·教材与教法·

单元视域下的教学系列活动设计

——以“探究桥梁结构原理”为例

刘晓娜[1] 赵屹峰[2]
(1. 上海海洋大学附属大团高级中学,上海 201311; 2. 上海市新场中学,上海 201314)

摘 要: 以课时为单位的教学设计已不再适应新的课程改革. 单元视域下的教学系列活动设计强调了课时之间关联的重要性. 结合“探究桥梁的结构”的情境,探讨了单元教学的规划、目标确立以及系列活动设计. 展示了如何将抽象的物理概念与实际情境相结合、促进学生对知识的系统性理解、培养学生的学科核心素养的过程.

关键词: 单元教学设计; 力的合成与分解; 桥梁结构

随着课程改革的不断深化,课堂教学面临着前所未有的挑战. 传统的课堂教学设计往往侧重于单一课时的活动,而忽视了课时间的内在联系. 这不利于深入理解和精准把握课程标准的精髓.[1]为了应对这一挑战,以单元为单位的教学逐渐被认为是实现课程目标的核心途径. 在单元教学的视域下,设计一系列教学活动成为推动学生学科核心素养发展的关键实践. 本文以高中物理必修 1 课程中的“力的合成与分解”为例,结合探究“桥梁结构”的情境,阐述了单元视域下教学系列活动设计的策略和实践.

1 单元规划

单元规划是单元教学系列活动设计的第一步. 单元规划是对课标、教材进行深入解读和剖析后,针对教学内容的分析和学生的实际情况,形成的特定主题的单元系列. 在教学实践中,教师可以依据教材的章节、课标的主题、项目学习……来规划单元. 无论何种规划方式其本质都是为了让学生能够更好地接受单元知识的内在逻辑结构和整体性,避免知识点的碎片化学习带来的狭隘性. 帮助学生更加全面,更加深刻地理解知识,形成学生的物理观念.

例如,沪科版教材必修 1 第 3 章“相互作用与力的平衡”中的教学内容可以作为一个大单元,而其中的“力的合成”与“力的分解”两节课的知识结构和学习逻辑是相同的,教师可以将这两节课的内容作为教学小单元. 这样设计相比于传统的课时教学模式,学生更能明确意识到“力的合成与分解”不过是在解决问题中运用的某种手段,使学生掌握解决问题的方法才是观念培养的关键所在. 同时,单元教学不单是知识内容的重构,还要以情境为抓手,要让学生掌握解决问题的方法. 首先就要让学生在日常的教学活动中接触真实情境中的真问题,教师在规划单元时,也要考虑所选的情境和教学内容是否贴切.

本文以“初探桥梁的构造”为例,将教材的教学内容通过核心任务及其分解转化为课堂教学的结构,如表 1 所示. 教师规划单元内容的关键是将具有挑战性学习任务合理分解为若干系列任务,且与单元学习内容紧密结合,并具有逻辑关系.[2]

表 1 单元教学结构与安排

核心任务	核心任务分解	教学内容	课时安排
自己设计搭建桥梁模型	认识生活中常见的力	重力、弹力	2
		摩擦力	1
	探究桥梁的构造	力的合成与分解	3
	动手搭建桥梁模型	共点力的平衡	2

2 单元教学目标的确立

教学目标是教学活动的出发点,也是教学活动的归宿. 单元视域下的教学目的的设计要以系统性的原则来设计教学目标,不能孤立某一课时进行设计. 即要求教师在设计教学目标时关注单元知识的系统性,不能过分强调某一课时的知识点,而是在具体问题情境中体现学生的能动性,让学生掌握解决实际问题的能力. 同时,单元教学目标的确定要

基金项目:本文系上海市浦东教育发展研究院学校发展中心一般课题“基于‘学历案’的国家课程校本化实践研究”(项目编号:2022B014)研究成果.

中国知网 https://www.cnki.net

结合实际情境，学生在完成真实情境中的学习和评价任务后能够掌握相关知识.

