



教学设计与实施

基于卡甘合作学习结构的教学设计*

——以“机械能守恒定律”一节为例

李小锋 裴姗姗 马晓兰

(湛江市第二中学 广东 湛江 524000)

袁 勇

(佛山市顺德区第一中学 广东 佛山 528300)

(收稿日期:2021-09-05)

摘要:教师在教学过程中不仅要注重学生建模能力的培养,还要促进学生积极参与到教学活动中。“机械能守恒定律”一节采用卡甘合作学习结构并进行科学建模,对落实物理学科核心素养具有极大地促进作用。

关键词:卡甘合作学习结构 科学建模 机械能守恒定律

我国教育部制定的《普通高中物理课程标准(2020年修订)》明确指出模型构建是科学思维的要素之一。教师在教学过程中应该逐步渗透建模的思想,培养学生的建模意识和能力。然而如何设计教学让学生实现主动学习、深度学习是一线教师需要认真思考和探讨的问题。经过大量的文献调研和长期的教学实践分析后发现,采用卡甘合作学习结构进行物理教学能有效促进学生科学建模能力的提升,提高学生学习的积极性和效率。

1 科学建模简介

北京师范大学郭玉英研究团队经过多年来的研究认为,科学建模能力是主体意识对客体现象复杂加工过程中表现出来的个性化心理品质^[1]。学生基于原有认知、实验观察从真实情境中提取能够表征现象或规律的关键信息,如图像或物理量,通过描述和解释现象或规律暴露出学生的前概念或模型存在的问题,从而对学生内隐的心智模型或建构的物理模型进行补充和修正,完善模型。因此,教师在教学中应注重学生建模能力的培养,促进学生形成正确的物理观念。

然而,物理教学很容易变成教师满堂灌和学生被动接受的尴尬局面,学生个体的迷思概念很难被发现和纠正,这导致物理课堂枯燥无味,学生逐渐失去学习兴趣。

2 卡甘合作学习结构简介

卡甘合作学习结构是由曾任教于美国高校的卡甘(Spencer Kagan)教授提出的旨在促进合作学习和主动投入的交互式教学方法^[2]。教师可以根据不同的教学内容加以相应的结构形成一节内容丰富的教学活动,即“内容+结构=活动”。

“结构”是卡甘与其他合作学习理论倡导者的差异所在,简单地说,结构是一种教学策略,用以规定学生与教师、学生与教学内容、学生与学生之间如何发生互动,教师只要将特定的学科教学内容镶嵌到合作结构中,就能创造出一个个新的活动来^[3]。结构的多样性能成为学生枯燥学习的调味品,为课堂带来乐趣;学生四肢动起来,大脑处于兴奋状态可以使思维活跃、注意力集中^[4];每个学生获得表达想法的机会,提升学生的社会存在感、认同感和自我价值感。

* 广东省教育科学规划课题“基于卡甘结构法的高中物理教学设计的研究”,课题编号:2019YQJK410;广东省教育科学规划课题“基于学习进阶的高中物理单元学习过程设计的行动研究”,课题编号:2021ZQJK062;湛江市教育科学规划课题“高考评价体系下的高中物理教学研究”,课题编号:2021ZJYB056

3 教学流程

必修二第八章第4节“机械能守恒定律”一节为例,探讨如何采用卡甘合作学习结构进行科学建模的物理规律课教学,建模流程如图1所示。

结合以上理论分析和研究,以人教版高中物理

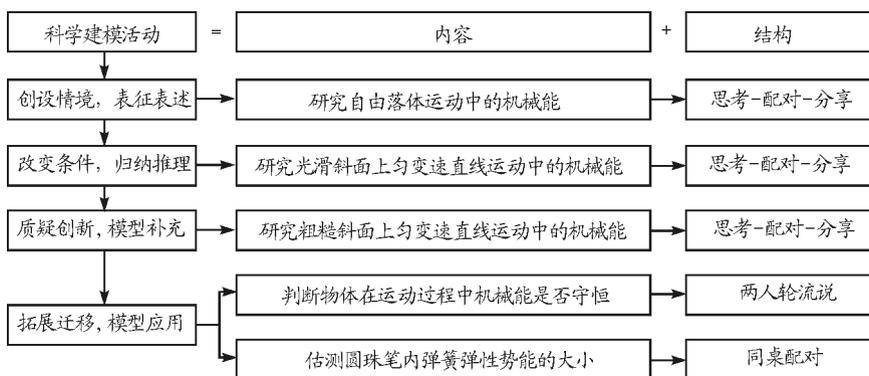


图1 基于卡甘合作学习结构的科学建模流程——机械能守恒定律

4 教学活动片段赏析

4.1 创设情境 表征表述

教师播放奥运会中国运动员的跳板跳水过程,引导学生复习动能、重力势能和弹性势能之间的转化关系,介绍机械能的基本概念,提出疑问:运动员从最高点向下运动的过程中他的机械能如何变化呢?

