

学习指南

一 你知道为何要开展这个项目吗？

投石机(Catapult)是古代的一种攻城武器，出现于中世纪初期，它通过把巨石投进敌方的城墙和城内，造成破坏，主要用于围攻和防守要塞。投石机的种类很多，根据动力来源的不同，常见的投石机有两种：配重式投石机和弹射式投石机（如下图所示）。



配重式抛石机



弹射式投石机

投石机的制作和使用综合运用到了杠杆、功、能量及其转化等物理知识。通过参与本项目的，你可以组建团队，和小伙伴们合作，自主选材设计制作出一个投石机，并通过投石机的调试，增加其投掷的准确性，参加投石机攻城大赛。在这个过程中锻炼自己的动手能力和创新能力，在“玩”中学习相关力学知识，享受创作乐趣，相信本项目能让你成为一名优秀的设计者、制作者、创造者。

二 你需要呈现哪些作品？

- 1.投石机作品，并提供产品说明。
- 2.作品推介 PPT 。

三 你需要怎样开展项目？



项目启动

【活动 1】阅读项目邀请函，了解项目要求。

邀请函

亲爱的同学们：

我们有一个挑战给你们。

如果你是冷兵器时代的一名战无不胜的大将军，奉命攻打一座防守严备的军事要塞 A 城，你会用什么武器呢？

在没有火药的冷兵器时代，投石机也许是你不错的选择。查阅并学习相关知识和技能，和你的小伙伴们一起设计并制作一个投石机，参加我们的投石机攻城大赛吧！

我们希望你能做到以下几点：

1. 组建团队，制作出一个属于自己的投石机。
2. 写一份关于投石机说明书，介绍其原理和使用方法。
3. 参加班级投石机攻城赛，优胜者参加校级投石机攻城大比拼。
4. 参加作品推介会，向观众做一下展示，说明你的制作过程，你学到了什么，你有哪些心得体会。

我们迫不及待的想看到你们的作品！

山东大学附属中学物理组

【活动 2】了解投石机

网上查阅投石机的相关资料，与同学交流。

现场操作一下，试着用沙包击中一个目标，总结一下一架性能优越的投石机有什么特点？。

【活动 3】怎样评价你的项目？

小组讨论评价的方式和评价指标

【活动 4】你打算怎样开展项目？



班级内分组，并和小组内同学进行头脑风暴，思考完成此项目分哪些步骤，并将你们的想法用思维导图的方式记录在下方的方框中。并展示交流每个小组讨论的结果。

思考讨论：如何逐一解决思维导图中涉及到的物理知识并将这些知识分解成若干个小任务逐一解决，并记录下来。



任务一：完成项目计划书

【活动 1】完成项目计划书

项目计划书	
1. 我的项目目标	
2. 我需要完成的知识储备	
3. 这个项目需要执行哪些步骤？	
4. 我需要什么工具和材料？	
5. 完成项目可能遇到哪些困难？	
6. 为保证项目顺利开展，你需要做哪些事情？	

