100 气味地图——动物如何用化学信号标记世界

项目	内容
任务名称	气味地图——动物如何用化学信号标记世界
对应分册	《狗》《蚂蚁》《狼》《狐狸》
核心探究	化学通讯、领地行为、信息传递
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”——动物通过化学信号进行信息传递和领地标记；初中学段：运用分析综合等思维方法处理信息，形成珍爱生命的社会责任感
关注能力	信息解码分析、比较推理、系统思维
价值观引领	气味是动物写在空气中的“文字”——每一个气味标记都是一条信息，等待被阅读、被理解、被回应。
适用年级	5-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

狗出门后为什么总要在电线杆、墙角、树干上撒尿？蚂蚁为什么总是排着队走同一条路？狼为什么在领地边界反复留下气味标记？狐狸为什么在自己的领地边缘留下粪便和腺体分泌物？

这些看似“不文明”的行为，其实是这些动物在用一种古老而精密的语言——“化学语言”——进行交流。狗用尿液中的化学物质标记“到此一游”，向其他狗传递自己的身份、性别和地位；蚂蚁在走过的路上留下信息素，“画”出一张看不见的路线图；狼用尿液标记领地边界，向闯入者发出“此处已有人”的警告；狐狸则用腺体分泌物在领地边缘留下气味“名片”，告诉同类“这是我的地盘”。

气味是动物写在空气和地面上的“文字”。它们看不见、听不到，却能够传递身份、性别、年龄、健康状况、情绪状态、领地边界、路线信息——比人类靠视觉获取的信息丰富得多。古人已经注意到蚂蚁的行为与环境的关系。

今天我们就从狗、蚂蚁、狼和狐狸出发，一起探究：这些动物如何用气味“说话”？它们的气味地图是怎么“画”出来的？

二、探究目标

1. 认识狗、蚂蚁、狼和狐狸利用化学信号进行信息传递的方式，理解化学通讯在动物社会中的核心作用

2. 学习信息解码与比较分析的方法，发展从现象追问机制的科学探究能力

3. 理解气味是动物写在空气中的“语言”——每一种气味标记都是一条信息，培养跨感官认知与系统思维的科学态度

三、探究准备

1. **材料用具**：计算机或平板（查阅资料）、记录本、绘图工具、A3 白纸、彩色标记笔、不同气味的小瓶（如醋、酒精、柠檬汁，模拟“气味标记”实验）、棉签、标签纸

2. **场地**：教室或计算机室（条件允许时可进行“气味追踪”模拟实验）

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；正确使用绘图工具；气味实验中使用常见安全材料，避免刺激性化学品

四、探究过程

（一）提出问题

学生围绕动物的化学通讯展开讨论：

- 狗出门为什么总要到处闻闻、到处撒尿？它在“说”什么？
- 蚂蚁是怎么找到回家的路的？它怎么“告诉”同伴食物在哪里？
- 狼用尿液标记领地，它的“气味留言”包含了哪些信息？
- 狐狸真的“狐臭”吗？它为什么要用气味标记领地？

（二）作出假设

四种动物分别利用不同的化学信号系统进行通讯。狗通过尿液和腺体分泌物传递个体身份信息；蚂蚁通过信息素构建动态导航网络；狼通过尿液中的化学物质传递身份、等级和领地边界信息；狐狸通过腺体分泌物和粪便在领地边缘留下持久的“气味名片”。化学通讯具有延时传递、不受光线限制等独特优势。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：狗——用鼻子“阅读”世界

狗的嗅觉系统是哺乳动物中最发达的之一。犬的鼻腔内约有 **2.2 亿个嗅觉细胞**，能感觉约 200 万种不同浓度的气味。人类只有约 500-600 万个嗅觉受体。狗大脑中专门处理气味的区域，按比例计算比人大 40 倍。

狗的“气味信息”	传递的内容
尿液标记	身份、性别、年龄、健康状况、发情状态
肛门腺分泌物	个体识别、情绪状态

脚掌汗腺	行走路线标记、“到此一游”
气味追踪	追踪人或动物走过的痕迹，可追踪数小时甚至十几小时

对狗来说，世界首先是由气味构成的。每一次嗅闻，都是一次“阅读”；每一处尿液标记，都是一次“留言”。狗出门遛弯时不断嗅闻电线杆和墙角，就像人类翻阅报纸——它在“阅读”其他狗留下的“新闻”。

