

人体中的杠杆

年级：八年级第二学期

课时：5 课时

核心学科：物理

相关学科：生命科学

团队成员：韩洋 沈希（生命科学）

一、主题概述

1. 背景分析

2020 年开始，为了阻止新冠疫情的传播，人们外出活动的范围、活动项目和活动时间都大大地被限制，人们的身体健康问题也得到越来越多的重视。去年开始，我国掀起了一股运动热潮，以“全民健身”为口号，增强体魄，提高人体免疫力。然而过度运动或不适宜的运动姿势引起的受伤、甚至死亡事件频发，因此，如何进行科学的运动对青少年来说是非常有必要的。

传统的教学中，学生大部分运动知识是从体育学科获得，但体育学科会更多关注学生动作的协调性、标准性。若引导学生从物理学和生物学视角了解人体中的杠杆，并能据此分析运动中的人体杠杆模型，感受科学与生活的关系，思考动作规范对健身效果、简便劳动的达成有益，便能避免运动与劳作中的意外受损，有助于更健康地运动与劳动。

本设计用建模、探究实验等方式来学习杠杆知识，基于物理学科知识、技能和方法的视野，以“全民健身”的社会热点创造真实的情境，以“人体中的杠杆”为核心问题驱动，在一些列子问题下围绕“人的小臂杠杆”展开研究，使学生在问题解决的过程中学习并运用各种知识，去发现问题、分析问题、解决问题。问题解决要基于综合运用杠杆的知识分析问题和用科学方法开展研究，这促进了学生物理观念的形成和发展，将物理知识与实际情境联系起来解决问题，进行以模型建构、科学探究、科学论证和质疑创新为构成要素的思考过程，培养学生的科学思维。

基于以上考虑，笔者设计了以“人体中的杠杆”为主题的跨学科单元设计。

2. 内容分析

沪教版八年级物理第二学期“杠杆 杠杆平衡的条件”单元，包含杠杆、探究杠杆平衡的条件、杠杆的应用三部分内容：在“杠杆”这部分里，教材提出了杠杆、杠杆的五要素的概念；在“探究杠杆平衡的条件”部分提出了杠杆平衡状态，要求学生做探究性实验——探究杠杆平衡的条件，并自己得出结论；在“杠杆的应用”部分，教材提出了三类杠杆及其特点，通过生活实际体会三类杠杆的优缺点。

沪教版八年级生命科学第一学期中，在第一章人体生命活动的基本条件，人体的结构层次“运动系统”中提及“以骨连结为为支点，肌肉牵引骨骼从而运动躯体。”在第三章健康与疾病，生命自我管理“制定和实施适合自己的健身计划”中提及“运动量、运动动作”和运动时的注意事项。

3. 学情分析

学生在之前的学习生活中，普遍理解运动对健康的意义，大部分学生了解正确运动、动作规范对健身的好处，但从未思考过躯体运动的机理，也未联想过骨连结与骨骼形成亦是杠杆模型。将物理与生命科学学科内容整合在一起，解决人体中的杠杆问题，将跨学科学习与健康生活相联系，超越了传统单一学科方法的束缚。

4. 资源分析

资源类型	资源名称	资源简介
实验资源	学生分组实验“撬骑马钉”	学生实验，用于杠杆概念的建立。
	力臂概念的建立	实验演示，用于力臂概念的形成。
	探究杠杆平衡的条件实验	学生实验，用于探究杠杆平衡的条件。
素材资源	活动骨骼模型	
	肌肉骨骼的演示视频	用于演示肌肉牵引骨骼引起躯体运动的过程，突出骨连结支点的作用。
场馆资源	实物投影仪	实验演示，用于力臂概念的形成。
	赛·课堂平台（非必要）	学生实验，用于拍摄、展示学生实验过程。若无此平台，可请学生上台演示，用实物投影放映亦可。

二、主题学习目标

1. 通过人在活动或劳动中的体验等建立杠杆的概念；
2. 探究并了解杠杆的工作原理；
3. 了解人体结构，形成从物理学和生物学视角认识周围事物的意识；
4. 尝试综合运用多学科知识解释体育运动中的现象。

三、单元学习结构

1. 学习结构

核心问题及分解		教学内容	课时安排
人体中的杠 杆	提物体时，为什么肌肉不能承受太大的力？	肌肉的拉力、骨骼的承受力（生命科学）	1 课时
	小臂挎包时，为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂在手腕处？	杠杆、探究杠杆平衡条件	2 课时
	包挂在小臂的哪个位置最不费力？	杠杆的分类	1 课时
	人体中还有哪些杠杆？	杠杆的应用	1 课时

