097 谁在夜里不睡觉？——动物昼夜节律的生存策略

项目	内容
任务名称	谁在夜里不睡觉？——动物昼夜节律的生存策略
对应分册	《蝙蝠》《猫头鹰》《猫》《萤火虫》
核心探究	昼夜节律、夜行适应、感官策略
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“生物与环境的相互关系”——动物通过感官和行为适应环境；小学学段：基于身边现象的观察和体验，提出可探究的科学问题，发展比较观察与科学推理的能力
关注能力	比较分析、感官适应理解、科学推理
价值观引领	黑夜不是寂静的空无——它是另一群生命的主场。每一种夜行策略，都是亿万年演化的杰作。
适用年级	4-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

太阳落山后，世界安静下来。人类关灯睡觉，鸟儿归巢栖息。但就在我们闭上眼睛的时候，另一群“居民”才刚刚醒来。蝙蝠从屋檐下飞出，在夜空中无声盘旋；猫头鹰从树洞中探出头，用一双大眼扫视地面；家猫的瞳孔放大，在黑暗中悄悄行走；草丛中，萤火虫闪烁着微光，用光信号寻找同伴。

为什么这些动物选择在夜间活动？白天阳光充足、视野开阔，不是更适合捕猎和活动吗？蝙蝠为什么不用眼睛看世界？猫头鹰飞行时为什么几乎没有声音？猫的眼睛为什么会在夜里“发光”？萤火虫的光信号到底在传递什么信息？

古人说“夜猫子”形容喜欢熬夜的人，说“蝙蝠侠”形容黑暗中行动的神秘者。在东西方文化中，夜行动物常常被赋予神秘甚至恐惧的色彩——猫头鹰是“不祥之鸟”也是“智慧之鸟”，蝙蝠是“吸血鬼”的化身也是“福”的谐音。这些文化符号背后，是古人对黑夜和黑暗中那些“看不见的居民”的好奇与敬畏。今天我们从科学出发，去揭开这些“夜行者”的真实面目。

二、探究目标

1. 认识蝙蝠、猫头鹰、猫和萤火虫的夜行适应特征，理解不同感官策略在夜间生存中的优势

2. 学习比较观察与科学推理的方法，发展从现象追问原理的科学探究能力

3. 理解黑夜是另一群生命的主场，每一种夜行策略都是亿万年演化的杰作，培养尊重不同生命形式的科学态度

三、探究准备

1. **材料用具**：计算机或平板（查阅资料和观看视频）、记录本、绘图工具、A3 白纸、彩色标记笔、手电筒（模拟夜间观察）、不同材质的布料（模拟静音飞行实验）

2. **场地**：教室或计算机室

3. **安全提醒**：使用网络查阅资料时需在教师指导下进行；注意信息源的可靠性；观看视频时注意音量；正确使用绘图工具

四、探究过程

（一）提出问题

学生围绕夜行动物展开讨论：

- ☐ 蝙蝠为什么能在完全黑暗的夜空中飞行而不撞上任何东西？
- ☐ 猫头鹰捕猎时为什么几乎没有声音？它在黑暗中怎么“看见”猎物？
- ☐ 猫的眼睛为什么在夜里会“发光”？猫的夜视能力比人类强多少？
- ☐ 萤火虫为什么要发光？它用光信号传递什么信息？

（二）作出假设

夜行动物演化出了各自独特的“夜行工具箱”——蝙蝠用回声定位“看见”声音，猫头鹰用面盘集音和静音飞行实现无声捕猎，猫用照膜反射光线实现二次感光，萤火虫用生物发光在黑暗中传递求偶信号。每一种策略都是在特定环境压力下的最优解。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：蝙蝠——用声音“看见”世界

蝙蝠的“夜行工具箱”	工作原理
回声定位	蝙蝠喉部收缩肌肉发出超声波（人类听不到），通过口腔发射出去；声波碰到物体反射回来，蝙蝠根据回声判断物体的距离、大小、形状和移动速度
翼膜保湿	蝙蝠的翼膜布满血管，必须保持湿润防止干裂，这也是它们放弃白天、选择夜晚的原因之一
视觉辅助	回声定位之外，蝙蝠也会利用视觉辅助导航，进一步提升定位精度

