

探寻地理气候中的物态变化密码^{*}

——“物态变化”复习课教学创新设计与实践研究

欧旭升 (东莞市东莞中学松山湖学校 广东 523808)

潘书朋 (山东省莱州市玉皇中学 山东 261400)

摘 要 以初中物理“物态变化”复习课为载体,融合地理气候现象与物理知识,设计干冰模拟各种气候、半导体制冷片液化实验等低成本、安全直观的跨学科实践活动。通过真实情境探究和跨学科问题链驱动,帮助学生掌握物态变化的本质及其在气候中的应用,为物理教学与地理学科的深度融合提供了可操作的范例。

关键词 跨学科主题学习 物态变化 地理气候 低成本创新实验设计 学科融合

文章编号 1002-0748(2025)12-0024

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

新课标明确强调学科实践与跨学科主题学习的重要性,旨在培养学生基于真实情境解决复杂问题的能力。然而,传统物态变化教学往往偏重理论知识的灌输,缺乏真实情境的有效支撑,导致学生难以理解抽象的物理概念,学生迷思概念普遍,学习效果大打折扣。地理气候现象为物态变化教学提供了天然的实验情境,液化、凝华、凝固等过程在气候现象中直观呈现,为解决教学痛点问题提供了一个新的思路。将地理气候通过干冰创新实验与初中物理物态变化复习课进行深度融合,不仅有助于学生深入理解物态变化的本质,还能通过跨学科实践,培养学生的科学探究能力、分析能力和跨学科思维,具有重要的现实意义和推广价值。

1 真实情境驱动:地理气候现象中的物态变化机理分析

师:我们国家国土辽阔。南方阴雨连绵,北方白雪飘飘。气候的差异,主要原因在于哪方面呢?

学生:温度。北方冷,南方热,主要来自温度的影响。

设计意图:开门见山地利用生活化的地理现象来降低知识抽象性,初步建立气候与物态变化的联系

来进行情境驱动,激发探究动机;从地理表象(温度差异)切入物理本质(物态变化机理),以温度为核心变量,为后续实验(如干冰模拟气候)提供逻辑起点进行进阶式建构,渗透“宏观辨识—微观探析”核心素养。

2 基于优质问题链的跨学科实验设计: 干冰模拟气候现象的创新实践

师:如果我们要设计一个实验尽可能多地呈现各种气候情况,请同学们思考,我们该如何设计?需要哪些器材?

生 1:需要温度计,还需要能快速改变温度的装置。

师:需要升温还是降温?

生 2:我们在南方,现在气温 20 多度,要模拟下雪就要降低到 0 度以下,肯定要降温,可以放到冰箱里。

生 3:干冰升华能实现人工降雨,吸热效果比冰好,我们可以用干冰试试。

师生共同完成实验设计与问题链驱动。

问题 1(现象关联):如何用简易器材模拟不同气候现象?

方案设计:剪裁易拉罐作为容器,底部放置干冰(模拟低温环境),外壁从上到下依次贴三张遇水变红试纸(检验是否有液态水出现),之后把易拉罐放

^{*} 基金项目:本文系 2025 年广东省教育科学规划课题“基于课程标准的初中物理跨学科主题化项目式学习设计与评价研究”(项目编号:2025ZQJK244)、广东省中小学教师培训中心专项科研课题“指向核心素养的初中物理单元结构化教学研究”(项目编号:GDSP-2024-E013)、2025 年广东省教育科学规划课题“初中物理构建市域“3+X”教研课程化的实践研究”(项目编号:2025YQJK0544)、烟台市教育科学“十四五”规划初中物理循证教研专项课题“基于循证理念的初中物理跨学科实践教学策略研究”(课题编号:WLXZJY145011)和烟台市教育科学“十四五”规划“四名”建设工程专项课题“跨学科视域下初中学科主题式教学的实践研究”(课题编号:SMGC145007)的阶段性研究成果。

在盛有水的金属盖上(见图 1)。

问题 2(变量控制):如何通过操作触发不同物态变化?