2. 设计说明

“全民健身，健康生活”是近两年的关注热点，容易激发学生的学习兴趣，如何安全地进行体育锻炼，对于学生而言也是比较重要的知识。为了了解人体中的杠杆，学生需学习人体结构、杠杆模型、杠杆平衡的条件等本单元核心内容，并以小臂杠杆模型为载体，在解决各个实际问题的过程中收获新知识、新方法，并引导学生进行知识的迁移和应用，引发学生的深度学习。

四、重点活动举例

【单元大活动】人体中的杠杆

本单元的大活动是“人体中的杠杆”，笔者设计了 5 课时来完成。每节课对应的活动内容和活动说明如下表，笔者后面对第二课时和第三课时的活动重点展开。

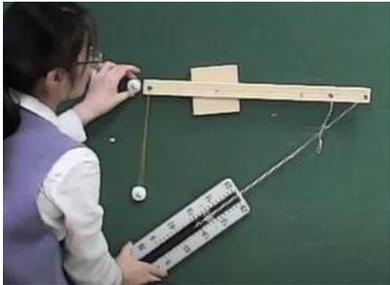
对应课时	活动内容	活动说明
第一课时	了解人体运动系统，知道肌肉通过收缩与舒张牵拉其所附着的骨，以骨连结为枢纽产生运动。	引导学生利用所学知识分析人体结构，包括骨、骨连结和骨骼肌。
第二课时	建立小臂杠杆模型，并能够对其五要素进行分析。	学生经历杠杆模型的建构过程，能将简单机械抽象为杠杆模型。
第三课时	实验探究杠杆平衡的条件，并运用它分析小臂杠杆模型的平衡问题。	学生利用杠杆平衡条件分析真实问题，加深对杠杆平衡条件的理解，并将所学内容应用于实践。

第四课时	将小臂杠杆归类成费力杠杆,并能基于证据和规律分析小臂挎包位置不同的问题。	学生基于证据、规律,运用控制变量思想,经历论证过程,提升科学论证能力。
第五课时	结合所学知识,对体育运动中的人体杠杆进行分析,并研究其结构与功能相适应。	引导学生应用本单元所学概念和规律解决实际问题,深化对物理规律的认识,提升基于证据进行解释、交流、评估和反思的能力。

【活动名称 1】知道杠杆五要素

【活动资源】

资源名称	撬骑马钉实验
资源类型	实验资源
资源目标	体验杠杆的工作过程
资源内容	钉有骑马钉的木板、螺丝刀、吸管、小木块和平板电脑 
资源说明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学生选择螺丝刀、而不用吸管,引出该类工具的特点:硬。 2. 用平板电脑拍摄撬钉子过程,得出该类工具的共同点:受力绕固定点转动,从而归纳出杠杆概念。 3. 骑马钉尽量多,便于学生多次实验探究。

资源名称	力臂概念的建立实验
资源类型	实验资源
资源目标	感受力臂的建立过程
资源内容	长木棒、橡皮筋、弹簧测力计、量角器、直角三角板 
资源说明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每次让橡皮筋伸长到同一位置,保证杠杆的转动效果相同。 2. 测量力与杠杆夹角时,让量角器底边紧贴并平行于杠杆,读力的作用线对应的刻度,可以使测量更加准确。

【活动过程】

活动 1：建构模型

为了完成小臂杠杆模型建构，需要先让学生发现这类模型的共同特点，了解它们的工作过程，所以笔者设计了如下的问题链。

主问题：构建小臂杠杆模型

问题 1：将包挂在小臂上，拎起包时，小臂的运动情况如何？

问题 2：用另一只手握住大臂肌肉处，分析哪个肌肉收缩将你的小臂抬起？

设计意图：从物理视角观察小臂的运动特点。从生物视角分析小臂结构，感受肱二头肌收缩牵引小臂运动。

问题 3：请选用桌面上的工具撬起木板上的骑马钉，并用 iPad 拍摄螺丝刀敲钉子过程。

设计意图：经历对小臂、螺丝刀撬骑马钉等生活情景的分析、比较，寻找模型的共同点，建构杠杆模型。

问题 4：在抬臂拎包的过程中，阻碍小臂抬起的力是哪个？

设计意图：引出动力、阻力概念。并纠正学生常见的误答：包的重力。为了便于研究，忽略掉小臂的重力。

活动 2：建构力臂

力臂的建立过程一直是教学的难点，很多教师会直接给出力臂概念，但学生并不理解引入力臂的意义。因此，笔者通过“大小相等的力，让杠杆转动效果相同时，它们的共同点有哪些？”这个大问题，设计了一系列演示实验探究，引导学生观察分析、利用已有知识构建力臂概念。

