，物理教师应当不断提高设计作业能力，科学性、针对性、有效性是其指向与根本。设计作业时教师必须结合课标，着力培养学生自主构建知识模型，让学生阅读相关材料促进学生形成科学态度；设计作业应有目的、有计划地渗透科学方法等。作业的科学性主要体现在反馈、评价能显现、诊断学生物理学习中存在的问题，不但能全面、客观的判断学生学习过程中已达到的水平，还能促进师生反思教学过程中所出现的问题，强化教学的针对性、有效性，进而提升学生的学习能力。为较好地实现作业的科学性、有效性，我们团队在八年级物理《声》单元作业设计中做了一些有益的尝试。

一、基于学生发展，设计有效的教学目标

科学地设计物理作业的前提是要细化教学目标，这样才能有的放矢，保证作业有效性。教学目标细化是基于《课程标准》和教学基本要求的相关规定，在分析学生学习需要及教学的实际情况基础上进行的。依据《课标》对《声》这一个单元的教学要求，我们解读《课标》后，采用

替代、拆解、重组等策略细化了本单元教学目标。

替代策略^{[2]16}是赋予内容标准以情景条件，例如，课标中《声》单元的知识目标有两个：（1）声波的产生和传播；（2）乐音 噪声。我们构思作业时将目标（1）设计为“通过观察音叉、橡皮筋发声时振动，学生能说出声音是由振动产生的”，“通过观察弹簧圈疏密相间的传播，知道声音在介质中以疏密波的方式传播”。为能有效地反馈目标的落实情况，我们设计了如下题目：



图 1

案例1：将一个正在发声的音叉放入水中，会看到如图1所示的现象，请用文字描述所示的现象_____；这说明发声体在_____。

案例2：如图2，一根水平放置的长弹簧，原先每一圈弹簧的间距是相等的，推动它的右端，可以看到弹簧每一圈的间距发生了有规律的变化，弹簧中出现的疏密相间的形状会从右端逐渐传向左端，这就是弹簧中的_____。敲击音叉时，音叉会发生快速振动，使其附近的空气一起振动，这些空气的振动也以_____的形式向四周传播开来，便形成了声波-----物理学中把发声体的_____传播叫做声波。

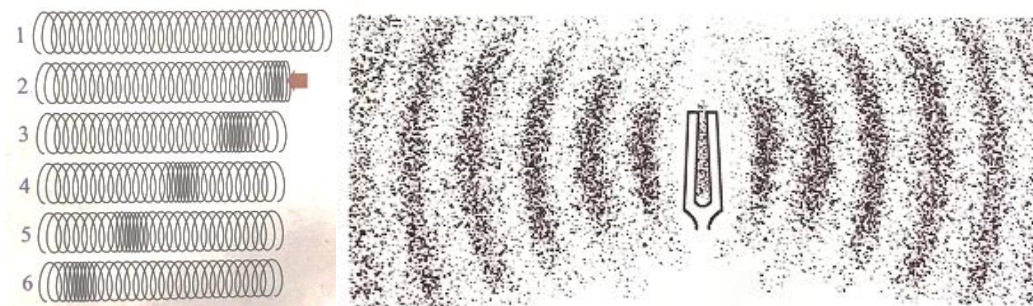


图 2

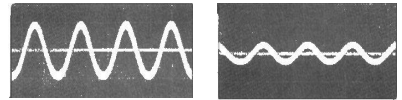
这样用具体的学习内容代替“标准”中宽泛的学习要求，将《课标》具体、精细化为课堂教学目标，有利于课标的落实。

拆解策略^{[2]16}是将《课标》拆解成几个互有联系的具体目标，例如，在“声的特性”教学中，《课标》要求“知道响度与振幅有关”，我们设计“声的特性”教学目标时，将它拆解为“通过观察鼓面发声时响度与振幅的关系”和“观察示波器演示音叉发声时振动图像”，让学生知道振幅是影响响度的重要因素之一，并认识到振幅越大，响度越大。

案例 3：如图 3 所示，水鼓是一种古老的打击乐器，水鼓的鼓面可以盛水，表演时随着鼓槌用力击鼓的振奋节奏，水花四溅。水花高低不同，听到的鼓声的_____（选填“音调”或“响度”）不同。观众听到鼓声的大小还与_____有关。



图 3



案例 4：如图 4 所示，图中甲、乙是两种声音通过示波器显示的波形图，从图形可知：响度较大的声音是_____。（均选填“甲”或“乙”）。

甲 图 4 乙

重组策略^{[2]16}是结合学情和《课标》的重点、难点进行整合，确保课标与学科核心素养的融合。例如，在“声的特性”这教学中，《课标》中知识与技能目标要求“知道响度与振幅有关；知道音调与频率有关”；过程与方法目标要求“经历响度与振幅、音调与频率关系的学习过程，认识到观察实验现象——归纳实验结论的方法”，还要求“养成仔细观察的习惯”。考虑到“科学思维和科学探究”是物理学科核心素养的主要构成元素，我们将教学目标整合为学生分组实验，自备器材探究响度与振幅、音调与频率的关系，让学生初步学会利用控制变量的方法开展科学探究。为了利于此目标的落实，我们设计了探究题目。