学生分组实验:

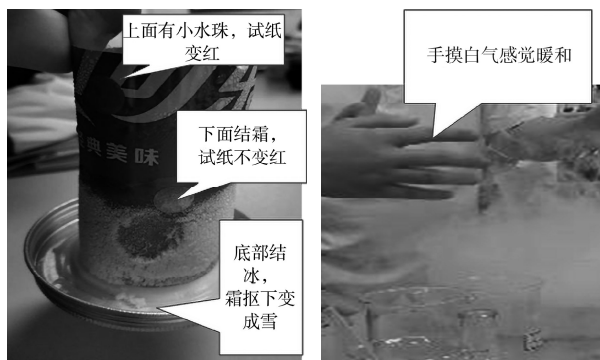


图 1 模拟低温环境

图 2 探究液化放热

操作 1:干冰升华吸热,罐外壁温度骤降→水蒸气液化为水、凝华为小冰晶(模拟下雨、降雪);

操作 2:敲击罐壁使霜脱落→模拟雪花飘落动态过程;

操作 3:向罐内倒入热水→水蒸气遇冷液化形成雨滴(模拟云雾);

操作 4:将双手放在云雾中感受冷热(探究液化发热还是吸热)(见图 2)。

问题 3(本质探究):实验现象如何对应气候形成的物理机理?

学生分别汇报观察到的实验现象。

学生 1:可以呈现结霜。我们看到易拉罐的底部覆盖了厚厚的一层白色,这是霜。

学生 2:还有雪。我把霜抠了一部分,可以看到白沙一样的东西,这应该就是雪吧。用手指轻轻敲几下易拉罐,只见外壁的霜像白雪纷纷落下。

学生 3:还可以模拟下雨。我看到易拉罐的外面有很多小水珠。这是外面的水蒸气遇冷液化而成的。

学生 4:我看到瓶盖上面的水都结冰了。

学生 5:把热水倒入易拉罐中,会出现大量白气,这可以模拟雾天,双手放入白气中感觉很暖和说明液化放热。

学生 6:金属盖上的冰一段时间后逐渐熔化为水,易拉罐上的霜升华变少,遇水变红试纸变红,说明霜也熔化为水。

师:请结合实验结论,解释“为何同一实验中能复现雨、雪、雾等不同气候现象”。

学生总结:温度变化导致水蒸气经历不同物态变化(液化、凝华),这与真实气候中地域性特征的形

成原理一致。

设计意图:以“模拟多气候现象”为任务,将抽象的物态变化原理具象化为可操作的实验目标,激发学生解决实际问题的兴趣,通过三阶优质问题链(设计实验→控制变量→揭示机理)驱动探究,利用干冰升华特性与易拉罐等低成本材料,直观呈现凝华、液化等多种现象,突破抽象概念教学瓶颈,实现现象与原理的跨学科关联(如“霜—凝华—北方气候”)。

3 物态变化本质的跨学科阐释:

从现象到原理的知识网络构建

气候现象的物理本质可归结为六种物态变化,即熔化、凝固、汽化、液化、升华和凝华。为了让学生将所学知识融会贯通,基于大单元教学视角,本节课通过纵向迁移与横向对比策略构建知识网络。

纵向迁移:以熔化、凝固等旧知为锚点,类比迁移至升华、凝华等新概念,强化学生对物态变化共性与差异的认知。

横向对比:将升华/凝华与其他物态变化过程(熔化/凝固、汽化/液化)进行系统对比,从能量转化与分子运动维度揭示其本质联系,帮助学生形成结构化知识体系。

下面是核心素养导向下的大单元教学设计。

3.1 物质观念:微观机理的深度剖析

以水的固-液-气三态为研究对象,结合分子动理论,从微观层面阐释物态变化的本质(如分子间距与热运动强度的关联),实现“宏观现象—微观解释—热学规律”的贯通(见图 3)。

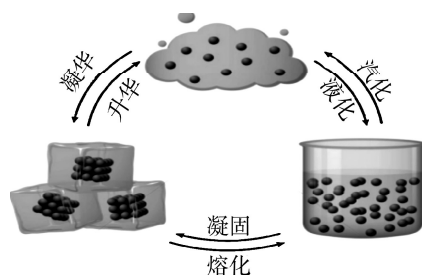


图 3 微观层面阐释物态变化的本质

3.2 科学思维:热力学原理的逻辑建构

引导学生基于热传递原理与热胀冷缩现象,推理物质状态变化的能量条件(见图 4)。

升温过程:吸热→分子间距增大→固态→液态→气态;