主问题：大小相等的力，让杠杆转动效果相同时，它们的共同点有哪些？

问题 1：动力或阻力的三要素改变，可能会影响提包、撬钉子吗？

设计意图：归纳得出力的大小、方向、作用点都会影响杠杆的转动效果。为引出力臂概念做铺垫。

问题 2：大小和作用点相同的力，让杠杆转动相同效果时，它们在方向上有没有隐藏的共同点？

先引导学生把杠杆的转动效果，转化成橡皮筋被杠杆拉长的形变量。后用两个方向不同、大小作用点都相同的力，使杠杆的转动效果相同（如图 1）。又用量角器测量两个力的方向与杠杆的夹角，发现两角互补（如图 2），说明两条力的作用线与杠杆夹角相等，即杠杆的位置是在两条力作用线夹角的角平分线上。利用数学几何知识“角平分线上的点到角两边的距离相等”，得出杠杆上的支点到两个力作用线的距离相等。因此，得出结论：大小和作用点相同的力，让杠杆转动相同效果时，支点到两个力作用线的距离相等。

设计意图：让学生经历观察、体验和思考的过程，获得直接、生动的实验事实资料，感悟实验方法对物理学习的重要性。

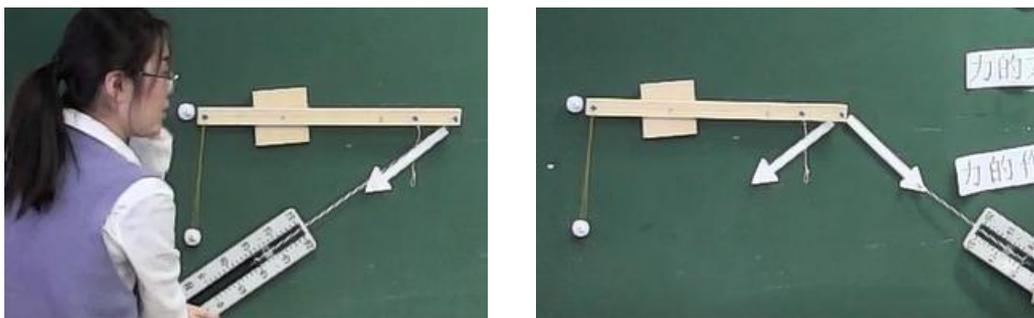


图 1

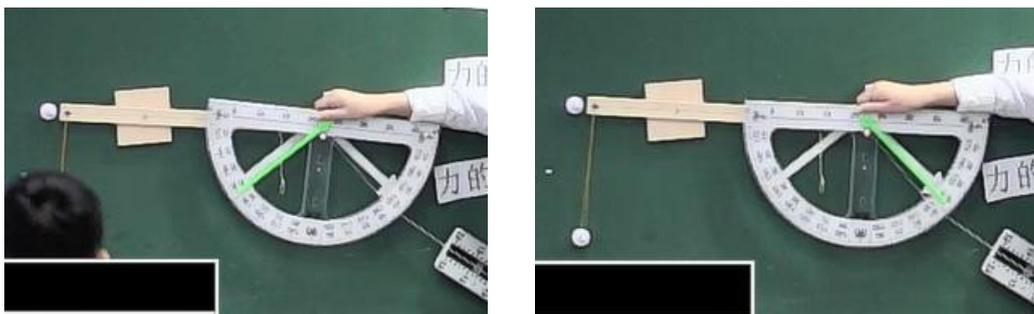


图 2

问题 3: 作用点不同时，使杠杆的转动效果相同的力，它们的大小相同、支点到力作用线的距离相同？

为得到普遍结论，即改变力的作用点，也有“支点到力作用线的距离相等”这一共性。进一步演示实验：改变力的作用点，让杠杆与前面转动效果相同，测出此时支点到力作用线的距离，发现与原来仍相等。因此总结得到普遍结论：使杠杆的转动效果相同的力，它们的大小相同、支点到力作用线的距离相同。至此引出力臂概念。

