

项目式学习参考案例

设计者 (不超过 5 人)	李娟、魏巍
所在单位	山东大学附属中学
项目主题	创作能击中目标的投石机
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 学科项目 <u>物理</u> (注明学科) <input type="checkbox"/> 跨学科项目
实施年级	八年级
学时安排/学习时长	6 学时/两周

一、项目简介

本项目以“设计并制作投石机，参加投石机攻城大赛”这一情境为载体，以“怎样创作能击中目标的投石机”为驱动问题，引领学生组建团队、制定计划、合理分工完成投石机的设计、制作、试投以及改进，参加投石机攻城比赛。学生在完成项目任务，形成作品的过程中，将工程设计、制作与学科知识建构并行发展，提高对知识的自主建构能力，加深对杠杆、功、能量及其转换等核心知识的理解，初步形成能量转化及守恒的物理观念，实现学科内容与外部世界的关联，培养学生的交流合作能力、问题解决能力和实践创新能力。

二、设计依据

从课标的角度来讲，学生在设计、制作投石机的过程需要了解杠杆的构成要素，建立杠杆模型，探究并了解杠杆平衡的条件，能对杠杆进行分类；在使用投石机投掷的过程中，学生基于投掷的距离及准确度等问题的解决，需要学习功、能量以及动能和势能相互转化的知识。以上学习内容符合物理课程标准对杠杆、功、能量、机械能、动能与势能、能量的转化等相关内容的要求。项目内容也符合课程标准跨学科实践相关主题——物理学与工程实践中“了解我国古代的技术应用案例”的要求。

从教材角度讲，本项目涉及的杠杆、机械功、动能和势能、机械能及其转化的教学内容的学习是对教材内容校本化的设计，项目教学内容对应上海科学技术出版社 2024 版教材第十章《功与机械能》“机械功”“动能和势能”“机械能

转化及其应用”和十一章《简单机械》“探究：杠杆平衡条件”四节内容。

从学情角度讲，本项目实施对象是八年级下学期的学生，在学习能力方面，学生已具备了一定的分析问题、解决问题的能力以及小组合作交流能力；在知识储备方面，学生已了解力、力与运动相关知识，但对于较为抽象的功和能量概念理解起来会有一定困难。在社会经验方面，学生对生活中的机械缺乏一定使用经验，不利于杠杆模型的建构。

三、学习目标

（一）能从运动与相互作用的关系出发，建构杠杆模型，搭建投石机主体结构；能依据杠杆的平衡条件，对杠杆进行分类，阐释不同类型的杠杆的特点；能根据投石机对力和投射臂移动距离的实际需求，为其选择合适的支点位置。（运动与相互作用观念、模型建构）

（二）能从功能关系的角度出发，调整投石机的动力装置，改变投石机做功的多少；能从能量守恒的视角出发，依据动能和势能的影响因素，调整投石机投掷时的能量，改变沙包的投掷距离，形成“使用机械可以实现能量的转化和转移”观念。（能量观念、科学论证）

（三）能运用批判性思维和创新性思维，辩证地看待自己作品的优点和缺点；能多角度思考问题，利用跨学科的知识完善自己的作品，改进投石机投掷的远度和准度。（质疑创新）

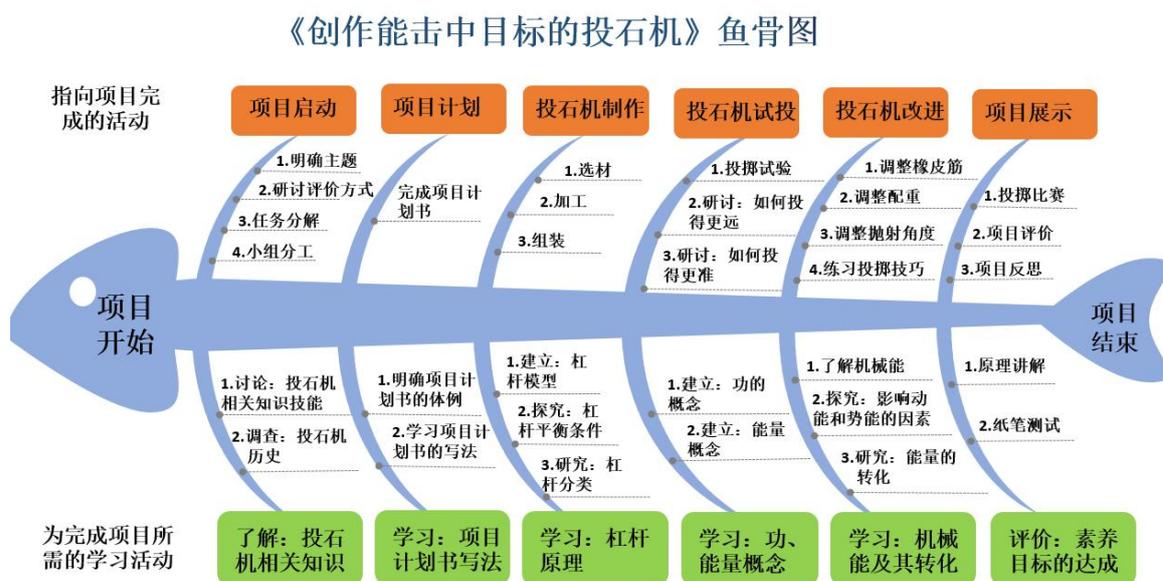
（四）具有交流合作的意识，能进行组内及组间的合理分工，完成项目任务，能进行项目作品的宣讲、交流及展示。（合作、交流）