【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		
组员 1		
组员 2		
组员 3		



任务二：投石机制作

【活动 1】了解投石机种类

通过文献查阅，你所了解的投石机的种类有哪些？

投石机类型	特点

【活动 2】发现投石机的特点

投石机这类机械有什么特点？

问题解决：



		科学依据
投石机组成		（杠杆五要素）
投掷臂特点		（杠杆）
投石机动力		

投掷物的选取		
--------	--	--

【活动 3】探究投石机匀速转动的条件

投石机匀速转动的条件是什么？

问题解决：

利用标尺，铁架台、钩码、弹簧测力计等器材设计实验，研究杠杆平衡条件。



实验报告

实验过程：

实验结论：

【活动 4】选取投射臂的支点

根据实验结论可以把杠杆分为几类？投石机属于哪种类型？

杠杆分类	特点	投石机类型选取

【活动 5】

根据观察和研究，设计投石机的图纸。

【活动 6】

选取什么样的材料适合制作投石机？怎样进行各个部件的加工？怎样将各个部件的进行组装？

投石机制作过程记录 1：

材料选择：

材料加工：

材料组装：

【自我评价】

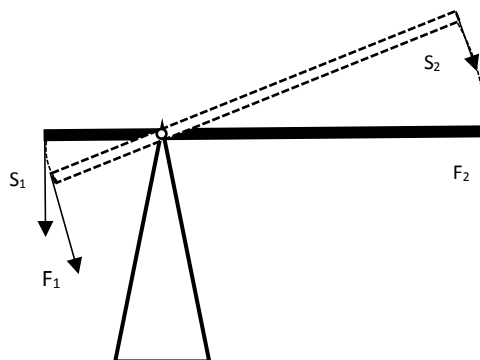
序号	素养表现	评价等级
1	能结合杠杆模型，判断杠杆的五要素，确定投石机的选材。	
2	能利用合适的器材，设计实验并探究得到杠杆的平衡条件，并能评估实验中的新问题。	
3	能依据杠杆平衡条件对杠杆进行分类，利用不同类型杠杆的特点判断杠杆的类型。	
4	能科学合理的调整投石机的动力臂和阻力臂，为投石机选择合适的支点，并能说明确定支点位置的原因。	



任务三：投石机试投

【活动 1】投石机投掷实验

用自制投石机进行反复投掷实验，对比其他小组的投石机投掷现象，投石机给沙包的力有什么效果？



实验研究

动手操作，并利用弹簧测力计及刻度尺，测量并记录力与距离，并改变支点的位置多次实验，或者与其他小组交换实验数据，以获得更多的实验数据。

实验次数	F_1	S_1	F_2	S_2
1				
2				
3				

通过对上面数据进行分析，你发现了什么规律？

实验总结：

新概念	条件	公式	计算

【活动 2】沙包为什么能将目标击倒

投石机是攻城利器，投掷的石头威力巨大，破坏力十足。这说明投掷的石头具有巨大的能量，那什么是能量呢？

能量	能量的分类		探究影响因素	沙包能量/沙包 能量来源
			实验过程：	
			实验结论	
			实验过程：	
			实验结论	
			实验过程：	
			实验结论	

【自我评价】

序号	素养表现	评价等级
1	能结合生活实例，判断物体做功和不做功的情况并分析原因。	
2	能结合真实情境，对功进行简单计算。	
3	能科学分析投石机投掷沙包时的做功情况。	



任务四：投石机改进

【活动 1】怎样让投石机能量更大？

在利用制作的投石机投掷沙包时，投掷出的沙包速度很快，具有较大动能，动能来自哪里？观察投石机投掷的整个过程，都包含了哪些能量的转化？利用能量转化的知识进一步改进投石机，让投石机变得更强大。

投石机改进方案

	影响因素	原理或科学依据	改进方案
投石机投射的距离			
投石机的命中率			

【自我评价】

序号	素养表现	评价等级
1	1. 能选择合适的器材，运用控制变量法和转换法探究并得出影响动能和势能大小的因素。	
2	2. 能运用控制变量法分析生活中物体动能、势能和机械能的变化。	
3	3. 能在具体的事例中分析动能和势能是如何转化的。	