设计意图：经历科学探究力臂概念形成的过程，体会运用科学思维获得新知识的乐趣。

活动 3：运用模型

主问题：分析包挎在小臂的手肘窝处和手腕处，小臂杠杆五要素的异同。

问题 1：将包带分别挂在小臂的手肘窝处和手腕处，请画出两种情况的小臂杠杆五要素。

问题 2：比较两种情况中杠杆，哪些要素不变，哪些要素变了？

设计意图：运用已学知识解释真实情景中的问题，培养学生的建模能力。

【活动说明】

设计目的：知道杠杆。

设计意图：通过生活中常见的“小臂挎包”场景引入问题：“为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂手腕处？”在分析小臂转动问题中，学生需要用到上节课学习的生命科学知识，也发现需要学习新知、构建新的模型才能解决问题。而后运用已学知识解释前问题，既巩固强化了杠杆模型知识，又为下节课的学习进行铺垫。培养了学生的探索意识，激发了学生的求知欲。

【活动名称 2】探究杠杆平衡的条件

【活动资源】

资源名称	探究杠杆平衡的条件实验
资源类型	实验资源
资源目标	探究杠杆平衡的条件
资源内容	带刻度的杠杆、钩码、弹簧测力计、2 个绳套、铁架台
资源说明	结好 2 个绳套，附在杠杆上，可移动

【活动过程】

活动 1：猜想杠杆平衡的影响因素

主问题：杠杆平衡的影响因素有哪些？

问题 1：挎包挂在小臂的同一位置时，为什么每个人可以拎起的最重物体是不同的？

问题 2：由甲、乙两位学生演示以“手握手”的形式掰手腕，发现两人小臂几乎不动，胜负难分。而后，改变甲同学手握位置，移到乙同学小臂的中下部肌肉处，再次开始较量，结果是乙同学很轻松战胜甲。两场游戏中，影响乙同学小臂平衡的因素是什么？

设计意图：复习小臂杠杆模型及其五要素。通过生活和游戏情景，猜想杠杆平衡不仅与力的大小有关，还与力臂的大小相关。引出探究问题。

活动 2：探究杠杆平衡的条件

主问题：杠杆的平衡条件。

问题 1：将钩码挂在杠杆两侧的绳套上，调节钩码的个数或在杠杆上的位置，使杠杆在水平位置仍然平衡。记录下力和力臂的数值。

问题 2：把钩码挂在杠杆的绳套上，在同一侧用弹簧测力计竖直向上拉杠杆。改变钩码的个数或测力计在杠杆上的位置，使杠杆在水平位置仍然平衡。记录下力和力臂的数值。

总结：杠杆平衡的条件为： $动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂$ 。

活动 3：杠杆平衡条件的应用

主问题：运用杠杆平衡的条件解释真实问题

问题 1：挎包挂在小臂的同一位置时，为什么每个人可以拎起的最重物体是不同的？

设计意图：通过小组讨论，学生交流分享，教师从是否正确构建杠杆模型、是否运用杠杆平衡的条件、是否用到控制变量思想、是否具有良好的科学推理能力等几个方面指导学生完善结论。

问题 2：为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂在手腕处？

设计意图：基于上一课时对小臂杠杆异同点的分析，本节课继续让学生完成问题 2 后半段的解释，而后根据下方的活动评价表进行自评和他评。培养学生科学论证的能力。

【活动说明】

设计目的：理解杠杆平衡的条件。

设计意图：通过问题：“挎包挂在小臂的同一位置时，为什么每个人可以拎起的最重物体是不同的？”引导学生探究杠杆平衡的条件，通过体验完整的实验探究过程，提高科学探究能力。学生运用探究的结论，成功分析出前一问题的原因，提升学生学习的成就感。再运用这两节课的杠杆、杠杆平衡的条件知识，以及学到的科学思维，独立解决“小臂挎包时，为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂在手腕处？”问题，达成核心素养的进一步跃升。

