096 蝉的“大喇叭”——夏日歌手的发声秘密

项目	内容
任务名称	蝉的“大喇叭”——夏日歌手的发声秘密
对应分册	《蝉》
核心探究	动物发声机制、求偶行为、身体结构适应
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“生命系统的构成层次”——观察动物结构，理解结构与功能的适应；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，发展观察比较与科学记录的能力
关注能力	观察与推理、结构-功能分析、科学探究
价值观引领	每一只蝉的歌声，都是在地下蛰伏多年后生命最后的绝唱——了解它，就不会只觉得它吵闹。
适用年级	4-6 年级
建议课时	3-4 课时

一、探究导入

“知了——知了——”夏天最响亮的声音，来自树上那些不起眼的小家伙。

你有没有想过：蝉那么小的身体，怎么能发出这么大的声音？一只蝉的叫声可达 90 分贝，相当于割草机发出的噪音；某些大型蝉近距离鸣叫时甚至可达 120 分贝，相当于距离喷气式飞机尾部 100 米处听到的噪音。蝉是地球上叫声最大的昆虫。可并不是所有的蝉都会叫。只有雄蝉才会引吭高歌，雌蝉是“哑巴蝉”。雄蝉拼命鸣叫，只有一个目的：吸引雌蝉，完成繁衍。

虞世南在《蝉》中写道：“垂緌饮清露，流响出疏桐。居高声自远，非是藉秋风。”他以蝉居高声远比喻君子的高洁品格。骆宾王说蝉“声以动容，德以象贤”——蝉的鸣叫可摇荡人心，其德行可比拟圣贤。不同的诗人在不同的时代听到了同样的蝉鸣，却读出了完全不同的意义。

今天我们从科学出发，去追问那声音的来源——蝉到底是怎么发出这么大声音的？蝉为什么要叫？

二、探究目标

1. 认识雄蝉发声器官的结构与发声原理，理解结构与功能相适应的生物学观念

2. 学习观察与推理的科学方法，培养从现象追问原理的科学探究能力

3. 了解蝉鸣背后的生存意义，感悟自然生命的神奇与精妙

三、探究准备

1. **材料用具**：蝉的标本（或高清图片）、放大镜、记录本、笔、手机（可播放不同蝉的叫声录音）

2. **场地**：教室（展示与讨论）、户外树荫下（听蝉鸣观察）

3. **安全提醒**：户外观察注意防晒防暑；不攀爬树木捕捉蝉；不伤害蝉

四、探究过程

（一）提出问题

学生在夏日聆听蝉鸣，围绕以下问题展开讨论：

- ☐ 蝉是怎么发出声音的？它的“乐器”藏在身体的哪个部位？
- ☐ 为什么有的蝉会叫，有的不会？会叫的都是雄蝉吗？
- ☐ 蝉叫得那么响，是为了什么？
- ☐ 不同种类的蝉，叫声一样吗？

（二）作出假设

雄蝉的腹部具有特殊的发声器官——音盖、鼓膜和鸣肌。鸣肌以极快速度收缩拉动鼓膜振动，经共鸣腔放大后产生响亮的鸣叫。鸣叫的目的是吸引雌蝉完成交配，不同种类的蝉叫声不同，用于同类识别。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：蝉的发声器官在哪里？——观察与辨认

观察蝉的腹部：会鸣叫的蝉都是**雄蝉**，它的发音器就在**腹基部**。如果去看蝉的肚皮，常会发现有两个小圆盖，这样的蝉就是雄蝉，雌蝉是没有的。

结构名称	位置与形态	功能
音盖（盖板）	腹部两侧的两个半圆形盖片	保护内部发声结构，参与共鸣
鼓膜（瓣膜）	音盖内侧的一层透明薄膜	振动产生声音，像鼓面一样
鸣肌	连接在鼓膜上的肌肉束	高速收缩拉动鼓膜振动
共鸣腔	盖板和鼓膜之间的空腔	放大声音，使其响亮