一个小问题：狗撒尿时为什么总要把腿抬起来？抬腿是为了让尿液标记的位置更高——位置越高，气味越容易被其他狗的鼻子发现。这是狗之间的“广告位”策略，和人类把广告牌挂在高处的逻辑一样。

活动 2：蚂蚁——气味导航与信息素高速公路

蚂蚁依靠信息素进行导航和通讯。蚂蚁一边走路，一边从腹部末端的肛门和腿上的腺体里分泌带有特殊气味的化学物质，把它涂在路上。当一只侦察蚁发现食物后，它会在返回巢穴的路上分泌踪迹信息素，形成一条看不见的气味轨迹。

信息素会挥发，气味越强的地方路径越短，越多的蚂蚁会选择这条最短的路，留下更多气味标记——这形成了一种自强化效应。

蚂蚁的“气味系统”	功能
踪迹信息素	标记觅食路径，引导同伴找到食物
警报信息素	遇险时释放，警告同伴逃离
识别信息素	区分同巢与异巢个体
性信息素	吸引异性交配

蚂蚁用气味“画”出了一张动态的地图——这张地图会随着食物的位置变化而不断更新，是世界上最古老的“导航系统”。

另一个小问题：蚂蚁的信息素标记能被同伴“闻”多久？不同信息素的挥发速度不同——踪迹信息素几分钟到几小时就会变弱，需要工蚁不断补充；警报信息素挥发极快，几秒钟后就消失了，因为“危险已经过去”的信号不需要长时间保留。

活动 3：狼——尿液里的“身份档案”

狼用尿液标记领地，尿液中含有关于身份、等级和繁殖状态的信息。狼的尿液标记能告诉其他狼：这里已经被占领了，领地主人的身份和地位是什么。

狼的“尿液信息”	传递的内容
身份识别	标记者是谁
等级地位	头狼的标记与普通成员不同
领地边界	此处已被占领
繁殖状态	是否处于繁殖期
警告信号	入侵可能引发战斗

研究发现，繁殖期的狼对陌生气味的反应比非繁殖期的狼强烈约 13 倍。头狼是领地标记的主要执行者，因为它“有更多可以失去的东西”——领地、伴侣和幼崽。当外来的狼闻到这些气味，就会知道一个区域已经被占用，再往前可能就要开战了。

想一想：狼的尿液标记是“留言”还是“战书”？它可以是两者。对同类来说，它是“此处有主”的提醒；对入侵者来说，它是“再进一步就开战”的警告。同一种信号，接收者的身份不同，解读出的信息也不同。

活动 4：狐狸——气味“名片”与领地标界

狐狸的嗅觉也很出色，气味在它们的生活中非常重要。狐狸会通过身上多个腺体分泌分泌物，喷洒蹭在显眼的地方。这些腺体包括肛门两侧的臭腺和尾巴上方的尾上腺。

狐狸的“气味系统”	功能
腺体分泌物	领地标界、个体识别
尿液标记	领地宣告、资源管理
粪便标记	在显眼位置留下气味“名片”
尾腺分泌物	身份识别、社交信号

狐狸的“狐臭”不是天生的体味，而是它主动在环境中“喷洒”的气味标签。每一处气味标记，都是一张写满信息的“名片”。

（四）设计制作

各小组合作完成以下成果：

（1）“气味语言”对比图

绘制四栏对比图，分别展示狗（气味阅读）、蚂蚁（气味导航）、狼（气味领地）、狐狸（气味名片）的化学通讯方式。

（2）动物气味通讯分析表

动物	主要气味来源	传递的信息	持续时间	接收者
狗	尿液、肛门腺	身份、性别、状态	数小时至数天	同类
蚂蚁	信息素（多种腺体）	路径、警报、识别	数分钟至数小时	同巢同伴
狼	尿液	身份、等级、领地边界	数天至数周	同类、竞争对手
狐狸	腺体分泌物、尿液	领地、身份、繁殖状态	数天	同类