【活动评价】

问题2“为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂在手腕处？”的活动评价表

能力要求	评价内容	自评	互评
模型建构	能将小臂建构成杠杆，并准确画出五要素。	☆☆☆	☆☆☆
控制变量	能分析出阻力和动力臂不变。	☆☆☆	☆☆☆
科学论证	能运用杠杆平衡的条件分析问题。	☆☆☆	☆☆☆
科学推理	能得出阻力臂变小使得动力变小得结论。	☆☆☆	☆☆☆
学科综合	能将动力变小与肌肉紧张程度减轻相联系，从而说明人更喜欢把包挂在手肘窝处。	☆☆☆	☆☆☆

评分说明：完全符合评价标准得☆☆☆，基本符合得☆☆，少量符合得☆。

五、主题学习评价

学生在学习完整个单元后，可以选择一个实例进行研究。例如，你在体育运动过程中的某个杠杆模型，你在做课间操时某个动作中的杠杆模型。并根据所研究实例，完成下面任务单。

1.任务单

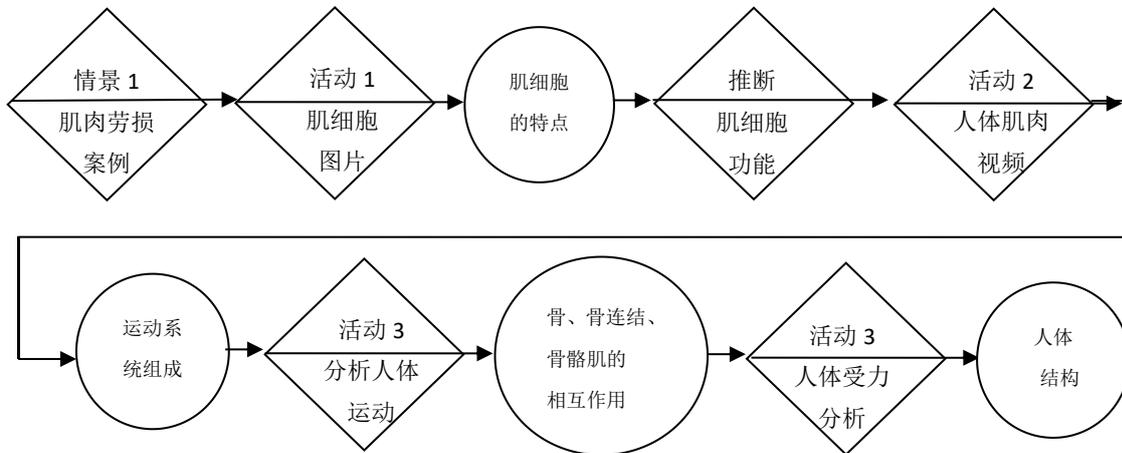
序号	任务	样例	研究结果
1	你所研究的人体结构是？请用两幅图呈现它的动态过程。	人体结构：头骨	人体结构：_____
2	请在图中标出这个动作涉及的骨骼、肌肉、骨连结等。		
3	请把它构建为一个杠杆模型。并画出它的五要素。		
4	请根据杠杆平衡的条件，将它分类。	因为 $F_1l_1=F_2l_2$, $l_1<l_2$, 所以 $F_1>F_2$, 属于费力杠杆。	
5	可查阅资料结合所学知识，简要说明该动作的用处。	长时间低头学习工作，会导致颈后部肌群一直处于紧张状态，这个动作可以起到放松肌群，避免肌肉僵硬的作用。	

2.任务单评价表

能力要求	评价内容	自评	互评
物理观念	能从物理视角，对具体情景中人体的运动情况加以分析，准确地找到杠杆。	☆☆☆	☆☆☆
生物观念	能从生物视角，对具体情境中的人体运动情况加以分析，准确地找出骨、骨连结和骨骼肌。	☆☆☆	☆☆☆
模型建构	能确定杠杆的五要素。	☆☆☆	☆☆☆
科学思维	能运用杠杆平衡的条件准确地把杠杆分类。	☆☆☆	☆☆☆
学科综合	能将人体结构与功能相联系。	☆☆☆	☆☆☆
评分说明：完全符合评价标准得☆☆☆，基本符合得☆☆，少量符合得☆。			

