057 蜘蛛与蝗虫——空中捕食的力学与策略

项目	内容
任务名称	蜘蛛与蝗虫——空中捕食的力学与策略
对应分册	《蜘蛛》《蝗虫》
核心探究	捕食策略、力学、生态位分化
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“物质的运动与相互作用”——力与运动的关系；“生物与环境的相互关系”——生物通过形态和行为适应环境；小学学段：能通过观察、比较与分析，发现并描述不同种类物体的特征；能运用分析、比较、概括等科学思维方法得出初步结论
关注能力	力学理解、结构-功能分析、捕食效率评估
价值观引领	自然界的“设计”往往最优——向自然学习是最聪明的学习。
适用年级	5-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

一只蝗虫在草丛中飞行，突然撞上了一张近乎透明的蜘蛛网。它拼命挣扎，但腿被黏性丝线缠住，越是用力，缠绕得越紧。不到几秒钟，蜘蛛从暗处爬来，用丝线将蝗虫裹成“木乃伊”，注入消化液，安静地等待猎物变成液体食物。蜘蛛网捕捉飞行的蝗虫，是一个经典的“力学问题”：蝗虫的动能如何被蛛网“吸收”？网的黏性如何瞬间“粘住”猎物？蝗虫的挣扎为何无法挣脱？蜘蛛用自己的身体“设计”了一张能承受冲击、粘住猎物、吸收能量的“物理网”——这是亿万年演化打磨出的捕食工具。

今天我们就从蜘蛛网出发，一起探究：蜘蛛网是如何捕捉蝗虫的？力学原理是什么？

二、探究目标

1. 认识蜘蛛网的力学结构与捕食功能，理解“弹性能量转化”的基本概念

2. 学习模拟实验与结构-功能分析的方法，提升力学理解与工程思维的能力

3. 理解自然界的“设计”往往最优，培养向自然学习、尊重生命智慧的科学态度

三、探究准备

1. **材料用具**：不同粘性和弹性的材料（橡皮筋、胶带、棉线、细绳、保鲜

膜)、小纸团（模拟“飞虫”)、不同重量的物体（回形针、小石子)、记录本、绘图工具、相机、扇子或吹风机（模拟风力）

2. **场地**：教室实验台

3. **安全提醒**：使用剪刀时注意安全；实验后及时洗手；注意区分“观察蛛网”和“触碰蛛网”——不要破坏野外的蛛网，可用模拟材料替代

四、探究过程

（一）提出问题

蜘蛛网为什么能粘住飞行的蝗虫？蝗虫撞上蜘蛛网后，网的哪部分吸收了冲击力？如何设计一张“捕捉效率最高”的网？

（二）作出假设

蛛网的捕捉是“粘性＋弹性”的协同——粘性螺旋线在捕捉瞬间“粘住”猎物，弹性放射线在冲击瞬间“吸收”动能，避免网被撞破。蝗虫的撞击能量被网的弹性变形转化为热能，使猎物减速并被黏丝固定。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：蜘蛛网的结构观察与分析

观察真实的蜘蛛网（或在《真实的大自然·蜘蛛》分册中观察高清图片），记录结构特征：

观察项目	记录内容
网的整体形状	
放射线的数量与方向	
螺旋线的密度与间距	
网中心的结构	
蛛丝的粘性（用手背轻触，注意不破坏网）	
网是否有“修补”痕迹	

我们发现：蜘蛛网由放射线和螺旋线两部分组成。放射线从中心向四周延伸，粗而坚韧，提供结构支撑；螺旋线连接各条放射线，细而黏，专门用于捕捉猎物。放射线负责“承受冲击”，螺旋线负责“粘住猎物”——两种丝线各有分工，协同工作。

活动 2：蛛网捕捉的力学模拟实验

变量控制：使用相同大小和重量的“猎物”，不同的“网”设计

用棉线制作放射线（径向线），用胶带或细绳制作螺旋线（环向线），模拟蛛网的不同结构：

1. **全弹性网**：用橡皮筋制作放射线和螺旋线（高弹性，低粘性）

2. **全刚性网**：用棉线制作放射线和螺旋线（低弹性，低粘性）

3. **混合网**：用棉线制作放射线（高强度），用胶带制作螺旋线（高粘性）——模拟真实蛛网

将小纸团（模拟飞虫）以相同速度投向三种“网”，记录捕捉效果：

网的类型	纸团撞击后网的变形程度	纸团是否被“粘住”	网是否被撞破
全弹性网（橡皮筋）			
全刚性网（棉线）			
混合网（棉线+胶带）			

我们发现：全弹性网虽然能吸收冲击，但无法粘住猎物（猎物会弹开或被弹回）；全刚性网能固定猎物，但冲击力无法被吸收，网容易被撞破；混合网（弹性放射线+粘性螺旋线）既吸收了冲击力，又粘住了猎物——这正是真实蛛网的设计逻辑：弹性“卸力”，粘性“锁住”。