（3）气味与视觉通讯对比

通讯方式	优势	劣势	代表动物
气味通讯	延时传递、不受光线限制	传播慢、受风向影响	狗、蚂蚁、狼、狐狸
声音通讯	传播快、可实时互动	无法延时、消耗能量	鸟类、狼（嚎叫）
视觉通讯	信息量大、即时性强	受光线和视线限制	人类、孔雀、萤火虫

（五）交流分享

各小组展示探究成果：

- ☐ 展示“气味语言”对比图，分享四种动物各自的化学通讯方式
- ☐ 讨论：气味通讯相比声音通讯和视觉通讯，有什么独特的优势？（延时传递、不受光线限制、信息持久）
- ☐ 讨论：如果人类的嗅觉也像狗一样灵敏，世界会变成什么样？你愿意拥有狗的嗅觉吗？
- ☐ 讨论：蚂蚁的信息素高速公路和人类的高速公路相比，有什么相似之处？

五、成果制作

各小组合作完成以下成果（至少选择一项）：

1. **“气味语言”对比海报**：图文并茂展示狗、蚂蚁、狼、狐狸的化学通讯方式
2. **动物气味通讯手册**：收录四种动物的气味来源、传递信息和通讯功能
3. **“气味地图”设计图**：模拟蚂蚁的信息素导航系统，设计一张“气味地图”
4. **“如果我是一只狗”创意故事**：以第一人称写一篇“用鼻子认识世界”的故事

六、交流反思

1. 狗用鼻子“阅读”世界——一根电线杆上有几十只狗留下的气味“留言”，人类闻不到，狗却能分辨出每一只狗的身份、性别和情绪。你觉得狗的“气味世界”和人类的“视觉世界”，哪个更“真实”？为什么？

2. 蚂蚁的信息素高速公路是一种“自组织”系统——没有规划者，没有指挥者，却能在群体层面形成最优路径。人类修建高速公路需要设计和规划，蚂蚁却不需要图纸。这两种“修路”方式，哪一种更“聪明”？

3. 狼用尿液标记领地，狐狸用腺体分泌物标界——气味标记对它们来说是一种“代价高昂”的通讯方式（需要消耗能量、暴露自己的位置）。为什么它们不

选择更“省力”的方式？气味通讯在哪些场景下比声音和视觉更有优势？

七、科学与文化融合

《吕氏春秋》中记载：“蚁冬居山之阳，夏居山之阴，蚁壤寸而水潦至。”古人已经注意到蚂蚁的行为与环境的关联——蚁穴周围的土堆可以指示水源。而“狐假虎威”的成语中，狐狸虽以“狡猾”著称，但它的“气味伪装术”却是真实的生存智慧。近代作家林语堂在《生活的艺术》中写道：“狗用鼻子认识世界，人用眼睛认识世界。”同样的世界，不同的感官。气味的语言，写在空气和地面上，比人类的文字古老得多。古人用“狐臭”来形容狐狸的气味，用“蚁酸”来描述蚂蚁分泌的化学物质——他们用有限的词汇，试图命名那些看不见却真实存在的气味信号。而今天我们用“信息素”“化学通讯”“气味地图”来重新命名它们，追问的是同一件事：这些看不见的痕迹，到底在传达什么信息？

八、探究感悟

狗出门后不断嗅闻电线杆上的气味——它在“阅读”其他狗留下的“新闻”。蚂蚁在走过的路上留下信息素——它在“画”一张只有自己人才能读懂的“地图”。狼在领地边界反复留下尿液标记——它在向闯入者发送“此处已有人”的“警告信”。狐狸在显眼位置喷洒腺体分泌物——它把自己的“名片”贴在了领地入口。

这些“气味文字”看不见、听不到，却承载着比人类的文字更古老的信息。每一处气味标记都是一条信息——可能是“我在这里，我是谁”，可能是“这条路通向食物”，可能是“此处是边界，请勿越界”，可能是“我正在寻找伴侣”。它们不需要眼睛，不需要耳朵，只需要一个鼻子，就能“阅读”同伴留下的全部信息。

林语堂说：“狗用鼻子认识世界，人用眼睛认识世界。”当我们俯下身，试着用“鼻子”去理解这些动物的世界时，我们会发现——空气中漂浮的，是它们写了亿万年的气味之书。每一页都写满了生存的智慧，而我们才刚刚学会阅读。

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。