项目展示

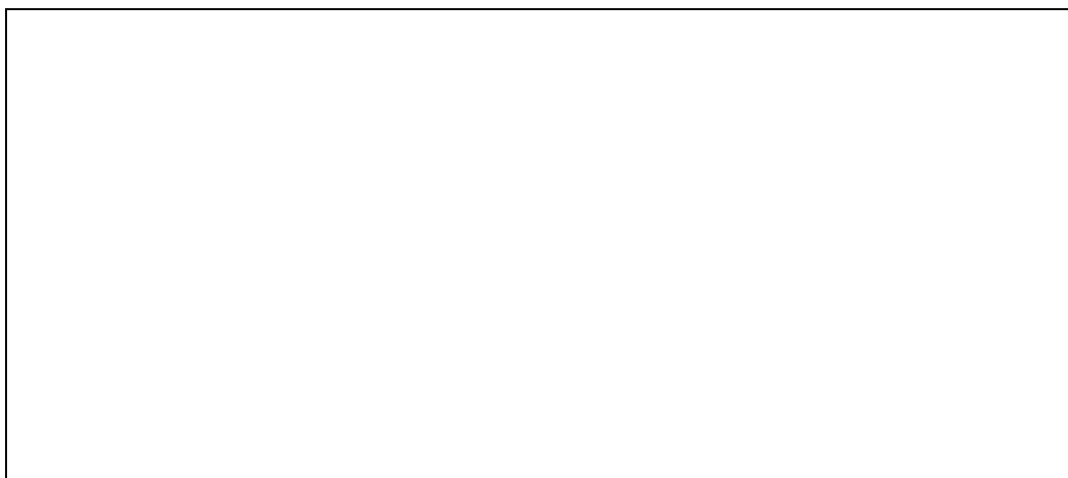
【活动 1】

改进投石机，小组进行头脑风暴，完成投石机项目书。

投石机项目书

1. 设计原理：

2. 设计草图



3. 准备材料

需要的材料有：_____。

4. 制作实现

按照设计草图，制作投石机

5. 投石实验

用学校统一准备的沙包，将制作的投石机进行投石实验，注意实验安全。

6. 设备调制

小组根据实验情况，改进自己的设备。

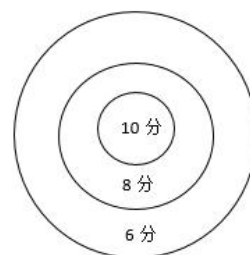
7. 试投成绩

(1) 掷远评比

掷远距离测量：_____

(2) 掷准评比

将沙包投到指定地点，距离起点 5 米处，1 环半径 40 厘米，二



环 70 厘米，三环 1 米，区域得分如图所示。

得分记录：_____

【活动 2】在小组内推荐自己的想法，并进行试投。

投石机攻城赛校级比赛活动策划

一、举办时间： 2021 年**月**日 下午第四节课（待定）

二、具体活动安排

1. 准备：(1)过程性材料及 PPT，制作人：各小组自主分工完成；

(2)大屏幕播放，负责人：相关教师。

2. 当天活动

场 地	活动内容	时间	学生会负责人 及主持	负责人及评 委	地点	备注
	1、开幕式：	16:35	主持人 2 人	PPT	大屏幕处	
	2、投远	16:45	学生志愿者 9 人，教师 1 人， 主持人 1 人		3 个组同 时进行， 北楼下	
	3、掷准	16:45	学生志愿者 6 名，教师 1 名， 主持人 1 人		3 个组同 时进行， 篮球场 北、掷远 场地南	需要 学生 画场 地

三、项目说明

1、投远（最靠近北楼处，时间：16:35）

✧ 服务人员：学生志愿者 12 人，一人点录，2 人负责记录成绩；教师 1 名；

✧ 维持纪律：学生会自律部

✧ 教师需准备器材：

1. 卷尺每组一个

2. 起点线

3. 沙包每组一个

✧ 比赛规则：

1. 不允许将投石机放在桌子上或者凳子上参加比赛。

2. 投石机的底座前端和起点重合。

3. 每组有 3 次机会，取最远成绩为最终成绩。

4. 按照 2：3：5 的比例分别颁发一等奖、二等奖、三等奖。

2、掷准

✧ 服务人员：学生志愿者 9 人，一人点录，1 人负责记录成绩；教师 1 名；

✧ 维持纪律：学生会自律部

✧ 教师需准备器材：

✧ 1. 起点

✧ 2. 画圈（四个圈，中心距离起点 5 米，1 环半径 40 厘米，二环半径 70 厘米，三环半径 1 米，如图所示）

✧ 3. 沙包每组一个

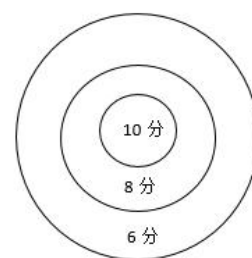
✧ 比赛规则：

1. 不允许将投石机放在桌子上或者凳子上参加比赛。

2. 注意投石机的底座前端需要和起点重合。

3. 每组有 3 次机会，三次成绩总和为最终成绩。

4. 按照 2：3：5 的比例分别颁发一等奖、二等奖、三等奖。



四、颁奖

1. 邀请集团领导颁发一等奖

2. 现场颁发各奖项

四 你可以获得哪些资源？

与任务相关的资源在任务中呈现，其他相关资源由教材、线上学习包、教

学平台和网络资源提供。

在本项目的学习中，你将依次获得以下资源：

任务	资源类型	名称
启动课	视频	往届学生投石机视频资源
任务 1	实验室	探究杠杆平衡条件实验装置
	视频	各类工具的使用方法
任务 2	视频	功的教学资源
任务 3	视频	能量的教学视频
	实验室	探究影响动能和重力势能大小影响因素、能量转化的实验装置
展示课	汇报模板	PPT、海报制作模板