例如：单元的核心任务是自己设计并搭建桥梁模型. 学生通过教师设计的教学活动了解桥梁所要克服的力，认识到生活中常见的力(重力、弹力、摩擦力). 等学生有了力的基本知识后，通过活动引导学生探究出不同类型的桥梁结构的原理，从而掌握力的合成与分解. 在活动中将“力的合成与分解”作为一个整体，来解释不同的桥梁设计原理. 最后学生利用所学设计并搭建自己的桥梁模型，在搭建过程中学生进一步体会共点力的平衡及其应用. 具体的单元教学目标如下.

(1) 了解桥梁设计当中涉及到的力及其特点. 思考不同桥梁的结构原理，了解力的合成与分解. 在具体的桥梁结构中，运用共点力平衡来解释并搭建自己的模型，深化相互作用观念的建立(物理观念).

(2) 通过不同桥梁结构达成相同的设计效果，体悟等效的思想方法. 并思考何种结构更有优势，学生经历分析受力问题，建构物理模型的思考过程. 学生在具体的搭建桥梁的过程中也能使用共点力平衡条件来处理(科学思维).

(3) 学生在探究过程中能利用数字化实验器材获取数据，用图表等方式呈现数据，分析得到初步的结论，并改进实验. 学生经历发现问题、合理猜测、分析论证、得出结论、解释说明、讨论交流的科学探究过程(科学探究).

(4) 通过“桥梁结构”的学习，认识物理学解决实际问题的作用，通过了解桥梁建造中的物理知识，体会科学进步对人类生活和社会发展的影响，知道科学·技术·社会·环境存在相互联系(科学态度与责任).

后文主要以“力的合成与分解”的教学内容为例，阐述如何设计单元视域下的系列教学活动.

3 单元教学系列活动的设计

3.1 索道桥——力的合成

以“力的合成与分解”为例，第 1 课时的内容是“力的合成”. 教师设计的活动不能直接灌输给学生知识点，而要设计相应的活动情境，建构主义认为，知识不是通过教师传授得到，而是学习者在一定的情境下，借助其他人(包括教师和学习伙伴)的帮助，利用必要的学习资料，通过意义建构的方式获得. 所以教师要通过一系列的活动让学生在学习过程中自然而然认识到物理知识，并用物理直接解决问题情境.

活动 1：如图 1(a)所示，教师让学生隔开一定距离试着将长绳拉直，如果教师挂上重物，再试着让绳子保持水平. 思考，如果进一步增加重物会发生什么现象？

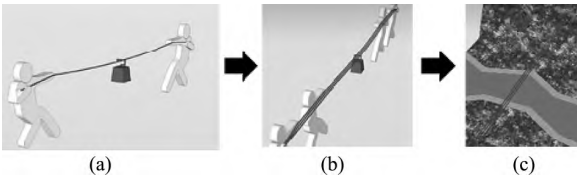

图 1 由活动引出教学主题

学生在体验的过程中，发现绳子会自然下垂，要保持绳子水平需要施加一定的力，如果挂上重物后，依旧要保持绳子的水平，则需要更大的力(或需同伴一起帮忙拉). 同时会意识到继续增加重物会使得绳子发生断裂，如果要让绳子承受住更多的重物则需要更多的绳子提供拉力，如图 1(b)所示. 在活动中，学生也能直观感受到合力一定的情况下，夹角越大，分力越大这一规律. 通过活动得出的经验体会要远比教师讲授来得记忆深刻. 在活动中，教师对学生的回答进行肯定，同时提出：如果将重物换成卡车，绳索上附上木板，学生就发明了最简单的桥梁结构. 可以通过架起钢索来搭建两座山之间的桥梁，如图 1(c)所示，呼应了单元的核心任务，也让学生意识到所学知识和实际生活生产的关联.