四、学习过程

（一）整体思路图

项目开展的过程中，学生需组建团队、制定计划、合理分工完成投石机的设计、制作、试投以及改进等子任务。在子任务驱动下开展科学探究、调查研究、合作交流等学科活学习动，实现深度学习。项目的整体构思如下图所示，上排鱼刺指向项目完成的活动，下排鱼刺指向学习活动，体现了项目逻辑与学科逻辑相

融合的特点。



(二) 项目启动

1. 教师就“投石机”这一项目进行介绍，学生明确项目主题及要求

教师向学生介绍该项目的主题，提出项目完成的过程性要求和终结性要求，展示项目的最终作品结果，和学生一起欣赏、体验往届优秀作品。



2. 实践体验：投石机试投

提供往届学生的优秀作品供学生，组织学生进行试投。通过对比，学生总结性能优越的投石机的特点。

3. 教师和学生讨论确定项目成果的呈现形式，以及评价方式。

成果呈现形式：

- (1) 完成项目书。
- (2) 小组设计并制作出一个投石机，并用 PPT 展示讲解制作原理及过程。
- (3) 学生分组运用自己制作的投石机对统一提供的沙包进行进行掷远和掷准比赛（详细规则见教师用资料），先进行班内评选，每个班级分别选出掷远和

掷准的第一名，参加学校比赛，选出校级一等奖、二等奖和三等奖，颁发证书。

评价形式：

评价内容	评价对象	组织形式	评价指标	评价类型
分段任务完成情况	个人	自评	表现与评价表	过程性评价
	个人	教师评价	能力测评题	
项目作品、PPT 或海报及作品讲解情况	团队	组间评价	见佐证材料“评价表格 2、和 3”	终结性评价
团队合作	个人	组内评价	见佐证材料“评价表格 1”	过程性评价
自我反思	个人	自评	见佐证材料“评价表格 4”	过程与终结性评价

3. 学生分组，组建项目团队。

学生自愿结合，组成项目小组，进行组内分工，指定若干个小任务，完成流程图，并进行分工。组员领取各自的项目任务。

4. 学生和教师讨论完成此项目需要的物理知识。

教师引导学生思考如果我们要制作“投石机”，需要哪些物理知识，学生头脑风暴，并以思维导图的方式表示出来。教师进行指导，引导学生完善思维导图。

5. 小组制定项目计划书

教师提供往届学生的优秀计划书，分析其优缺点，学生梳理并明确出科学、合理的项目计划书体例。组内讨论明确成员分工，组长协调分配，成员根据计划认领任务。

项目计划书	
项目目标	让投石机投得更远
需要完成的知识储备	① 杠杆的基本工作原理 ② 皮筋的弹性形变后而具有的能量 ③ 平投石机的机械效率
需要执行的步骤	① 草稿 ② 学习相关知识 ③ 制定制作方法和准备材料 ④ 制作和写验
需要的工具和材料?	木板、皮筋、投石筐、螺丝、杆髓、铁片 (需要补孔)
完成项目可能遇到的困难	① 投的不远 ② 木板拼不起来 ③ 不结实、会断 ④ 皮筋弹不出来
为保证项目顺利开展,需要做的事情	① 多看几个实验案例 ② 多准备几套材料 ③ 将问题记录下来,不重复犯错 ④ 草图画明白
【活动2】班级内分组,并讨论组内分工,领取项目任务	
姓名	主要任务
组长 朱建霖	组织好大家,学习相关知识,草稿,制作,记录问题
组员1 徐来贺	准备材料,制作,记录问题
组员2 徐洪禧	草稿,制作
组员3 马欣悦	PPT,制作,写验
党博轩	准备材料,制作

