020 企鹅的“保暖战衣”——极地生存的适应智慧

项目	内容
任务名称	企鹅的“保暖战衣”——极地生存的适应智慧
对应分册	《企鹅》
核心探究	动物保温机制的结构基础、极地生态适应与群体行为的关系
对应主题	生态环境、地球奥秘
呼应课标	科学课程“生物与环境的相互关系”——生物对极端环境的适应；“能的转化与能量守恒”——热传递的规律与保温原理；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	对比实验设计与数据分析、热力学理解
价值观引领	在极寒中，没有谁是一座孤岛——企鹅用身体相互取暖，用群体的力量对抗严酷的环境。
适用年级	4-6 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

南极，地球上最冷的地方。冬季气温可以降到零下 60℃，风速可达每小时 200 公里。在这样的极寒环境中，大多数生物都无法生存——除了企鹅。

企鹅穿着天然的“羽绒服”和“保暖内衣”，在南极的冰天雪地里悠然自得。它们不仅能够在极寒中生存，还要在冰水中游泳捕食，甚至要在零下几十度的环境中孵化后代——帝企鹅爸爸在极夜中不吃不喝站立两个月，把蛋放在脚背上用腹部的羽毛覆盖保温，直到幼雏孵化。

企鹅为什么不怕冷？它的“保暖战衣”到底有多厉害？今天我们就从企鹅的生存策略出发，一起探究：企鹅是如何在冰天雪地中保持体温的？

二、探究目标

1. 认识动物保温机制的结构基础，理解极地生态适应与群体行为的关系
2. 学习对比实验设计与数据分析的方法，提升热力学理解的科学探究能力
3. 理解极地生物对气候变化的脆弱性，培养环保意识与守护地球的责任感

三、探究准备

1. **材料用具**：不同材料（棉花、羽绒、塑料膜、金属箔、羊毛）、温度计（3-5

支)、热水瓶或小玻璃瓶（多个)、计时器、记录本、冰箱冷冻室

2. **场地**：教室、冰箱冷冻室（或冰水混合物）

3. **安全提醒**：使用热水时注意防烫；冰箱冷冻室操作需教师陪同；注意温度计的规范使用

四、探究过程

（一）提出问题

企鹅为什么能在零下 60℃的南极生存？羽毛和脂肪是如何协同保温的？企鹅群体聚集对保温有帮助吗？

（二）作出假设

企鹅的三层保温系统——外层防水羽毛阻挡冷风和冰水，中层绒毛锁住空气形成隔热层，内层贴身绒毛保持体表温暖，皮下厚脂肪层储存能量并隔绝寒冷——是应对极寒的核心机制。帝企鹅在冬季聚集取暖，通过轮流换岗的方式，使整个族群都能熬过极寒。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：不同材料的保温效果对比实验

变量控制：初始水温、容器大小、环境温度保持一致

1. 用相同温度计测量五个瓶子的初始水温（均倒入等量、同温的热水）

2. 分别包裹不同材料：A 组——棉花（模拟蓬松羽毛），B 组——羽绒（模拟绒毛），C 组——塑料膜（模拟防水层，无保温效果），D 组——金属箔（模拟反射层），E 组——对照（不加包裹）

3. 放入冰箱冷冻室，每隔 5 分钟记录一次温度，持续 20-30 分钟：

时间（分钟）	A 组（棉花）	B 组（羽绒）	C 组（塑料膜）	D 组（金属箔）	E 组（对照）
0（起始）	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C
5	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C
10	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C
15	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C
20	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C	_____°C

我们发现：羽绒和棉花保温效果最好，温度下降最慢；塑料膜几乎没有保温效果；金属箔有一定保温效果但不如蓬松材料。这说明：蓬松材料的保温原理是“困住空气”，空气是良好的隔热体，而不是材料本身“发热”。企鹅的绒毛层正是利用这个原理，通过锁定空气来隔绝外界的严寒。

活动 2：群体聚集取暖模拟实验

变量控制：热水瓶数量、初始温度保持一致

1. 在一个托盘上放置不同数量的热水瓶（1 个、3 个、6 个），初始水温相同

2. 放入冰箱冷冻室 20 分钟后取出，分别测量每个组中心位置 (或指定位置) 的温度：

组别	热水瓶数量	中心位置温度（°C）	边缘位置温度（°C）	温度差
A	1 个			0（只有一个）
B	3 个（摆成三角形）			_____°C
C	6 个（摆成圆形）			_____°C

我们发现：6 个热水瓶聚集在一起的组中心温度最高，降温最慢；3 个热水瓶的组中心温度稍低；1 个热水瓶的组降温最快。帝企鹅在极夜中成千上万只挤在一起，中心温度可达到零上 20-30℃，足以使企鹅“中暑”——所以它们会轮流换岗，让最内层的企鹅到外层去“散热”，让外层的企鹅到内层取暖。没有谁会一直霸占温暖，大家轮流享受，靠着集体的力量度过极寒。

活动 3：企鹅羽毛结构与保温机制分析

结合资料和《真实的大自然·企鹅》分册，分析企鹅羽毛的层次和功能：

结构层次	位置	主要功能	特点
外层防水羽	最外层	防水、防风	油性，重叠鳞片状排列，海水难以浸透
中层绒毛	中间层	锁住空气隔热	纤细密集，能填满羽毛间缝隙
内层贴身绒	最内层	保持体表温暖	柔软，贴近皮肤
皮下脂肪	皮肤下方	储存能量、隔绝寒冷	厚度可达数厘米