通过活动便引出了教学的主题，而且学生在活动中的体验便成为了学生进一步学习的感性经验. 教师接着追问：刚刚我们用一根承受力强的绳子达到的效果也可以用多根绳子来达到相同的效果. 在研究力学问题时，如果我们都能找到一个力来代替这么多力，表示它们总的效果，研究的力学问题不就简单了吗？所以我们之所以要研究力合成，正是为了将复杂问题化繁为简. 学生相互交流感受与想法：一个力代替几个力作用遵循什么规律呢？

活动 2：可以通过刚刚的活动 1 来帮助我们研究力的合成过程中遵循的规则. 那么我们该如何设计实验. 思考如何测试合力？如何显示效果？怎么样才算等效？

活动中的情境不单要起到吸引学生的目的，还要帮助学生为之后的学习做铺垫. 在图 1(a)中的情境中，学生其实已经对二力合成有了直观的感受，教师在这基础上进一步帮助学生规范设计实验，引导学生逐步完善实验过程. 学生先提出要保

中国知网 https://www.cnki.net

证一个力作用和两个力作用效果相同;为了显示效果可以改用弹簧,使弹簧形变相同;为了明确等效的效果,可以保证一端固定,另一端拉到同一点.由此学生完善了实验设计,通过实验探究得出力的合成遵循平行四边形定则,如图 2 所示.让学生意识到学习的过程即是解决实际问题的过程,让学生有学有所成的收获感.[3]

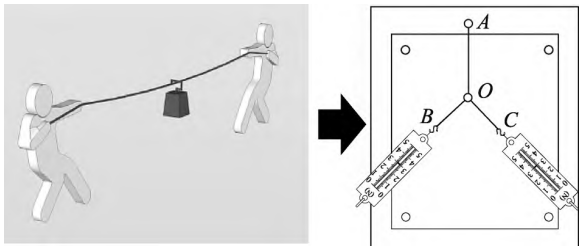

图 2　活动情境转化为实验设计

活动 3:再看最初的情境,这个桥梁架在高空,其实并不稳定,大风吹时桥会晃动.结合所学,你有什么办法完善设计让桥更加稳定.

教师设计系列活动要环环相扣,通过活动 1 引入主题,通过活动 2 来帮助学生进一步学习知识,而后通过活动 3 来帮助学生应用所学并解释问题.通过这一系列的活动,学生逐步掌握解决问题的方法.学生可能会设计几根绳索来拉住桥的两侧,使得桥面稳定而不晃动的方法,教师让学生说明其原理,学生能够用力的合成知识来解释,如图 3(a)所示.这一活动,就能帮助教师评价和诊断学生对知识的掌握程度.教师进一步引导学生,在实际生产中,当桥面向左晃动时,如果像图 3(a)一样来稳定桥面,则左侧的绳子其实并没有拉紧,是没有力的,让学生思考如何完善设计,学生改进后得出图 3(b).这样两侧的绳子(稳定索)都能对桥面起到稳定作用.教师对学生的设计表示赞许,并展示现实中的索道桥就是如此设计.学生通过这一系列活动,从直观体验到物理知识的学习,最后得出了索道桥的基本结构,并能对其原理进行简单的解释,这对学生的学科素养提升有着显著的帮助.

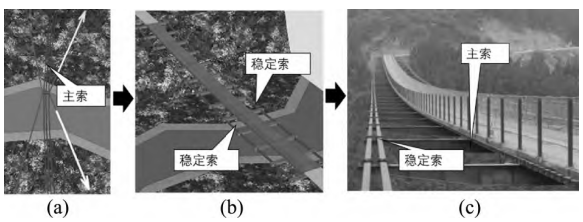

图 3　联系真实情境

3.2　外倾非对称拱桥——力的分解

以“力的合成与分解”为例,第 2 课时的内容是“力的分解”.为了保证单元活动设计的系统性,要保证教学活动的连续,否则不同课时的活动毫无关联,对学生系统掌握知识结构是不利的.因此在“力的分解”的教学中,教师设计的活动依旧应该以桥梁结构为例,让学生在活动中逐步体会力的分解这一方法并掌握之.

活动 4:在力的合成中,我们搭建了索道桥.在不便于建立桥墩的情况下,索道桥具有优势.普通的河流上往往可以通过建立桥墩来支持桥面,如图 4(a)所示.如果河流上的船只来往频繁,你发现了什么问题?你会如何改进设计?