一个小问题：雄蝉腹部那两个“小圆盖”下面藏着什么？那就是蝉的“音响系统”。掀开盖板，里面有一层薄膜（鼓膜），连接着高速振动的肌肉（鸣肌），盖板和鼓膜之间的空腔就是共鸣腔——一套完整的发声装置，全部装在一个小圆盖下面。

活动 2：声音是怎么产生的？——发声原理探究

雄蝉的发声原理如下：

1. **高速振动**：鸣肌以惊人的速度收缩和放松，**每秒能伸缩约 1 万次**。
2. **鼓膜发声**：鸣肌拉动鼓膜快速振动，发出“咔嗒”声。
3. **空腔共鸣**：盖板和鼓膜之间的空腔形成共鸣器，将这些声音放大。
4. **尾部配合**：鸣叫时蝉的尾部会翘起，进一步帮助共鸣。

另一个小问题：鸣肌每秒伸缩一万次，是什么概念？人的眼皮肌肉每秒只能收缩约 10 次，一万次是它的 1000 倍。蝉的肌肉是自然界中收缩速度最快的肌肉之一。可以查查还有哪些动物肌肉的收缩速度也非常快？

活动 3：蝉为什么要叫？——鸣叫功能的探究

雄蝉拼命鸣叫，目的只有一个：**吸引雌蝉，完成繁衍**。

- ☐ 雌蝉虽然不会叫，但它的**听觉器官比雄蝉更敏锐**，能精准锁定雄蝉的叫声
- ☐ 雄蝉一起鸣叫形成“大合唱”，**叫得越响说明身体越好**，越容易吸引雌蝉
- ☐ 蝉从地下钻出后，**成虫的寿命通常只有两到三周**，它们必须在短暂的生命里完成繁衍的使命
- ☐ 雄蝉还会发出**惊吓声和警戒声**——被捕捉时会发出急促的惊叫

想一想：雄蝉的叫声能达到 90 分贝，如果人类站在一棵满是雄蝉的树下，耳朵会受到伤害吗？蝉叫那么大声，不会吸引天敌吗？雄蝉“大合唱”是为了让雌蝉在更远的距离就能听到，但也可能吸引鸟类——这是“听到”和“被听到”之间的权衡。“蝉”生就是这么矛盾和无奈，人生其实又何尝不是呢？

活动 4：不同蝉的叫声——种类识别

不同种类的蝉叫声各不相同，这也是物种分类的重要依据：

蝉的种类	叫声特点	拟声
蟪蛄	长音调，高频急促	“zi——”
蒙古寒蝉	音调短促	“ziwa ziwa”（“伏天儿”）
黑蚱蝉	音调长而平稳	“zhi——”
鸣鸣蝉	叫声末段拉长音	“磁——唔呦”

想一想：如果你是一只雌蝉，在一片嘈杂的“大合唱”中，你怎么分辨出同种类的叫声？每一种蝉的叫声都有独特的频率和节奏，雌蝉的听觉系统能精准识别这些差异——它不是在“听歌”，是在“解码”。

（四）设计制作

各小组合作完成以下成果：

（1）蝉的发声器官结构图

绘制雄蝉腹部的发声器官结构图，标注音盖、鼓膜、鸣肌、共鸣腔的位置。

(2) “蝉鸣是怎么来的”流程图

用流程图展示：鸣肌收缩→鼓膜振动→共鸣放大→发出蝉鸣的完整过程。

(3) 不同蝉的叫声对比表

整理不同种类蝉的叫声特点，可附拟声词和声调描述。

（五）交流分享

- ☐ 各小组展示发声器官结构图和流程图
- ☐ 讨论：为什么雌蝉不会叫？如果雄蝉不会叫，蝉这个物种还能延续吗？
- ☐ 讨论：蝉的叫声为什么在夏天特别响亮？下雨天蝉鸣为什么会变少？