项目计划书	
1. 我的项目目标	创作能击中目标的投石机
2. 我需要完成的知识储备	1. 抛物线 2. 杠杆 3. 抛体运动
3. 这个项目需要执行哪些步骤?	1. 准备材料,设计图纸 2. 进行成品与PPT制作 3. 改进与成果汇报
4. 我需要什么工具和材料?	1. 木板若干,锤子 2. 金属棒若干 3. 强力绳2-3条
5. 完成项目可能遇到哪些困难?	1. 石块发射距离有限 2. 固定不到位导致散架
6. 为保证项目顺利开展,我需要做什么事情?	1. 集出所需各例数据 2. 做好规划
【活动2】班级内分组,并讨论组内分工,领取项目任务	
姓名	主要任务
组长 张清睿	数据计算+制作
组员1 罗浩哲	数据+PPT+结果汇报
组员2 石伟宁	设计图纸+制作
组员3 孟浩轩	提供材料+制作
成员4 张在成	提供材料+制作

(三) 项目探究

任务一：投石机制作

1. 文献查阅：投石机的历史、种类

教师指导学生进行资料的查阅、分享、梳理总结投石机的历史和种类，分享结果。



弹射式投石机



配重式投石机

2. 观察分析：投石机这类机械的特点

学生现场操作投石机，观察特点，对比生活中常见的剪刀、瓶起子等机械，通过总结各个机械的共同点，建立杠杆模型。进一步观察分析，找到使投石机转

动的动力和阻碍其转动的阻力。结合其它杠杆类机械，明确杠杆的五要素。

3. 实验探究：投石机投掷的条件

学生通过实验探究，分析总结杠杆平衡的条件，找到投石机使用时打破平衡状态的方法。

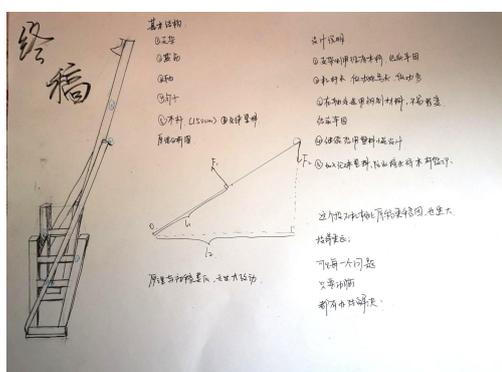


4. 小组讨论：确定投石机种类及动力来源

基于投石机使用的需求，明确投石机的类型，在此基础上确定投射臂的支点位置。通过理论分析，引导学生产生“省力杠杆可以省力但费距离、费力杠杆费力但省距离”的观念。

5. 设计：投石机结构图纸

合理设计投石机，并绘制投石机结构图纸。



6. 研讨：投石机材料选择的依据

从材料的坚固程度、取材的难易度、是否易于加工等角度为投石机选取合适的材料。学习使用切割机、螺丝刀、钳子、钢锯等工具。按照图纸，选择合适的材料，从工程技术的角度将各个部件合理组装起来。