活动 3：蜘蛛捕食策略的“工程学”分析

查阅资料或结合观察，分析蜘蛛捕食蝗虫的完整过程：

步骤	行为	原理
1. 感知震动	蜘蛛感知蛛丝上的震动信号	蝗虫撞击产生了特定频率的震动
2. 定位	蜘蛛沿放射线快速移动至撞击点	通过震动来源的方向判断猎物位置
3. 固定	蜘蛛吐出拖丝，缠绕蝗虫	拖丝将猎物的肢体与蛛网固定，防止挣脱
4. 制服	注射消化液或毒液	消化液使猎物内部组织液化
5. 取食	吸食液化的组织	蜘蛛不能咀嚼，只能“喝”

我们发现：蜘蛛的捕食策略是“工程学”与“行为学”的完美结合。蜘蛛不能主动追逐猎物（速度慢），它通过蛛网将“快速飞行”转化为“震动信号”，然后用自己的“工程知识”（沿哪条线走最快、如何缠绕最有效）完成捕食。整个过程中，蛛丝既是陷阱，也是传感器，还是“送餐通知系统”。

（四）搜集证据整理结果

1. 蜘蛛网由放射线（结构支撑）和螺旋线（捕捉粘性）组成，两种丝线的材料性能不同，各司其职。

2. 模拟实验表明：真实蛛网的设计逻辑是“弹性+粘性”的组合——放射线吸收冲击能量，螺旋线粘住猎物，二者缺一不可。

3. 蜘蛛的捕食行为具有高度的“工程智慧”：它感知震动、快速定位、精准缠绕、注射消化液，整个过程不到一分钟。

4. 蜘蛛网不仅仅是陷阱——它还是蜘蛛的“传感器网络”，通过蛛丝的震动频率判断猎物的位置、大小和挣扎强度。

（五）得出结论

蜘蛛网是自然界最精巧的“力学装置”之一。它用两种不同性能的丝线——放射线提供结构支撑和弹性缓冲，螺旋线提供粘性捕捉——协同工作，捕捉快速飞行的蝗虫。蜘蛛不是“设计”了这张网——它是在亿万年的演化中，通过无数代“试错”，最终留下了“弹性+粘性”这种最优方案。向蜘蛛网学习力学设计，至今仍是仿生学的研究方向。

五、成果制作

制作《蜘蛛的力学密码》科普展板：

1. 蜘蛛网结构图（标注放射线、螺旋线、中心点）

2. 不同材质模拟网的捕捉效果对比表

3. 蜘蛛捕食蝗虫的步骤分解图

4. “向蜘蛛学习工程”板块

六、交流反思

1. 如果蜘蛛网的放射线全部用粘性丝，捕捉效果会更好还是更差？为什么？

2. 蝗虫的挣扎试图挣脱蛛网，但越挣扎缠得越紧。你从这个现象中，想到了什么生活中的经验？

3. 蜘蛛“设计”网的方式与工程师“设计”桥梁的方式，有什么相同和不同之处？蜘蛛有“设计”意识吗？还是只是“随机”织网？

七、科学与文化融合

唐代诗人元稹在《蜘蛛》诗中写道：“缝隙容长踦，虚空织横罗。”他看见蜘蛛在缝隙中织网，在虚空中“编织”横罗——他捕捉到了蜘蛛织网的形态，却没有追问这张网为什么能粘住飞虫，也没有分析放射线和螺旋线在力学上的分工。他用“织”来形容蜘蛛的工作，而今天我们用“工程”来描述同一件事。元稹看见的是“织罗”的意象——像织布一样织出横纵交错的丝网，我们看见的是一套力学系统：弹性卸力，粘性锁住，震动传导，信号解码。同一种织网行为，在不同的观察框架里，被赋予了完全不同的意义。

八、探究感悟

蜘蛛网是一张用丝线编织的“力学系统”。放射线的弹性、螺旋线的粘性、整体的几何结构——每一处都是“功能优先”的精确匹配。蝗虫不会“计算”自己撞上蛛网的动能，但它用翅膀和身体验证了蛛网的极限强度。蜘蛛也不会“设计”一张物理实验报告，但它用亿万年试错，留下了一张能承受蝗虫冲击的结构。当我们研究蛛网时，我们研究的不是蜘蛛的意识，而是演化的工程学——它不需要蓝图和公式，也一样能造出最优秀的“陷阱”。蜘蛛用丝线提醒我们：在人类发明弹力网和捕虫器之前，自然界早已拥有了一套更轻、更韧、更无声的系统。

《真实的大自然·蜘蛛》分册用高清摄影图片完整呈现了蜘蛛网的精细结构和蜘蛛捕食蝗虫的完整过程，从放射线的张力到螺旋线的粘性，从震动的传导到猎物的缠绕。透过真实的镜头，我们得以看见：一张网，既是一个陷阱，也是一套力学系统——而蜘蛛，在这套系统里既是设计师，也是唯一的操作员。

注：本探究任务对标《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》核心精神。学生可以根据自己的兴趣与身边的资源参考本课题制定个性化的探究课题，用跨学科项目制的学习方式进行整合。