附件

【第一课时教学流程】



教学流程说明：

情景 1：播放由于强度过大的劳动或健身导致肌肉劳损的案例。

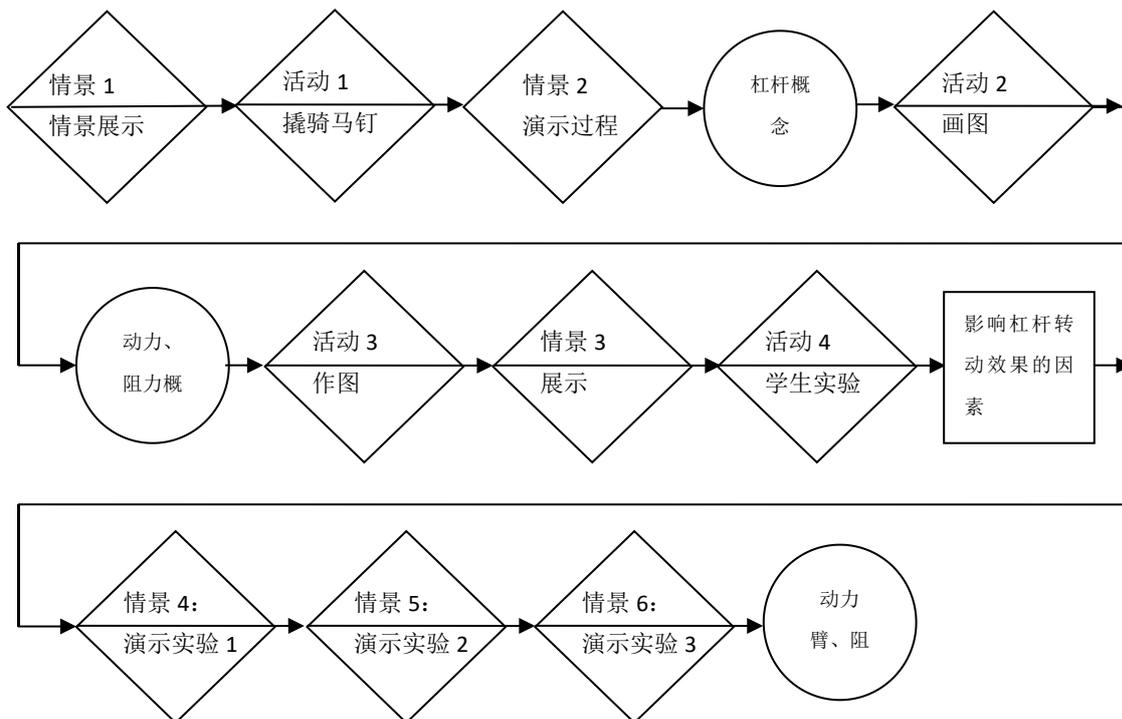
活动 1：播放“人体中重要的肌肉”简短视频，展示人体中肌肉的覆盖面之广。

活动 2：出示人体骨骼图和人体肌肉图。

活动 3：播放人体运动的视频，介绍运动系统的组成，引出骨连结的支点作用。

活动 4：对人体受力分析。

【第二课时教学流程】



教学流程说明：

情景 1：展示小臂挎包情景。

活动 1：撬起骑马钉

情景 2：演示撬钉子的两种方法，图片展示用开瓶器开瓶盖过程。

活动 2：画支点和杠杆转动方向的示意图。

活动 3：画动力、阻力示意图。

情景 3：展示撬骑马钉的两种方法。

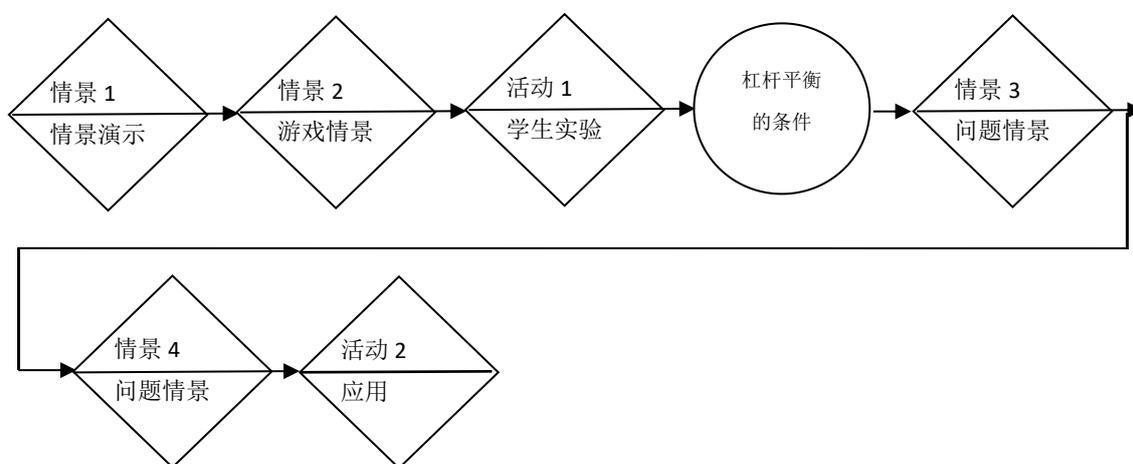
活动 4：学生实验。

情景 4：演示实验 1：用两个方向不同大小相同的力，作用在杠杆同一点，使杠杆转动效果相同。

情景 5：演示实验 2：用量角器测量力的方向与杠杆的夹角。

情景 6：演示实验 3：改变作用点再做一次实验。

【第三课时教学流程】