对于这些资源你也可以通过网络获取更多的补充。

此外，你还可以获得更多的多媒体资源，重点关注你感兴趣的部分以及后续问题涉及的内容。需要注意的是教材是每一位同学最直接、最基础、最重要的学习素材，本项目的学习指南通过指向教材内容，将有助于你尝试筛选有用信息，提高自学能力。

五 你学会了什么？

1.知道杠杆的特点，并将杠杆模型应用于实际制作；能够开展研究杠杆平衡条件的实验探究，并依据杠杆的平衡条件，对杠杆进行分类，能说出不同类型的杠杆的特点；能根据实际需求选择合适的杠杆种类。

2.了解功和能量的概念，能实验探究并了解影响动能和重力势能影响因素，知道能量可以从一个物体转移到另一个物体，不同形式的能量可以互相转化。

3.能从功能关系的角度出发，了解做功的过程就是能量转化和转移的过程；能将能量及其转化的知识应用于实际制作。形成“使用机械可以实现能量的转化和转移”观念。

4.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。

六 你真的学会了吗？

投石机分析报告

观看一则投石机制作视频完成如下报告：

请结合自己制作投石机的经验，分析视频中投石机的优缺点，形成一份分析报告。评论其结构、原理、使用过程等方面的优点、缺点并提出改进措施。

作业要求：

✧完成形式为一 篇分析报告：

✧从投石机的材料选择、设计原理、使用过程中的投掷情况等方面用物理语言(杠杆、做功、能量转化等知识)分析出其优点和缺点，针对缺点尽可能的提出改进措施并说明理由，可画图进行解释：

✧针对让投石机投得更远或更准提出合理的改进意见或具体措施：

✧提交格式:文件名为“学号+姓名+第 10 章测试”，仅接收 word 文档:文章第一行写标题，第二行写姓名、学号,空一行写报告，报告分模块或者用表格的形式陈列清楚。

✧提交时间: 2021 年 6 月 23 日 20:00 前提交至 MB;本次测试成绩将算入本学期.总评成绩,请准时提交,如晚于规定时间,每迟交 1 天(迟交 1 秒开始记为 1 天,依此累积)加扣 1 分(满分 20 分)，扣完为止。。

评分标准

标准 A: 材料 选择	• 学生从投石机的投掷臂、底座、支点材料、配重容器及配重选择等方面进行科学详细的阐述。				/5 分
	报告中每体现以下 1 条内容得 1 分。其他合理答案可加分。				
	部位	分析	优点	缺点	
	主体	木头	材料易得	容易断裂	
	配重容器	木头	材料易得	大小受限，装的配重少，质量小，重力势能小，转换成的动能小，投掷距离近	
	配重	石块	取材容易		
	投掷容器	铁链和布袋	可以加大距离，从而增大做功，		
	触发装置	铁链	操作方便		

标准 B: 设计 原理	•学生从省力杠杆、费力杠杆、动能和势能的转化等方面进行科学详细的阐述。 报告中体现每以下 1 条内容得 1 分。其他合理答案可加分。			
	方面	分析	优点	缺点
	投石机类型	投掷前是费力杠杆，投掷时是省力杠杆		
	投掷原理	将配重的重力势能转化为蛋的动能和重力势能，蛋离开投掷袋后，将重力势能转化为动能		投掷的距离远近由配重的重力势能的大小决定，所以投掷距离受限。
	摇杆	因为投石机在投掷前是费力杠杆，要让配重具有一定的重力势能，可以通过摇杆施加动力	配重类型的投石机用摇杆使用方便。如果投石机比较大，配重也要增大，就要设计摇杆	
	投掷臂	距离支点的位置做的粗	不易断裂	
	组装	卯榫结构	更结实，防止钉子钉裂木头	
	底座	三角形的结构和加宽的底座	使投石机更稳定	
	投掷袋	将投掷袋利用链条放到投石机的下部，蛋的运动距离变长	蛋不容易掉落	从能量转化角度分析，投掷袋和链条的作用不大，因为能量守恒，配重的重力势能最后转化为蛋的重力势能和动能，太长的链条因为在运动过程中要克服摩擦力做功，还要消耗更多