和上节课的活动呼应,面对不同的现实情况,学生思考如何改进桥梁的结构.学生容易想到桥墩不利于船只的通行,应该把桥墩去除,但是这样会导致桥面没有支持.桥面仍需要有力来提供相同的效果,当学生如此思考的时候,就已经初步学会对问题情境进行建模和受力分析了,并能从等效替代的原理思考如何改进桥梁结构.教师可以提供素材并指导学生,让学生想到可以通过绳索悬挂来支持桥面,如图 4(b)所示.在学生的讨论中,可以得到拱桥的基本结构,如图 4(c)所示.教师还可以询问学生如何得出绳索的合力,学生利用力的合成相关知识,可以对问题进行简单分析,也能从平衡的角度得出绳索的合力与桥面重力等大反向的知识.学生体会到自己一步步的思考和现实问题的解决是相贴切的,学生就会从中感受到成就感,并有兴趣进一步地思考和学习.

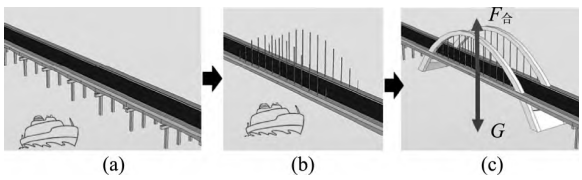

图 4　拱桥的设计

活动 5:如同索道桥的稳定索一样,如果希望在桥面也存在水平方向的力来保持稳定,你有什么办法?不额外增加绳索,能办到吗?

让学生意识到现实情境的复杂性,让学生深入思考问题.如图 5 所示,学生会思考既要存在一个向上的力来维持桥面不坍塌,也需要水平的力来维持稳定.在不增加绳索的情况下,可以将绳索倾斜,如图 5(c).这样这个倾斜力的效果就可以起到水平和竖直两个方向的作用效果.在这一思考过程

中国知网　https://www.cnki.net

中，学生就理解了按照力的作用效果分解力这一教学重点，在活动中的所得，更能让学生记忆深刻. 在此基础上，教师可以和学生介绍这种方法被称为力的分解，之后教师再进行力的分解的课堂教学，让学生进一步体会到虽然力的分解有无数种情况，但是面对具体问题，我们往往按照力的效果来进行分解. 通过刚才的活动学生有了直观体会，就能更好理解力的分解这一方法.

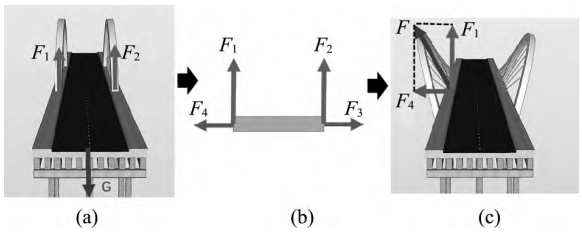

图 5　外倾拱桥——力的分解

活动 6：由于实际桥梁建造过程中，桥面的质量不一定对称分布，也可能由于往来车流量不同，导致桥面一侧的重力大于另外一侧(也可能出于美观或经济的原因)，如图 6(a)所示. 此时依旧要保持桥面的稳定，你认为该如何调整？

将问题情境进一步贴合现实情境，增加学生处理真实问题的能力，对提升学生的核心素养有着重要作用. 如图 6(b)所示，学生根据力的分解知识回答：由于桥面右侧的重力大于左侧，所以右侧绳索的竖直分量要更大，所以左侧的拱平面与水平面的夹角更小. 教师肯定学生的回答，恭喜学生发明了非对称外倾拱桥. 之后，教师将拱作为研究对象，让学生举一反三，如图 6(c)所示，让学生对拱自身的重力 G 和受到的绳索拉力 F 进行分解，将 F 分解为 F_1、F_2，G 分解为 G_1、G_2. 由于要保持拱的稳定，G_1 和 F_1 应该大小相等而抵消，G_2 和 F_2 在都在拱平面内，即拱受到的所有力尽可能都在拱平面内，由拱来承担，而这就是非对称外倾拱桥维持稳定的基本结构原理.