五、成果制作

各小组合作完成以下成果（至少选择一项）：

1. **蝉的发声器官模型**：用简易材料制作雄蝉发声器官的模型，展示音盖、鼓膜、共鸣腔的结构

2. **“蝉鸣的秘密”科普海报**：图文并茂地展示蝉的发声原理、鸣叫目的和叫声种类

3. **蝉叫声对比音频图**：录制或收集不同种类蝉的叫声，制作成“听音辨蝉”的对比图

4. **古诗中的蝉小辑**：收集 3-5 首与蝉有关的古诗词，配上蝉的图片和简短赏析

六、交流反思

1. 雄蝉的鸣肌每秒能伸缩约 1 万次——这比人类肌肉的收缩速度快了上百倍。你觉得人类的肌肉有可能达到这样的速度吗？为什么？

2. 雌蝉没有发声器官，是“哑巴蝉”，但它的听觉器官比雄蝉更敏锐。为什么大自然让“叫的听不见，听得见的不会叫”？这种分工有什么生存智慧？

3. 虞世南在《蝉》中写道：“居高声自远，非是藉秋风。”他赞美蝉的品格高洁。从生物学的角度看，蝉“居高”是为了什么？“声远”又是为了什么？诗人和科学家，谁更接近蝉的“真相”？

七、科学与文化融合

蝉是中国古典诗词中的重要意象。虞世南在《蝉》中写道：“垂緌饮清露，流响出疏桐。居高声自远，非是藉秋风。”他以蝉居高声远比喻君子的高洁品格。骆宾王说蝉“声以动容，德以象贤”——蝉的鸣叫可摇荡人心，其德行可比拟圣贤。陶渊明借蝉的哀鸣抒发感时悲逝之情，柳永在《雨霖铃》中用“寒蝉凄切”渲染离别的愁绪。蝉从《诗经》《楚辞》时代就走入了中国人的诗文，它在不同的诗人笔下，有时是高洁的象征，有时是悲秋的寄托，有时是生命短暂的隐喻。一首唐诗、一阕宋词，蝉的鸣叫就不仅仅是一种自然现象，更是一段跨越千年的文化凝视。古人听见蝉鸣，读出的是品格与命运；我们今天听见同样的蝉鸣，追问的是它怎么发出声音——两种倾听，都在试图理解同一件事：蝉在说什么。关于蝉的艺术品也非常丰富，古墓也出土了很精美的玉蝉，齐白石的蝉画的就非常传神，要想看就去翻开《真实的大自然》欣赏吧。

八、探究感悟

雄蝉的发声器官，藏在它腹部那对小小的圆盖之下。鸣肌以每秒一万次的频率收缩，拉动鼓膜振动，再通过共鸣腔放大——一个小小的腹部，竟然藏着一套如此精密的“音响系统”。雌蝉虽然“哑”着，却用更敏锐的耳朵聆听，从一片嘈杂的“大合唱”中分辨出属于自己的那一个频率。雄蝉唱，雌蝉听——一唱一听之间，完成了繁衍。

而在地下沉睡多年的蝉（甚至可以在地下呆 17 年，如果有兴趣这个就是一个很好的探究项目呢），出土后只剩两到三周的生命。它们用尽最后的气力高声歌唱，不是为了“吵”我们，而是为了在生命结束前，完成那件唯一重要的事。唐代诗人虞世南写“居高声自远”，是从蝉的鸣叫中读出了品格；骆宾王说蝉“声以动容，德以象贤”，是把蝉鸣比作了君子的德行。但蝉自己不知道这些——它只是唱，然后死去，然后在下一年的夏天，新的蝉会从同样的树枝上，发出同样的声音。

千年以来，诗人们赋予它的意义不断堆积，但蝉本身始终保持着最初的方式——用一次完整的鸣唱，回应一次完整的生命。而我们，是那些在树下抬起头、试图听懂它在说什么的人。

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。