案例 5：很多同学有过疑问“声音具有能量吗？它具有的能量与声音的响度和频率是不是有关呢？”某班科技小组的同学对这两个问题进行探究，实验装置如图 5 所示：A 为一个空易拉罐，它的底部中央用钉子戳个小孔，将易拉罐的顶部剪去后，用塑料薄膜包住并绷紧，用橡皮筋扎牢。B 为一只点燃的蜡烛。



图 5

(1) 该小组同学将对一个问题探究的实验设计填写在了下面表格内，请你将另一个问题探究设计的内容填写完整。

探 究 内 容	声音是否具有能量	声音具有的能量与响度是否有关
小孔距烛焰的距离	3cm	
做 法	拍塑料膜	
观 察 内 容	烛焰是否摆动	
预设实验结果	如果烛焰摆动，则声音具有能量； 如果烛焰不摆动，则声音不具有能量。	

(2) 在探究“声音具有的能量与响度是否有关”过程中，要保证每次实验声音的相同，具体做法是。

通过教学目标的整合，既实现了课标与学科核心素养的融合，又促进了学生学业发展，且对学生的学习有激励、催化作用。

二、重视作业的诊断与促进学生发展功能的协调

传统的作业往往把焦点放在知识性目标的评价上，重视对知识点掌握情况的诊断，忽视了对学习过程中的技能目标、情感目标的评价功能，传统的作业体系中，书面作业成了基本、甚至是唯一的反馈平台与方法，师生把全部精力放在了如何应对试卷测试上，学生的学习表现、教师的教学质量最终仅与一个个枯燥的分数画上了等号。这样，很大程度上影响了学生学习物理的积极性，不利于学生物理核心素养的培养及全面发展。我们团队设计作业时，在体现作业、试题的诊断功能的同时，注意增强其过程性评价功能，以丰富学生的学习经历。

案例 6：“学做小小物理学家”2017 年 IYPT 青年物理学家竞赛中出现这样一题“Balloon Airhorn”气球气笛（如图 6）

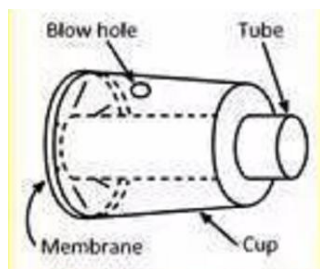


图 6

在一个小型容器或杯子的开口绑上气球，再把一根管子从杯底插入并触及气球。在容器的侧壁上打个小孔，当朝小孔吹气时会发出声音。

第一课时：请你动手找找身边的材料自己制作一个气球气笛，并与同学就发声原理进行交流。（提示：根据“目的-器材-步骤-现象-结论”的顺序写出一份简单的实验报告）。

第二课时：请同学之间交流我们听到气球气笛声音的过程。

第三课时：尝试能用哪些方法让它发出不同响度的声音，记录下你的方法和物理原理并在同学之间的交流吧。

第四课时：尝试对汽笛的结构进行一些改动，让它发出不同音调的声音。明天带着你的作品去学校吹给老师和伙伴们听一听并介绍你进行了哪些结构上的改动吧。

单元测试题：同学们还记得之前在作业中制作的气球气笛吗？接下来让我们以小组为单位，用本章所学的知识选择适当角度（如声波的产生、传播、特征等）来展示和介绍组内的作品，说说自己作品的独特之处以及与其他同学的不同之处（以小组为单位集体评价，分为：优、良合格、不合格）。

我们依据本单元知识目标和学生的认知特点，设计了一个长期题“气球气笛”，从第一课时

要求同学制作器材、了解发声原理，随着后面各个课时不断深入的学习，我们又融合进新知识贯穿始终，对学生的学习过程进行跟踪评价。单元测试卷中，题目以“小组合作交流”的开卷考试形式呈现，改变了传统的闭卷考试模式，让学生有充裕的时间去思考、去实验、去展示，大家在交流展示中体会物理的乐趣，其答案不是唯一的，不同的学生会给出不同的解答，这在一定程度上反映了学生在知识和能力方面的差异。这种方式体现了评价内容的交流性、合作性、实践性，实施这种评价即尊重学生个体在群体中的地位，又有益于发现学生个体的发展潜力等。

三、物理作业应体现对学生评价的多元、开放和层次性

作业的基本功能是为改进物理教学活动、提高学生水平提供信息，它反馈的信息可通过分数量化，但学生物理学习效果、科学素养的形成等难以数字化描述，如果仅仅用对、错来判断学生学习水平，这就背离了《课标》对初中物理学习能力的要求，不利于学生科学思维的形成、发展。我们团队设计作业时，力求题目功能的多样化，使之既能反馈学生对知识点的掌握状况，又兼顾过程性评价、等级评价，将定性、定量评价有机结合起来。