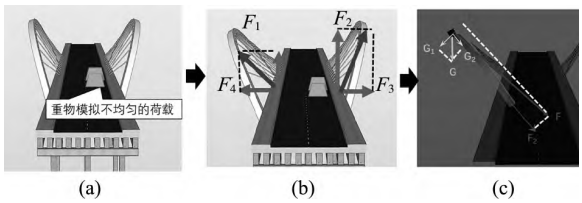

图 6　非对称外倾拱桥

通过一系列的活动设计，学生在解决实际问题的过程中，习得了力的合成与分解的相关知识，并且通过一系列系统的教学活动，学生脑海中的知识也更加结构化，当学生面对类似问题时，能够更好运用所学到的方法处理具体问题.[4]

3.3　引桥和悬臂桥梯——模型构建

“力的分解”的课堂教学中，教师还要传授学生两类常见的物理模型：“斜面模型”和“杆绳模型”. 在单元教学系列活动设计的过程中，重要的物理模型需要教师设计相关活动来帮助学生学习. 但有别于课时教学中的教师只注重讲授模型，单元教学中教师要让学生认识到模型的作用，更要让学生能够在具体情境中识别出模型. 只有学生能在具体情境中构建出模型，学生才算真正掌握了模型，否则学生即便知道了相关模型，面对不同的情境也会无从下手，就不能说学生真正学会了模型的构建.

活动 7：教师展示如图 7 所示的引桥，学生思考为什么不直接直线上桥，而要做一个螺旋上升的引桥？讨论一下，说明理由.

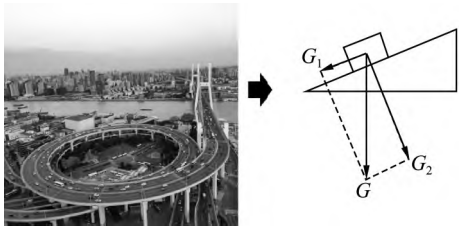

图 7　斜面模型解释引桥

单元教学过程中，不是直接传授学生一个物理模型让学生去解决问题，而是在解决实际问题当中，学生构建物理模型，运用物理知识进行解释. 学生回答：如果直接直线上桥，则坡度太大，车辆爬坡时所受的重力起了两个效果，一是使车辆产生下滑趋势，二是使车辆紧压斜面，将重力按图 7 分解. 可见，如果坡度太大则重力沿斜面的分力太大不利于汽车上桥，所以通过螺旋上升的方式设计引桥能够保证车辆安全开上桥面.

活动 8：汽车通过引桥上桥，人可以走桥梯. 教师展示悬臂桥梯如图 8(a)所示. 这个桥面是如何做到悬空的？类似的结构，生活中你还能找到吗？

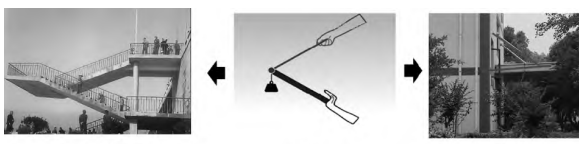

图 8　杆绳模型解释悬臂桥梯

学生讨论，教师可以通过让学生进行如图 8(b)所示的活动来感受力的效果.　(下转第 22 页)

中国知网　https://www.cnki.net

续表

<table>
<tr><th>物理学史</th><th>长度</th><th>温度</th></tr>
<tr><td>后来有了定量的计量标准，出现了国际米原器，摄氏温标和华氏温标. 1983 年国际计量大会定义“1 米”：光在真空中 1/299792458 s 内所通过的距离. 这些标准都依赖于某一物质</td><td rowspan="2">
国际米原器
国际单位制(SI)的 7 个基本单位
<table><tr><th>物理量</th><th>单位名称</th><th>单位符号</th></tr><tr><td>长度</td><td>米</td><td>m</td></tr><tr><td>质量</td><td>千克</td><td>kg</td></tr><tr><td>时间</td><td>秒</td><td>s</td></tr><tr><td>电流</td><td>安[培]</td><td>A</td></tr><tr><td>热力学温度</td><td>开[尔文]</td><td>K</td></tr><tr><td>物质的量</td><td>摩[尔]</td><td>mol</td></tr><tr><td>发光强度</td><td>坎[德拉]</td><td>cd</td></tr></table></td><td rowspan="2">
摄氏温标
华氏温标</td></tr>
<tr><td>热力学温标与测温物质及其属性无关. 1960 年国际计量大会规定热力学温度的单位为开尔文(K)，并将其作为国际单位制(SI)中温度的基本单位. 用玻尔兹曼常量定义 1 K</td><td>热力学温度(T)可由摄氏温度(t)导出：$T=t+273.15$ K</td></tr>
</table>