降温过程:放热→分子间距减小→气态→液态→固态。并强调其可逆性与能量守恒本质。

- 一种技巧：热胀冷缩（分子间隔发生变化）
- 一个原理：热传递（高温放热，低温吸热）

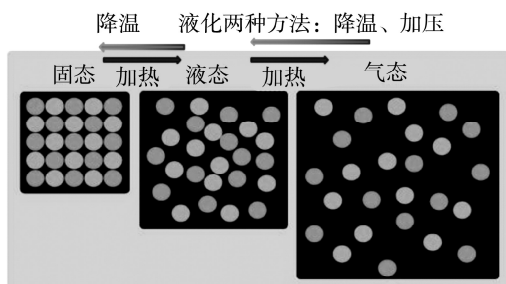
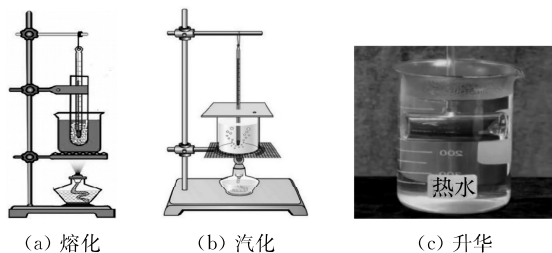


图 4 推理物质状态变化

3.3 科学探究：实验方法的共性提炼

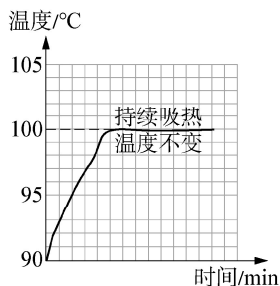
在熔化、汽化、升华实验中，统一采用“加热观察—数据记录—图象分析”的探究路径（见图 5），并通过规范实验操作（如自下而上组装器材）强化科学方法训练。



(a) 熔化

(b) 汽化

(c) 升华



(d)

图 5 科学探究

3.4 科学态度与责任：社会化应用的价值引导

结合人工降雨、舞台烟雾、食物保鲜（升华吸热）等案例，引导学生分析物态变化技术的社会效益与伦理责任，增强环保意识，树立人定胜天的信念，培养严谨求实的科学态度及“知行合一”的实践能力。

设计意图：通过“双向整合—素养渗透—跨学科应用”的设计逻辑，突破传统教学的碎片化局限，实现知识网络化、素养立体化与学习实践化的统一。通过纵向迁移和横向对比的双向整合策略构建物态变化知识网络，以旧知（熔化/凝固）类比迁移至新知（升华/凝华），提炼能量转化共性；从分子运动与能

量维度对比六种物态变化，形成结构化认知，另外依托大单元教学，贯通核心素养：物质观念方面以水三态为载体重构“宏观—微观—规律”逻辑链；科学思维方面通过热力学推理训练可逆性思维与守恒观念；科学探究方面统一实验方法，强化科学探究的规范性；科学态度方面结合人工降雨等案例，培养社会责任感，最终实现物理原理与地理现象的跨学科互释，促进知识迁移与素养落地。

4 证据驱动的循证深度学习：迷思概念澄清与认知冲突解决

针对学生对“白气是否为水蒸气”“越高的地方离太阳越近温度越高”等前概念认知偏差，液化放热还是吸热、液化后的小水珠附着在哪边等学习难点，我们收集整理学生常见的疑惑，由浅入深，从基础到综合应用，通过讨论、实验、人工智能工具对话等方式寻找证据，激发思维火花，扫除认知障碍。

循证 1 云南十里不同天、新疆旅游独库公路一路为什么经历四季？

通过与人工智能工具“豆包”问答（见图 6），学生了解到并不是越高的地方温度越高，反而温度较低。云南、新疆地势起伏大导致温度变化明显，海拔每升高 1000 米，气温大约下降 6.5°C ，因此在山脚可能是温暖的亚热带气候，到了山顶就变成了寒冷的高山气候，进而出现不同的天气和季节特征。



图 6 人工智能工具“豆包”问答特征。

循证 2 为什么易拉罐下面结霜，上面却“下雨”？

干冰放在易拉罐的底部，升华吸热，所以易拉罐下面温度会更低，温度低于 0°C 时，空气中的水蒸气直接凝华为固态小冰晶（凝华）；上面温度较高，水蒸气遇冷液化成小水珠（液化）。

循证 3 霜是凝华还是水蒸气遇冷液化为水再凝固成的小冰晶？

通过遇水变红试纸实验发现：易拉罐下部试纸未变红，说明物态变化过程中没有液态水出现。因此，

霜是水蒸气直接凝华形成的,而非先液化再凝固。

循证 4 白气是水蒸气还是小水珠? 有哪种现象或实验支持你的想法?

将遇水变红试纸放在热水冒白气的上方,不久就看到白气多的地方试纸变红(见图 7),把手放到白气上方,也发现手马上变潮湿,证明“白气”不是水蒸气,而是由许许多多的小水珠构成的。



图 7 试纸变红

循证 5 液化是水蒸气遇热还是遇冷形成的?