教师引导学生把运动员抽象为质点,将运动过程抽象为自由落体运动,提取物理参数,从重力做功角度探讨重力势能减少量和动能变化量的关系。

内容 1:研究小球做自由落体运动中的机械能。

质量为 m 的小球由离地面高为 h 的位置自由下落,如图2所示,落地时速度为 v ,重力加速度为 g ,以地面为参考平面,忽略空气阻力,求:

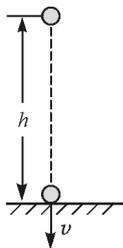


图2 小球做自由落体运动

(1) 小球下落全程中重力做功与重力势能减少量的关系;

(2) 小球下落全程中重力做功与动能变化量的关系;

(3) 分析小球的重力势能减少量与动能变化量之间的关系;

(4) 如果只研究其中一段过程,如图3所示,经

过离地面高为 h_1 的位置1和离地面高为 h_2 的位置2时速度分别为 v_1 和 v_2 ,则上述表达式将有什么变化。

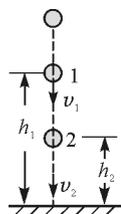


图3 自由落体运动中的一段过程

学生:

$$W_G = mgh_1 - mgh_2 \quad (1)$$

$$W_G = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (2)$$

$$mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (3)$$

移项后可得

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (4)$$

结构 1:两人“思考—配对—分享”。

使用规则:课前将同桌两人进行编号,分别为A和B。操作步骤如下。

(1) 每人自主学习 2 min,将分析结果写在纸上,老师计时,时间到,停止作答。

(2) 同桌两人将分析过程放在一起对比,A先向B讲解自己的分析过程,B认真倾听,并与自己的结果进行对比,找出相同和不同点。交换角色,B在向A表示感谢后讲解,A认真倾听。每人讲解时间控制在 1 min 之内,在分析过程中,要求头对头低声说,不影响其他组。

(3) 最后两人将结果整理,尽可能得出彼此都认可的分析方法,时间 1 min.

(4) 教师随机抽取一组学生将分析过程投影在屏幕上(或者在黑板上写出分析过程),任意抽取 A, B 其中一人进行汇报,如果汇报不够顺利,另一人进行补充说明.

(5) 其他人对汇报结果进行反馈,得出统一结论,并对汇报人表示肯定和鼓励.

实践分析:(1) 内容. 教师创设真实的物理情境,将运动抽象为简单的自由落体运动物理模型,符合学生基本认知规律.(2) 结构. 学生先自主学习,这决定每个人在学习中需要承担自己的责任. 在配对交流中,绝大部分学生都乐意参与进来,组织语言分析自己的思路并认真听取同桌的表述,当遇到不同意见时学生会马上提出自己的看法,教师能够观察到学生从疑惑到欣喜的表情变化. 对于无法达成一致意见的小组,在分享环节学生会更加仔细倾听. 当听到“小球的重力势能变化量等于动能变化量”时,马上有学生提出“重力势能变化量是负值,动能变化量是正值,应该是重力势能的减少量等于动能的增加量”. 学生对物理量的理解更加到位,语言描述更加精确. 整个互动过程中学生更多关注的是问题本身而不是自己是否会回答错误,在这种积极和谐的学习氛围中学生学习倾听、表达、辩论,思维更加发散,班级存在感和个人价值感获得极大的提升.

4.2 改变条件 归纳推理

如果小球不是做自由落体运动,而是在斜面上运动,它的机械能会如何变化呢?

内容 2:研究小球在光滑斜面上做匀变速直线运动时的机械能.

在光滑固定的斜面上静止释放一个质量为 m 的小球,如图 4 所示,小球先后经过离地面高为 h_1 的位置 1 和离地面高为 h_2 的位置 2,在位置 1 和位置 2 的速度分别为 v_1 和 v_2 ,斜面倾角为 θ ,重力加速度为 g ,以地面为参考平面,忽略空气阻力. 请分析小球从位置 1 到位置 2 过程中:

- (1) 重力做功与重力势能减少量的关系;
- (2) 合力做功与动能变化量的关系;
- (3) 小球的重力势能减少量与动能变化量之间的关系;
- (4) 小球在位置 1 的机械能和在位置 2 的机械

能之间的关系.

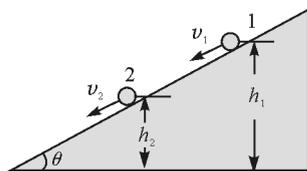


图 4 小球在光滑斜面上做匀变速直线运动

结构 2: 两人“思考—配对—分享”

结构法的使用规则不变,两人先独立思考,然后互相解释自己的分析思路,对不同观点进行整合,并与汇报同学的解析过程进行对比,在教师的指导下得出统一结论.