设计意图：结合生活中的温度计，归纳出温标的三要素，建立温标的概念；理论联系实际，发展学生的科学推理能力. 将长度和温度类比，介绍温标和温度计的发展过程；将物理学史和中国古典文化融入课堂，在提升学生学习动力和文化自信的同时，促进跨学科思维能力的发展.

4 小结

科学推理能力的培养对于物理学习是至关重要的.[6] 在教学中要有意通过实验设置层层递进的问题情境串，引导学生通过主动观察、思考、讨论、猜测、实验、探索等活动，强化理论联系实际意识，引导其利用旧知识推理生成新知识，促进其思维发展.

参考文献：

1 田雪葳，姜春明，张启业，等. 基于物理情境的高中生科学推理能力测评与教学建议[J]. 物理教学，2023，45(12)：7－12，71.
2 俞国富. 科学推理及其在高中物理教学中的策略[J]. 中学物理，2019(5)：20－24.
3 王强. 逻辑思维链在物理概念建立过程中的应用——一次师范生讲课比赛后的反思[J]. 物理教学，2021，43(7)：16－18.
4 刘媛. “情境串—问题链”在地理教学中的运用——以人教版高中地理必修第一册“气象灾害”第一课时为例[J]. 新课程教学(电子版)，2022(11)：137－138.
5 葛海霞. 贯穿式实验情境在“细胞的功能主要由蛋白质完成”教学中的应用[J]. 生物学教学，2024，49(5)：49－51.
6 蔡钳，陈继红，曹卫东，等. 创设真实情境 培养科学思维[J]. 物理教师，2021，42(12)：10－13.

(收稿日期：2024－06－28)

(上接第 17 页)

基于感受，学生进一步用力的分解相关知识来解释现象. 虽然现实问题的情况不能简单视为轻质的杆和轻绳，但是学生通过学习能够初步了解这种结构的基本原理，并在日常生活中寻找类似的结构，如图 8(c)所示校园中的雨棚.

其实一个物理模型如果对学生学习十分重要，就说明日常生活中存在大量运用该模型的情况，所以教师设计的一系列活动就应当帮助学生认识到这些存在于实际生活当中的物理模型. 若生活中难以找到具体的情境反而说明这个模型并不十分重要. 所以，在教学活动中要关注如何引导学生从现实情境中构建模型的能力，并设计一系列教学活动来帮助学生认识和体会模型的作用.

4 结语

在单元视域下的教学系列活动设计中，教师不仅要注重知识点的传授，更要重视学生学科核心素养的全面培养. 通过精心策划一系列系统且连贯的系列教学活动，将抽象的物理概念和模型与真实情境相融合，引导学生在解决具体问题的过程中构建起坚实的知识结构，并逐步发展出科学的思维方式. 同时，在这一过程中也能为学生未来学科素养的提升和发展奠定坚实的基础.

参考文献：

1 姚建民. 以“学科＋”的形式进行指向核心素养的物理学科课程设计——在单元设计视域下[J]. 物理教师，2018，39(6)：36－39.
2 董文杰. 学科核心素养背景下高中物理单元教学设计的探索——以人教版第 3 章“相互作用——力”为例[J]. 物理教师，2020，41(10)：14－16.
3 蔡铁权，郑瑶. 基于物理观念的高中物理单元设计——物理观念教育思考[J]. 物理教学，2020，42(1)：5－9.
4 潘苏东，童大振，汪大勇. 中学物理单元教学设计流程的探讨[J]. 物理教师，2021，42(4)：11－13，17.

(收稿日期：2024－07－02)

中国知网 https://www.cnki.net