在探究液化的方式实验中,传统的实验是用冷热两片玻璃片分别放在热水上方观察玻璃片上是否出现小水珠。此实验的缺点是学生要用酒精灯对玻璃片加热,存在安全隐患。因此,笔者对这个实验进行了改进,改用空调的零件半导体制冷片(见图 8)代替玻璃片,半导体制冷片的优点是通电后一面冷一面热(见图 8),学生用手可以直接感知温度的不同,并且当冷的一面朝向热水时,能够非常清晰地看到水蒸气遇冷液化的现象(见图 9)。而当热的一面朝向热水时,没有发现水蒸气遇冷液化的现象(见图 10)。通过对比实验,可以加深学生对水蒸气液化的条件是降低温度(遇冷液化),也得出了“哪里热哪里出汗”——小水珠总是在出现在水蒸气温度相对高的那一边的通俗结论。

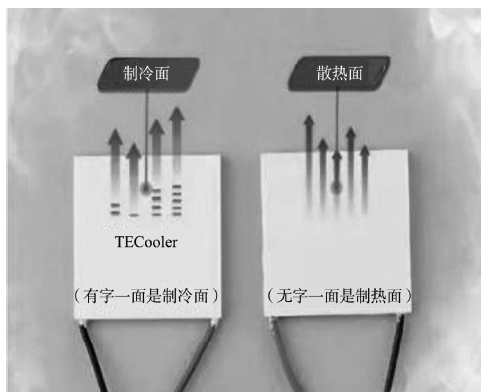


图 8 半导体制冷片一面制冷一面制热

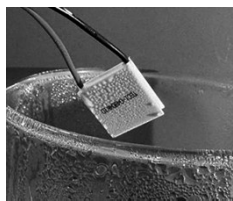


图 9 半导体制冷片冷的一面遇到水蒸气发生液化

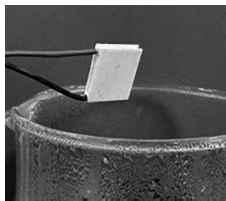


图 10 半导体制冷片热的一面遇到水蒸气,没有发生液化

循证 6 回南天是关窗还是开窗? 里面是开暖气还是冷气?

对这些问题学生很纠结:开窗可以让空气流动加快,加快水的蒸发速度,房间就不会潮湿了,关窗可以防止外面热的水蒸气进入室内碰到冷的墙壁液化为小水珠。那到底哪种做法才合适呢?

重温地理知识,我们了解到回南天是天气返潮现象,我国南方属于典型的亚热带季风气候,因此当每年春季从南海吹来的暖湿气流与从西伯利亚南下的冷空气相遇,一些冰冷的物体表面遇到暖湿气流后,就会在物体表面液化成小水珠。

最佳的做法是少开窗户,尤其是东侧和南侧的窗户,把暖湿气流拒之室外,如果一定要开窗换气,选在中午到下午两点之间。

另外,选用保温性好的建筑材料,屋内的墙面温度不会过低,也可以减少水蒸气遇冷液化。有了地理知识的加持,学生对实际问题的处理会考虑得更周全。

循证 7 为什么下雨时乌云密布?

这是因为下雨天空气中的水汽很多,水汽会上升到高空,遇到低温就会凝结成水滴或冰晶,形成更多的云。这些云会聚集在一起,形成更大更厚的云层。这些厚重的云层就像一把巨大的遮阳伞,挡住太阳光,所以我们看到的天空就变得阴暗了。

设计意图:以“南北气候差异”为起点,构建“现象观察—问题驱动—实验探究—本质提炼—实践应用”的递进式问题链。例如:

基础层:为何南方多雨、北方多雪?(温度差异与物态变化关联)

探究层:如何通过实验模拟气候现象?(干冰升华与液化条件控制)

迁移层:回南天如何科学除湿?(融合地理、液化原理的实际应用)

该框架通过地理现象等真实情境牵引物理原理,以问题链驱动深度学习,以不同方式丰富学习路径,有效培养了学生的跨学科整合能力与科学思维。

5 结论与展望:跨学科实践的可推广经验与教学范式创新

本跨学科主题学习案例以地理气候现象为真实情境,并以此建立与初中物理物态变化的链接点,通过以易拉罐、金属盖、遇水变红试纸等常见材料为核心器材,结合干冰升华特性,低成本复现结霜、降雪、降雨等多种气候现象,突破了传统实验对复杂设备

(下转第 15 页)

动势,当洛伦兹力大小或方向发生变化时,电荷不能稳定分布,于是在导体内做定向移动形成涡流。

综上所述,本题中的小铜球在摆动过程中虽不产生感生电动势,但是产生了动生电动势,而这个动生电动势的大小和方向不断变化,在球中会产生涡流,消耗了机械能,所以小铜球的振幅会不断减小。