此外，企鹅还有一套特殊的“逆热流交换”血管系统——脚部的动脉血和静脉血在交汇处进行热交换，动脉血在流向脚部之前就已经被降温，减少了热量散失；静脉血在回流时被动脉血加热，避免了冷血直接回流到心脏。这种精巧的设计使企鹅能够长时间站在冰面上而不冻伤脚部。

（四）搜集证据整理结果

1. 不同材料的保温效果表明：蓬松材料（棉花、羽绒）的保温效果最好——因为空气被困在纤维之间，形成隔热层。企鹅的绒毛层正是利用这个原理，每平方英寸覆盖超过 70 根羽毛，密度是同一体型鸟类的三至四倍。

2. 群体聚集实验表明：聚集可以减少热量散失，群体中心的温度高于边缘。帝企鹅通过“轮流换岗”的方式，让所有个体都能分享温暖，共同抵御极夜严寒。

3. 企鹅的保温系统是“结构+行为+生理”的三重适应：结构上，三层羽毛加厚脂肪；行为上，群体聚集轮流换岗；生理上，逆热流交换血管系统减少热量散失。这种综合适应使企鹅能够在南极最寒冷的环境中维持 38℃的核心体温。

（五）得出结论

企鹅能够在极寒中生存，依靠的是“结构+行为+生理”的多重适应系统。身体结构层面：外层防水羽阻挡冷风和冰水，中层绒毛锁住空气形成隔热层，皮下厚脂肪层提供能量储备并隔绝寒冷。行为层面：帝企鹅在极夜中成千上万只挤在一起，通过轮流换岗的方式共享温暖。生理层面：“逆热流交换”血管系统减少热量从脚部散失。这三种适应协同工作，使企鹅成为地球上最耐寒的鸟类之一。

五、成果制作

制作《企鹅的保暖战衣》信息图或模型：

1. 企鹅羽毛结构剖面图（标注外层防水羽、中层绒毛、内层贴身绒及皮下脂肪）

2. 保温实验数据图表（不同材料温度下降曲线对比）

3. 群体聚集温度分布图（标注中心与边缘温差及轮流换岗示意）

4. “企鹅的保暖智慧”与“全球变暖”对照板块

六、交流反思

1. 企鹅的羽毛分三层，我们人类的衣物也分多层（内衣、毛衣、外套）。这两种“分层策略”的原理有什么相同之处？为什么“空气层”比“材料本身”更重要？

2. 帝企鹅爸爸在极夜中不吃不喝站立两个月孵蛋——这不是“坚强”能解释的，这是亿万年演化的结果。如果温度低于零下 60℃，蛋暴露超过 2 分钟就可

能冻死。你觉得帝企鹅爸爸的“坚持”是本能还是选择？本能和选择之间的界限在哪里？

3. 全球变暖导致南极冰层减少，帝企鹅的栖息地正在缩小。如果你是一只帝企鹅，你会怎么应对环境的变化？人类能做些什么来帮助它们？

七、科学与文化融合

在人类探索南极的历史中，企鹅始终是最引人注目的“南极居民”。1911 年，罗伯特·斯科特率领的英国探险队在前往南极点的途中，曾在罗斯冰架上观察到成群的帝企鹅——它们在零下 40℃的暴风雪中挤成一团，用身体相互取暖。斯科特在日记中写道：“它们站在那里，背对着风，像一群沉默的哨兵。我不知道它们是如何做到的——在这样寒冷的地方，站上整整一个冬天。”斯科特的困惑，在今天已经被科学解答：企鹅靠的是三层羽毛、厚脂肪和逆热流交换血管系统——一套演化精密的“中央供暖”方案。斯科特看见的是“不可思议的坚韧”，我们今天看见的是一套精确到毫米的保温工程。

八、探究感悟

企鹅是极地生存的专家。它们用三层羽毛构建了天然的“保暖战衣”，用厚实的脂肪层储存能量，用群体聚集的方式互相取暖。帝企鹅爸爸在极夜中不吃不喝站立两个月，把蛋放在脚背上，用腹部的羽毛覆盖保温。在零下 60℃的环境中，企鹅用最朴素的方式守护着生命的延续。

更令人惊叹的是企鹅群体的协作精神。成千上万只帝企鹅在极夜中挤成一团，中心温度可以升高到零上二三十度。但没有谁会一直霸占温暖——外围的企鹅会慢慢蹭到中间取暖，中间暖和够了的企鹅会主动换到外面“站岗”。这种默契的协作不是计算出来的，而是在亿万年演化中形成的生存本能——也是一句无声的承诺：我们在一起，就能活下去。

但今天，全球变暖正在融化南极的冰层，帝企鹅的栖息地在缩小，食物来源在减少。企鹅的“保暖战衣”可以抵御自然界的严寒，却无法抵御人类活动带来的气候变暖。

《真实的大自然·企鹅》分册用高清摄影图片和 1:1 的真实比例图片，完整呈现了企鹅的体态特征和三重羽毛结构。帝企鹅爸爸孵蛋的感人场景被真实镜头记录下来——在极夜的暴风雪中，成千上万只雄性企鹅挤在一起，用体温守护着脚背上的蛋。透过真实的镜头，我们得以看见：即使在最寒冷的角落，生命也会

找到延续的方式。

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。