案例 7：实践并思考

“土电话”亦称“传话筒”、“传声筒”，是一种古老的具有实用性和娱乐性的工具，由中国人最先发明，是电话机最初的原型。如图 7 两个人各拿一个话筒，拉直线，就可以通话了（距离在一百米范围内皆有效）。



图 7

交流“电话线”的松紧、粗细、材料，“话筒”的大小、形状、材料对传声效果有何影响？

对同学们的交流进行评价，包括自评、互评、师评，最后取这三种评价的平均值为对学生的综合评价，最终的评价结果以等第形式呈现。具体操作量表如下：

评价内容及要求	评价等第			
	自评	互评	师评	综合
①能运用控制变量法对不同的“土电话”进行对比，对现象进行分析，结论表述完整，例如“细线材料、纸杯材质大小都相同，线拉紧时传声效果更好”评价为 A（100 分）				
②能运用控制变量法进行对比，对现象进行分析，结论表述不够完整，例如“线拉紧时传声效果更好”，评价为 B（80 分）				
③知道控制变量法，但缺少动手实践对比，能根据他人的实验现象得出结论，评价为 C（60 分）				
④缺少与他人合作，缺乏观察和分析能力，评价为 D（40 分）				

传统的评价方式，学生基本处于消极、被动地位，评价主要是由教师对学生做评价，学生的主观能动性得不到释放、发展。我们采用这种师、生互动的的评价方式，即可广泛的收集各方面反馈资讯，帮助学生正视自己的优缺点，又彰显了学生学习过程中的主体地位，要求其主动参与评价，促使学生回顾、反思自己的学习过程，继而强化学生主动学习精神，促进其物理学习，并培养学生对自己的探究过程进行反思、改进的科学素养等。

四、作业设计凸显物理知识与科技、生活的联系，可延伸、补充课堂教学

物理教学的重要任务是传授物理基础性知识，传递科学思想、科学精神和培养学生的科学素养。现代科技飞速发展、日新月异，仅靠课本知识、课内教学，很难将物理知识与最新科技成果联系起来，作业中恰当地引用生活或最新科技的事例等创设情境，让学生思索、求解，能拓展学生知识面，提高其学习物理的兴趣，促进初中生物理学习的良性发展。

案例 8：认真阅读短文，完成下列问题：雪花落水也有声

几位科学家联名在《自然》杂志上发表文章，宣称雪花落水能够产生声波。

雪花落水发出的声波频率在 5×10^4 Hz 到 2×10^5 Hz 之间。海里的鲸鱼能听到雪花落水所产生的声响，并且这些声响令鲸鱼异常烦躁。然而，请不要想当然，这些声音不是雪花与水面撞击发

出的。

在下雨的时候，水下声呐工作效果不好，常有噪声干扰，甚至干脆无法监听。其实，这些噪声不是雨滴撞击水面发出，而是下雨时水中产生气泡，这些气泡在不断地收缩、膨胀、振动而发出的。大气泡振动频率低，产生的声音音调低，小气泡振动频率高，产生的声音音调高。

其实，无论是人们打水漂时所听到的细微声响，还是瀑布的隆隆震响，都不是（或主要不是）来自石块及岩石与水的碰撞，而是由于气泡的振动。

问题：

(1) 冷水倒在地上发出的声音是清脆的“噼啪”声，而开水倒在地上发出的声音则是低沉的“噗噗”声。请你解释产生这种现象的原因。

(2) 请你结合雨滴落水产生声音的过程中，解释雪花落入海水中令鲸鱼异常烦躁的原因。

(3) 在探究雨滴落水产生声音的过程中，科学家们进行了下列的过程，请你把它们按正确的顺序排列起来_____（填序号即可）。

A. 归纳分析 B. 进行实验 C. 提出假设 D. 得出结论

这类科技素材情景新颖，能较好地说明物理、物理学习与社会、生活和科学技术有联系。学生思考、处理充满此类趣味性问题，可做到学以致用，也能考查学生应用物理知识分析、解决实际问题的能力。这种作业突破了课本知识、课堂教学的局限性，可以很好地延伸、补充课堂教学，而且利于激发学生潜能，促进学生全面、健康发展。

总之，物理作业设计应依据《课程标准》和物理教学基本要求，形式多元地构思、编制，贵在培养、提升学生的科学素养。走出重定量、轻定性，重结果、轻过程，重甄别选拔、轻激励合作的设计误区，针对不同的教学内容，设计、使用符合学生心理特点和认知规律的物理作业，从而促进课标的落实和学生物理核心素养的形成，我们应与时俱进，深度思考，设计符合学生心理特点和认知规律的作业试卷，突显物理学科的育人价值。

参考文献：

[1] 吴加澍，核心素养视域下的物理教学[R]，华东六省一市物理年会讲座，2017

[2] 赵亚夫，初中物理有效教学[M]，北京：北京师范大学出版社，2015