情景 1：展示小臂挎包情景，引出杠杆平衡与力的大小有关

情景 2：游戏情景，引出杠杆平衡与力臂的大小相关。

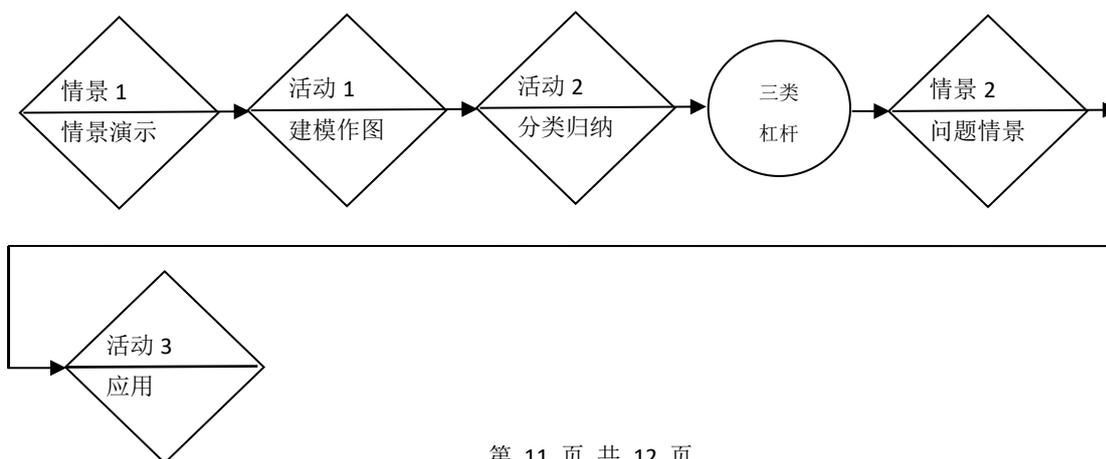
活动 1：学生实验探究杠杆平衡的条件。

情景 3：挎包挂在小臂的同一位置时，为什么每个人可以拎起的最重物体是不同的？

情景 4：为何大家喜欢将包带挂在手肘窝处，而不是挂手腕处？

活动 2：杠杆平衡条件的应用。

【第四课时教学流程】



情景 1: 展示生活中 9 个常见的省力、费力、等臂杠杆的工作动图。

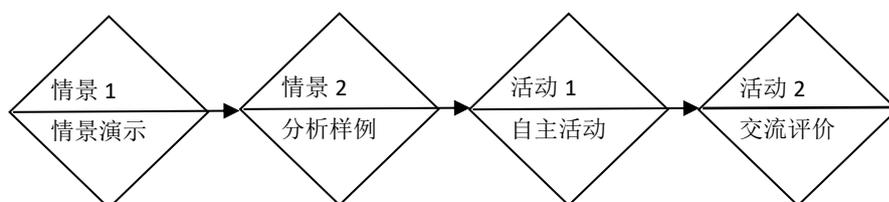
活动 1: 学生从实物图中建立杠杆模型, 并画出五要素。

活动 2: 学生将 9 个杠杆分类, 分成省力、费力、等臂三类杠杆。

情景 2: 包挂在小臂的哪个位置最不费力?

活动 3: 三类杠杆的应用。

【第五课时教学流程】



情景 1: 演示体育运动和课间操中几个动作动图。

情景 2: 教师引导学生分析抬头运动中的头骨杠杆及其特点。

活动 1: 学生根据教师给分析样例, 自选一个动作, 运用已学知识分析其中的杠杆模型。

活动 2: 交流展示, 完成自评、互评。