实践分析:(1) 内容. 竖直面拓展为光滑斜面,学生对小球重新做出受力分析,判断各个力的做功情况,利用动能定理得出动能的变化量. 学生常见的易错地方在配对交流环节中快速被捕捉并修正,极大促进了学生物理观念的建立. 教师为学生铺设难度逐渐增加的台阶,有助于学生复习和巩固受力分析及做功的基本知识,更为复杂情境做准备.(2) 结构. 这个过程更多的是关注学生建模能力的培养及迷思概念的暴露和解决,依旧采用熟悉的“思考—配对—分享”的结构. 学生间的交流更加频繁,伴随着激烈的辩论,观点的碰撞让学生更加投入到思考中. 学生感受到的是学习的乐趣、思考的力量,这种深刻的学习体验是学生一生的财富.

4.3 质疑创新 模型补充

内容 3:研究小球在粗糙斜面上匀变速直线运动时的机械能.

将内容 2 中的光滑斜面改为粗糙斜面,其他条件和问题保持不变,请学生分析结果将会有何不同.

结构 3: 两人“思考—配对—分享”.

结构法的使用规则和操作步骤不变,教师可根据学生的具体情况进行时间调整. 在学生汇报完毕后,教师引导学生总结机械能守恒的条件.

教师: 小球重力势能的减少量是否还与动能的增加量相等? 有什么关系呢?

学生: 小球重力势能的减少量比动能的增加量要大.

教师: 为什么小球减少的重力势能没有完全转化为小球的动能呢?

学生: 小球与斜面之间摩擦产热.

教师: 此时小球的机械能如何变化?

学生:小球机械能变小。

教师:请同学们结合以上分析从做功和能量转化的角度总结出机械能在何种情况下保持不变。

实践分析:(1)内容.光滑斜面变为粗糙斜面,小球的受力更加复杂.学生写出动能定理并移项后发现,初、末状态的机械能不相等,有学生解释“小球受到摩擦力作用”“摩擦产热”“一部分机械能转化为内能”“减少的重力势能没有完全转化为动能”等.此时教师引导学生从受力、做功和能量转化的角度对模型进行归纳推理,适当拓展至有弹力做功的情况,得出机械能守恒定律.(2)结构.学生经历了3次同桌“思考—配对—分享”的过程,基本掌握合作技巧.在语言表达方面能够实现低声说、简洁表述等基本要求,及时反馈问题并探讨.学生沉浸在思考和探讨的浓厚氛围里,说明卡甘合作学习结构对学习过程有极大地促进作用。

4.4 拓展迁移 模型应用

内容 4:判断下列物体在运动过程中的机械能是否守恒。

如图5所示:(a)小球做平抛运动;(b)小球在轻绳作用下在竖直平面内绕O点做圆周运动;(c)跳伞运动员匀速下降;(d)小明同学乘电梯从1楼上升至10楼。

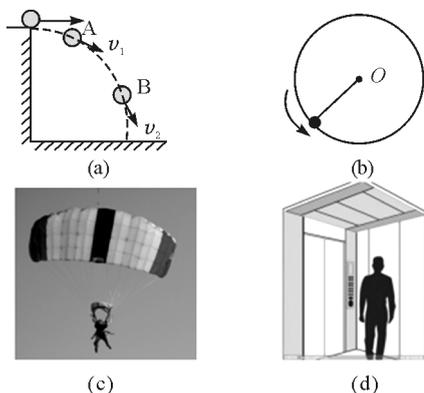


图5 判断物体在运动过程中的机械能是否守恒

结构 4:两人“轮流说”。

使用规则:课前将同桌两人进行编号,分别为A和B。

操作步骤如下:

(1)A独立判断(a)和(c)两个问题,B独立判断(b)和(d)两个问题。

(2)A向B分析自己的判断过程及结果,B倾听;然后A和B互换角色,B讲A听.在分析过程中

如遇到不同的意见同桌两人讨论交流,如果无法达成一致意见可暂时搁置,分析下一个问题.在分析过程中,要求头对头低声说。

(3)教师任意抽取一组学生汇报.在汇报时,A和B交叉分析对方的题目,即A分析(b)和(d),B分析(a)和(c),促使学生自主和合作学习,尝试理解他人的观点。

(4)在汇报过程中,如果对汇报有异议,可直接提出并讨论,但要注意语气和用词,教师在必要时给予指导。

实践分析:(1)内容.在遇到具体情境或较复杂的问题时,学生会不假思索地用前概念分析问题,这是一种思维定势.交流中,同桌两人很快出现争议:做平抛运动的小球机械能守恒,但竖直平面内的圆周运动中,学生会不假思索地认为绳子拉力对小球做功,机械能改变.跳伞过程中认为匀速运动时动能不变,机械能也不变.有学生误认为电梯加速时人的机械能增加、减速时机械能减少.前概念被暴露出来后,与新知识的矛盾得到修正,建立科学的物理观念.(2)结构.轮流说的模式极大地将矛盾暴露出来,促使学生寻找证据支撑自己的观点,在他人分享时注意观点的漏洞,及时提出解决方法.当学生各分两派讨论跳伞运动员的机械能和乘电梯中人的机械能的变化时,整节课的气氛达到高潮.学生学会反思,欣赏他人,思维通过发散和整合变得更加严谨。