任务二：投石机试投

1. 实践练习：投石机试投

小组利用自制投石机尝试进行沙包的投掷。通过对比观察，探究力对运动状态的影响，建构功的概念，结合实例，总结出做功的必要条件及不做功的情况。

2. 计算：投石机做功的多少

结合实际的情境，计算投石机对沙包所做的功的多少。教师指导学生规范计算过程。

3. 理论学习：能量的概念

在建立功的概念的基础上，通过分析沙包为什么能将目标击倒，它具有什么能量？进而理解能量的概念，了解功和能之间的关系。



任务三：投石机改进

1. 现象分析：投石机投掷时遇到的问题

学生讨论分析投石机投掷时遇到的问题，教师引导归结为：投不远、投不准。

2. 概念建构：运动的沙包具的能量

学生观察沙包特点能量的特点，建构动能的概念。

3. 实验探究：增大沙包动能的方法

学生实验探究影响动能大小的因素，得出动能与质量和速度的关系。



4. 思考分析：沙包能量的来源

通过功的分析，寻找沙包出射时动能的来源，建立重力势能和弹性势能的概念。

5. 实验探究：影响重力势能和弹性势能的因素

学生实验探究影响重力势能和弹性势能大小的因素，得出重力势能与质量和下落高度的关系、弹性势能与弹性形变的关系。

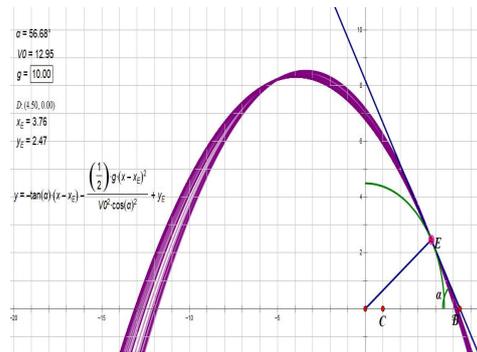
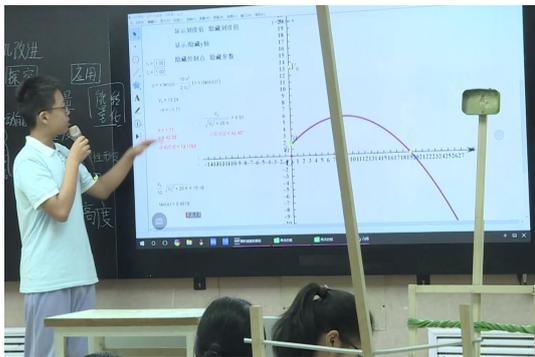


6. 讨论分析：投石机在投掷时能量是怎样转化的

利用单摆、滚摆，探究机械能的转化过程。利用结论分析沙包投掷过程中的能量转化。分析增加沙包能量的方法。

7. 讨论分析：沙包投射距离的其他影响因素

研究分析沙包的投射角度对投射距离的影响。利用跨学科知识（例如数学函数运算）或者跨学段知识（高中抛体运动的规律及方法）改进。



8. 实践改进：调整弹力装置或者调整配重及投射角度，使其投的更远、更准

学生从能量转化的角度，通过改变橡皮筋的种类、缠绕匝数、伸缩长度调整橡皮筋的弹性势能；通过调整配重的重量、配重下落高度等因素改变配重的重力势能。从能量转化的角度改变沙包的动能，从而改变出射时的速度，改变投射距离。从投射的角度等因素，进一步改进投石机。



(三) 项目成果

1. 小组 PPT 展示讲解投石机的制作原理

学生将投石机的制作方法、原理、制作过程以及设计亮点以 PPT 的形式呈现，并为大家讲解。



2. 运用自己制作的投石机对统一提供的沙包进行班内投石机攻城赛

每个班级分别选出掷远和掷准的第一名。教师利用《“投石机”项目评价表》（见附表3）根据学生掷准和掷远成绩，对学生作品进行评价打分。



3. 小组利用评价表格对展示作品进行互评

使用《项目评价表》（见佐证材料“评价表格2、和3”）进行组间互评。

4. 组长利用组内评价表格针对小组成员各方面表现进行评价

组长使用《项目小组组内评估表》（见佐证材料“评价表格1”）对组员进行评价。

5. 学生使用提供的自我反思评价表，进行自我评估

学生使用《自我反思评价表》（见佐证材料“评价表格4”），结合项目经历和观众评价，针对自己创作作品的质量、效果、需要改进的地方等，写出反思。

6. 各班级选出的优胜作品参加学校比赛，选出校级一等奖、二等奖和三等奖

将班级选拔的优秀作品参加校级投石机攻城赛。



7. 对获奖作品颁奖，作品展示

将能体现学科特色和个人特色、有艺术价值和创意的作品，放学校保存。



8. 教师反思本次活动的成功之处，调整下一次项目开展时需要改进的地方

教师就本项目开展过程中的经验和教训，进行反思，写出心得体会，为下一步项目的开展积累经验。

五、项目反思

本案例通过项目任务引领学科学习，学生在做中学，在研究中学，提高了学生自主学习能力和问题解决能力，同时缩短了知识建构到应用的距离，建构起了能量转化的相关观念，促进了学生对核心知识的深度理解，实现知行合一。本项目推进的过程中学生基于项目任务的要求及实施过程中遇到的问题，开展学科实践活动，进行实验探究，较好地培养了学生提出问题、收集证据、解释、交流等实验探究能力，同时提升了模型建构能力、分析论证、质疑创新等科学思维能力。在项目推进的过程中学生体会到物理知识对工程实践的影响，养成了乐于思考和实践、严谨求实的科学态度，同时培养了团队合作能力、项目管理能力、信息加工以及综合实践能力，提升了核心素养。

六、佐证材料