一个小问题：蝙蝠在完全黑暗的山洞里怎么飞行？回声定位靠的是声波反

射，不需要任何光线。蝙蝠用耳朵“看见”了人类看不见的夜晚——它不是在“看”，是在“听”地图。

另一个小问题：蝙蝠发出超声波，自己不会震聋吗？蝙蝠的中耳肌肉在发声瞬间收缩，暂时降低听力，避免自听损伤——它的“耳朵”自带保护开关。

活动 2：猫头鹰——黑夜中的“幽灵猎手”

猫头鹰的“夜行工具箱”	工作原理
面盘集音	猫头鹰面部羽毛形成“雷达脸”，像抛物面一样收集声音并聚焦到耳朵
静音飞行	飞羽边缘呈锯齿状，消除气流扰动产生的噪音，飞行几乎无声
夜视眼	视网膜中富含对弱光敏感的视杆细胞（几乎无双锥细胞），在微弱光线下仍能看清
不对称耳朵	左右耳位置不同，实现立体听觉定位，精准判断猎物方位

猫头鹰是夜行性猛禽，白天在树洞、岩缝中休息，黄昏后活跃觅食，以鼠类为主食。它的飞行不仅迅捷而且几乎没有声音，确保在万籁俱寂的黑夜中悄无声息。猫头鹰捕食猎物的听觉最敏感范围在 2-20kHz——正好覆盖了老鼠活动时发出的声音频率。

想一想：猫头鹰的“静音飞行”和战斗机的“隐形技术”有什么相似之处？战斗机通过外形设计减少雷达反射，猫头鹰通过羽毛边缘的锯齿减少气流噪音——都是为了“不被发现”。

活动 3：猫——瞳孔里的“夜视仪”

猫的“夜行工具箱”	工作原理
照膜（明毯）	视网膜后方有一层由多达 15 层特殊细胞组成的反射结构，像一面高效的镜子
瞳孔调节	黑暗环境中瞳孔可扩大到接近圆形，最大限度接收光线
二次感光	照膜将穿过视网膜的光线反射回去，给感光细胞“第二次机会”捕捉光线

猫是典型的昼伏夜出动物，拥有出色的夜视能力。当光线从照膜反射出来时，猫的眼睛在黑暗中会发出特有的绿光或金光。猫的夜视能力比人类强得多，这使它能够在夜间轻松发现猎物后伺机而动。

想一想：如果人类的眼睛也有照膜，我们在夜里会看到怎样的世界？所有微弱的光线都会被放大，黑暗中的物体会更清晰——但代价是白天的光线会过于刺眼。猫在白天瞳孔缩成一条竖线，就是防止过曝。

活动 4：萤火虫——用光信号“说话”

萤火虫的“夜行工具箱”	工作原理
生物发光	体内荧光素酶催化荧光素与氧气反应，产生“冷光”（几乎不产生热量）

萤火虫的“夜行工具箱”	工作原理
发光器	雄虫腹部通常有两节发光器，雌虫通常有一节
闪光密码	不同种类的萤火虫有特定的闪光频率和间隔，用于识别同类异性

萤火虫是夜行性昆虫，绝大多数晚上出来活动发光。发光的主要作用是求偶——雄虫通过特定频率的闪光吸引雌虫，雌虫则以回应信号完成交配。萤火虫成虫寿命很短，通常只有 1-2 周，主要任务就是发光、求偶、交配、产卵。光污染会干扰萤火虫的求偶信号——城市灯光盖过萤火虫的闪光，使它们找不到伴侣。

想一想：萤火虫的光和灯泡的光有什么区别？萤火虫的光是“冷光”——能量几乎全部转化为光，不产生热量；灯泡的大部分能量以热的形式散失掉了。萤火虫的发光效率是人类照明技术的几十倍。

（四）设计制作

各小组合作完成以下成果：

（1）“夜行工具箱”对比图

绘制四栏对比图，分别展示蝙蝠（声呐系统）、猫头鹰（听觉+静音飞行）、猫（照膜+瞳孔）、萤火虫（光信号）的夜行适应策略。

（2）夜行动物生存策略分析表

动物	主要感官	夜行核心工具	捕食/交流方式	日间状态
蝙蝠	听觉	回声定位	超声波导航捕食	休息
猫头鹰	听觉+视觉	面盘+静音飞羽	无声飞行捕鼠	隐匿休息
猫	视觉	照膜+可调瞳孔	暗夜伏击捕猎	休息
萤火虫	视觉	生物发光	光信号求偶	躲藏休息

（3）夜行与昼行的成本-收益分析

讨论并填写：

对比维度	夜行性	昼行性
捕食竞争	竞争对手少	竞争对手多
能量消耗	需特殊感官适应	依赖光线即可
天敌压力	天敌较少	天敌较多
主要代价	需演化特殊感官	需面对更多竞争者