内容 5:估测按压式圆珠笔内弹簧弹性势能的大小。

日常使用的按压笔在按压后笔内弹簧具有一定的弹性势能,设计实验方案并粗略测量弹簧的弹性势能.每支按压笔的质量为5.3 g, g 取 9.8 m/s^2 。

结构 5:同桌配对。

使用规则:(1)同桌两人共同设计实验方案,并进行尝试。

(2)实验操作时,明确各自分工,两人协同实验,一人负责读数和记录.实验完毕,一人负责填写实验步骤,另一人填写注意事项。

(3)同桌两人分别进行数据处理,得出具体结果。

(4)教师任意抽取一组同学进行汇报,并与其他同学的结果进行对比。

实践分析:(1)内容.利用抽象的物理规律解决

物理实验



竖直圆周运动实验创新

——超重失重可视化

刘继述

(彭州市彭州中学 四川 成都 611930)

(收稿日期:2021-09-14)

摘要: 竖直平面内的圆周运动在高中主要讲两类模型:“轻绳球模型”和“轻杆球模型”. 学生最难理解的是小球在运动过程中每一点的受力情况以及超重失重问题, 因为无法从实验中直接观察出来, 只能依靠理论计算. 因此, 为了让学生能够更加直观地从实验中直接观察到每一点的受力情况以及超重失重状态, 笔者利用精密电子秤以及圆轨道设计了一种超重失重可视化实验装置.

关键词: 圆周运动 超重 失重 可视化 创新实验

1 介绍

竖直平面内的圆周运动是高中物理必修二学习的重点内容, 尤其是其中的两类模型:“轻绳球模型”与“轻杆球模型”. 由于, 当前实验条件的限制, 故而绝大多数的教师在讲解此知识点时, 仅仅只是使用简单的圆轨道进行简单的演示实验, 然后直接理论

实际问题是个难题, 部分学生一时不知所措. 有学生不断尝试后发现, 可以测量笔弹起来的高度求出重力势能, 进而转化为弹簧的弹性势能. 教师创设具体的问题情境, 让学生体会利用物理知识解决实际问题的优势, 不仅巩固、深化和活化对规律的理解, 也让学生学到分析问题的方法, 提高解决问题的能力, 培养创造力^[5], 同时领会守恒思想在物理学中的重要作用. (2) 结构. 学生的分工协作、沟通交流、质疑创新、人际交往等能力得到极大提升, 学习兴趣和动力也在轻松欢快的探索环境中得以提高, 实现了深度学习的目标.

5 总结

采用科学建模的方法, 学生经历表征表述、归纳推理、质疑创新、模型补充、迁移应用等环节, 模型建构能力得以提升, 迷思概念得以暴露并进行修正, 学

分析. 由前面学习过的向心力以及超重失重知识分析得到, 通过两类模型的最高点时, 小球的速度达到速度的临界值, 以及在最高点加速度方向向下所以失重, 而在最低点时加速度向上故而超重. 从理论的角度去分析, 学生可以理解, 但是这样的方式仅仅只是理论上的认识, 却缺失了实验的证明. 对于物理规律的实验证明无疑是非常重要的环节^[1]. 因此, 既要

会应用物理知识解决问题, 形成对科学本质的认知. 采用卡甘合作学习结构能有效提高学生的参与度, 激发学习的积极性, 形成积极的学习氛围, 提升自主学习能力, 促进学生物理核心素养的提高, 落实学科育人的重要目标.

参考文献

- 1 袁勇, 付民, 罗莹. 基于培养与提升科学建模能力的教学设计研究——以“洛伦兹力”一节课为例[J]. 物理教师, 2019, 40(9):21~26
- 2 斯宾塞·卡甘, 米格尔·卡甘, 劳里·卡甘. 59种卡甘合作学习结构[M]. 广州: 广东教育出版社, 2019. 6~7
- 3 牟尚婕, 潘鸯鸯, 盛群力. 聚焦卡甘合作结构法: 使合作学习成为课堂常态[J]. 课程教学研究, 2015(3):4~5
- 4 马兰, 盛群力. 多彩合作课堂[M]. 福州: 福建教育出版社, 2013. 35~39
- 5 郭玉英. 中学物理教学设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016. 75