拓展:根据上述分析,为了进一步探究导体在匀强磁场中运动是否会有机械能损失,可以通过以下案例甄别、解析。

如图 9 所示,在光滑水平面上存在水平方向上的匀强磁场,一个铜球在水平面上沿着垂直磁场方向滚动,不计空气阻力,铜球会切割磁感线产生动生电动势。而随着球的滚动,球上端始终带正电,下端始终带负电,这时,正负电荷相对球的位置发生了变化,故在球内形成涡流,使球做减速直线运动。

如图 10 所示,将上述铜球换成一个长方体铜块,使其在光滑水平面上沿着垂直磁场方向滑动,不计空气阻力,铜块会切割磁感线产生动生电动势,易判断铜块上端带正电,下端带负电。由于此时正、负电荷相对铜块稳定分布,使其上下产生稳定的电势差,即动生电动势,但是电荷相对铜块没有运动,故不会产生涡流,因此铜块做匀速直线运动,机械能保持不变。

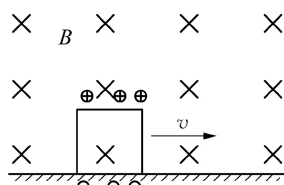


图 10

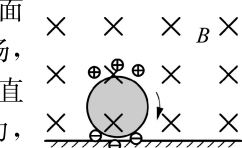


图 9

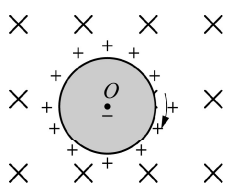


图 11

如图 11 所示,将铜球沿直径方向固定一个转轴 O ,转轴与磁场方向平行,使铜球绕转轴无摩擦地转动,可将铜球看成若干径向辐条,其切割磁感线也会产生动生电动势,铜球外面带正电,转轴 O 处带负电,这时的电荷也是稳定分布的,不会产生涡流,因此铜球做匀速转动。

综上所述,在动生电动势的产生过程中,导体与磁场存在相对运动,穿过导体(看成闭合回路)的磁通量虽未发生变化,但导体内部电荷受洛伦兹力作用仍可能相对导体运动产生涡流,该涡流效应会导致导体发热,并伴随着机械能的损耗。这时导体作为电源并不对外供电,楞次定律也无法使用,所以并不影响法拉第电磁感应定律的准确性。

5 结 语

经典物理学以其严密的逻辑体系和完备的知识架构著称,学习者宜从事物的本质机理与内在因果关系出发,深入理解并灵活应用。其间若遇表象矛盾之结论,往往源于特定方法所依赖的逻辑前提存在局限或只看到事物的一个方面而忽略了其本质内涵,深入探究即可澄清歧见。

参考文献

- [1] 何磊,廖祥勇,杨明国. 例析高中物理发散性思维之佯谬[J]. 物理教师, 2024(6): 55—58.
- [2] 程守洙,江之永. 普通物理学[M]. 北京:高等教育出版社, 2022.
- [3] 平佩,平功远. 一道转盘中绳连体习题的分析[J]. 物理教师, 2019(7): 62—63.
- [4] 郑金. 利用整体法巧解水平转盘上的绳连体问题[J]. 湖南中学物理, 2021(6): 74—78.
- [5] 赵凯华,陈熙谋. 新概念物理教程 电磁学[M]. 北京:高等教育出版社, 2006.

(上接第 27 页)

的依赖。另外,在半导体制冷片液化实验中通过冷热双面温差设计,替代传统酒精灯加热法,更安全直观地突破了学生的思维障碍。以“南北气候差异”为融合点,构建“现象观察—问题驱动—实验探究—本质提炼—实践应用”的跨学科递进式问题链的框架设计,通过地理现象牵引物理原理,以问题链驱动深度学习,深化地理、物理知识融通理解,强化知识整合与迁移能力,有效培养了学生的跨学科整合能力与科学思维。

未来,可进一步探索物理知识与不同学科的链接点,同时将低成本实验方案与问题链框架拓展至

各单元,为初中物理跨学科主题学习提供更丰富的实践范例,为新课标背景下的核心素养培养提供可复制推广的方案,也为教师创新教学设计与资源开发指明方向。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 欧旭升,刘作志. “纸”上得来终觉“妙”——例谈新材料纸在初中物理实验教学中的应用[J]. 物理教学, 2024(5): 77—80.
- [3] 欧旭升,刘作志. 初中物理跨学科实践作业的实施[J]. 中学物理, 2023(14): 7—10.