（五）交流分享

各小组展示探究成果：

- ☐ 展示“夜行工具箱”对比图，分享四种动物各自的夜行策略
- ☐ 讨论：四种动物虽然都是夜行性，但各自的“夜行工具箱”完全不同——这说明什么？
- ☐ 讨论：如果蝙蝠没有回声定位、猫头鹰没有静音飞行、猫没有照膜、萤火虫不能发光——它们还能在夜间生存吗？
- ☐ 讨论：人类的活动（如光污染）如何影响夜行动物？我们能做些什么？

五、成果制作

各小组合作完成以下成果（至少选择一项）：

1. **“夜行工具箱”对比海报**：图文并茂展示蝙蝠、猫头鹰、猫、萤火虫的夜行适应策略

2. **夜行动物生存策略手册**：收录四种动物的夜行特征、感官适应和生存优势

3. **“如果我是夜行者”创意故事**：选择一种夜行动物，以第一人称写一篇它在夜间活动的“日记”

4. **校园夜行动物调查计划**：设计一份观察校园及周边夜行动物的调查方案

六、交流反思

1. 蝙蝠用超声波“看见”世界，猫头鹰用面盘“听”出猎物的位置，猫用照膜“放大”微弱的光线，萤火虫用光信号在黑暗中“说话”。四种动物，四种完全不同的“夜行工具箱”——这说明演化给了不同物种不同的“解题思路”。你认为哪种策略最“聪明”？为什么？

2. 猫的眼睛在夜里会“发光”，那是因为照膜反射了光线。如果人类的眼睛也有照膜，世界会变成什么样？你愿意在夜里拥有一双“发光眼”吗？为什么？

3. 萤火虫的光信号在黑暗中传递着“我在这里”的信息。如果城市的灯光太亮，萤火虫的“情话”就被淹没了。光污染对萤火虫意味着什么？对我们人类意味着什么？

七、科学与文化融合

古人说“夜猫子”形容喜欢熬夜的人，说“蝙蝠侠”形容黑暗中行动的神秘者。在东西方文化中，夜行动物常常被赋予神秘甚至恐惧的色彩——猫头鹰是“不祥之鸟”也是“智慧之鸟”，蝙蝠是“吸血鬼”的化身也是“福”的谐音。在中国传统文化中，蝙蝠的“蝠”与“福”同音，被赋予吉祥的寓意，常与“寿”字组合成“五福捧寿”

的吉祥图案。而猫头鹰在不同文化中则兼具“智慧”（古希腊）和“不祥”（部分东方传统）的双重象征。这些文化符号背后，是古人对黑夜和黑暗中那些“看不见的居民”的好奇与敬畏。有条件可以阅读《真实的大自然》就可以看到很多相关的艺术品。庄子在《齐物论》中写道：“汝闻人籁而未闻地籁，汝闻地籁而未闻天籁。”在他眼中，万物发出的声音——风声、鸟鸣、虫唱——都是“天籁”。夜行动物的叫声与闪光，也是这天籁的一部分，只是古人只能用耳朵和眼睛去感知，而我们今天多了一台声谱分析仪。

八、探究感悟

太阳落山后，世界并没有“关灯”。蝙蝠用超声波描摹夜空的轮廓，猫头鹰用静音的翅膀滑过树梢，猫的瞳孔在黑暗中放大如满月，萤火虫用冷光在草丛中写着无声的情书。它们在黑暗中各自忙碌，互不打扰——蝙蝠在天上，猫头鹰在树上，猫在地面，萤火虫在草丛。它们共享同一片黑夜，却各自用不同的方式“阅读”它。

蝙蝠靠的是喉部发出的超声波——人类听不见，但对蝙蝠来说那就是它的“光”。猫头鹰靠的是面盘收集的细微声响——一只老鼠在枯叶上移动的声音，在它耳中清晰如雷。猫靠的是视网膜后面的那面“镜子”——把每一束光都用两次。萤火虫靠的是体内一场精密的化学反应——把能量转化为光，而不是热。

每一个“夜行者”都不是随便选择了黑夜。它们是被亿万年的演化“打磨”成了黑夜的形状。而当我们明白每一种夜行策略都是在特定环境压力下的最优解时，黑夜便不再是“空无”，而是一座被不同生命共享的、永不熄灯的剧场。

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。