/7
分

				的能量。	
标准 C: 投掷 改进	•学生从能量转化等方面进行科学详细的阐述。				/8 分
	报告中体现每以下 1 条内容得 2 分。其他合理答案可加分。				
	方面	分析	改进		
	投石机结构	投石机的高度决定了配重重力势能的大小，从而决定了转化成蛋的动能的大小，进而影响蛋投掷的远近	投石机的高度变高，可以让配重具有更多额重力势能 相应的底座也要变大，才能更稳定		
	配重	配重重力势能的大小决定了转化成蛋的动能的大小，进而影响蛋投掷的远近，但是配重不能达到很大	将利用配重的重力势能改成利用橡皮筋的弹性势能，从配重的位置拉一根橡皮筋（可以详细的描述出可选择的具体材料材料）到底座的最右端（可画图说明）		
	投掷袋	链条的质量大，那么在能量转化过程中，能量损失多，转化成蛋的动能较少，蛋会投得不远	可换成皮筋或者其他材料（要注意考虑鸡蛋掉落的风险）		
	材料	木头材料易断	可换成 PVC 管等（其他硬度、强度高的材料也可）		
总分					/20

七 你需要如何管理你的项目

1.项目计划书

项目计划书	
1. 我的项目目标	

2. 我需要完成的知识储备	
3. 这个项目需要执行哪些步骤?	
4. 我需要什么工具和材料?	
5. 完成项目可能遇到哪些困难?	
6. 为保证项目顺利开展,你需要做哪些事情?	

2. 项目日志

日期	项目完成情况记录	反思与改进

3. “投石机”项目组内评估表

组员 姓名	记录承担 的任务/ 献出的计 策	完成任务情况			献出的计策			得分 满分 30 分
		承担 任务 出色 完成 (15- 20分)	承担 任务 基本 完成 (10- 15分)	承担 任务 未全 部完 成 (5-1	积极 献策, 且被 采纳 (8-1 0分)	能提 出自 己见 解,有 一定 帮助	有一 定思 考,但 不能 提出 计策	

				0 分)		(5-7 分)	(5分 以下)	
1								
2								
3								
4								

3. 自我反思评价表

项目		梳理总结
学科 素养	通过本项目的制作，你收获了哪些知识，掌握了哪些技能？	
	通过本项，你对实验探究有什么新的认识，你在实验探究方面有哪些提升？	
	你认为本项目的制作，让你的思维得到哪些锻炼？	
	在项目的制作及问题的研究过程中需要具备什么样的科学精神？你对科学知识的价值有没有新的认识？	
团队	在小组中我承担哪些任务？	

	我的任务完成情况怎样？	
	我还有哪些贡献？	
自我反思	通过本项目的制作我的最大收获是什么？	
	我知道了自己的哪些优势（自学力、探究力、动手力、领导力、演讲力等）	
	我知道自己还需要在哪些方面继续努力？	
	这个项目还有哪些需要改进的地方？	

附件：

素养表现及评价标准 1

素养表现	评价标准			等级
	熟练掌握 A	基本掌握 B	有待提高 C	
1. 能结合杠杆模型，判断杠杆的五要素，确定投石机的选材。	- 我能理解杠杠的含义，并判断哪些机械是杠杠。 - 我能找出并画出任意杠杠中的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。	- 我能理解杠杠的含义，并判断哪些机械是杠杠。 - 我能找出并画出任意杠杠中的支点、动力和阻力，但动力臂和阻力臂不一定能准确找到。	- 我能记住杠杠的定义，判断哪些机械是杠杠。 - 我能找出部分杠杠中的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。 - 我不能为投石机找到合适的制	

	• 我能为投石机找到合适的制作材料。	• 我能为投石机找到合适的制作材料。	作材料。	
2. 能利用合适的器材，通过实验探究得到杠杆的平衡条件，并能评估实验中的新问题。	• 我能选择出合适的器材探究杠杆的平衡条件。 • 我能设计出合理的实验方案探究杠杆的平衡条件。 • 我能搜集并分析实验数据，总结出杠杆的平衡条件。 • 我能科学的分析与评估实验中出现的	• 我能选择出合适的器材探究杠杆的平衡条件。 • 我能根据实验方案探究杠杆的平衡条件。 • 我能搜集并分析实验数据，总结出杠杆的平衡条件。 • 我能科学的分析与评估实验中出现的部分新问题。	• 我能利用实验器材探究杠杆的平衡条件。 • 我能根据实验方案探究杠杆的平衡条件。 • 我能搜集实验数据，知道杠杆的平衡条件。 • 我不能科学的分析与评估实验中出现的	
3. 能依据杠杆平衡条件对杠杆进行分类，利用不同类型杠杆的特点判断杠杆的类型。	• 我能通过分析杠杆的平衡条件，对杠杆进行分类并说出不同类型杠杆的特点。 • 我能判断生活中使用杠杆的类型。	• 我能对杠杆进行分类并说出不同类型杠杆的特点。 • 我能判断生活中大部分杠杆（10 种以上）的类型。	• 我知道杠杆的种类。 • 我能判断生活中部分杠杆（5 种以上）的类型。	
4. 能科学合理的调整投石机的动力臂和阻力臂，为投石机选择合适的支	• 我能依据杠杆的平衡条件，找到使杠杆省力或者省距离的办法。 • 我能为投石机选择合适的支点，并说明确定	• 我知道使杠杆省力或者省距离的办法。 • 我能为投石机找到合适的支点，但不能说明确定支点位置的原因。	• 我不知道如何使杠杆省力或者省距离。 • 我能为投石机选择一个支点，并不知道哪里更合适。	

点，并能说明确定支点位置的原因。	支点位置的原因。			
------------------	----------	--	--	--

素养表现及评价标准 2

素养表现	评价指标			等级
	熟练掌握 A	基本掌握 B	有待提高 C	
1. 能结合生活实例，判断物体做功和不做功的情况。	- 我能说出功的概念，并理解功的意义。 - 我能结合功的概念，总结出做功的必要条件。 - 我能通过实例分析，归纳出不做功的三种情况。 - 我能分析真实情境中哪些物体做功哪些物体不做功。	- 我能说出功的概念。 - 我能说出做功的必要条件。 - 我能说出不做功的三种情况。 - 我能判断真实情境中哪些物体做功哪些物体不做功。	- 我不能理解功的意义。 - 我不知道做功的必要条件（或只知道一条）。 - 我不知道不做功的三种情况。 - 我能分析部分真实情境中哪些物体做功哪些物体不做功。	
2. 能结合真实情境，对功进行简单计算。	我能计算任何情况下物体做功的多少。	我能计算物体做水平运动或者做竖直运动时做功的多少。	我不会计算物体做功。	
3. 能科学分析投石机投掷沙包投掷时的做功情况。	我能通过观察投掷试验时沙包投掷的情况，分析整个过程中投石机对沙包的做功情况并说明原因。	我能通过观察投掷试验时沙包投掷的情况，判断整个过程中投石机对沙包的做功情况。	我不能判断整个过程中投石机对沙包的做功情况。	

素养表现及评价标准 3

素养表现	评价指标			等级
	熟练掌握 A	基本掌握 B	有待提高 C	
1. 能选择合适的器材,运用控制变量法和转换法探究并得出影响动能和势能大小的因素。	- 我能运用控制变量法,设计实验探究动能和势能与哪些因素有关。 - 我能运用转换法,选择合适的器材反映物体动能和势能的大小。 - 我能根据实验现象总结动能和势能与哪些因素有关。	- 我能运用控制变量法,找到探究动能和势能与哪些因素有关的思路。 - 我能运用转换法思想解释选择哪些器材能反映物体动能和势能的大小。 - 我能根据实验现象总结动能和势能与哪些因素有关。	- 我不能设计实验探究动能和势能与哪些因素有关。 - 我不知道选择哪些器材能反映物体动能和势能的大小。 - 我能说出动能和势能与哪些因素有关。	
2. 能分析生活中物体动能、势能和机械能的变化。	我能结合实验探究的结论,分析真实情境中物体动能、势能和机械能是如何变化的。	我能结合实验探究的结论,分析真实情境中物体动能、势能和机械能是如何变化的(至少是动能和势能)。	我能分析真实情境中部分物体(例质量不变的物体)动能、势能和机械能是如何变化的(至少一种能)。	
3. 能在具体的事例中分析动能和势能是如何转化的。	我能通过分析动能和势能的变化,分析具体事例中动能和势能时如何转化的。	我能通过分析动能和势能的变化,分析具体事例中动能和势能是如何转化的。	我不能判断具体事例中动能和势能时如何转化的。	
4. 能将能量转化的思想应用于投石机的改进,使投石机投得更远、更准。	我能利用动能和势能的相互转化,改进投石机,使其投得更远、更准。	我能利用动能和势能的相互转化,改进投石机,使其投得更远。	我不能利用动能和势能的相互转化,改进投石机,使其投得更远、更准。	