

(2) 学生对问题的解决能力. 通过解决实际问题的情况来评估学生的问题解决能力.

(3) 学生的自主学习能力. 通过探究活动的情况来评估学生的自主学习能力.

评价方式: 终结性评价、形成性评价、数据分析.

5.2 教学评价

见表 1.

表 1

项目	评价内容	评价方式
学习态度	①对单元学习内容浓厚的学习兴趣 ②科学合理的安排单元学习时间	自我评价 小组互评 教师评价
课前学习	①对课时学习内容预习 ②对单元内容进行预习 ③阅读课外读物辅助学习	自我评价 小组互评 教师评价
课堂学习	①上课认真听讲, 思维始终与课堂教学进程一致 ②认真做好课堂笔记 ③积极思考并回答老师提出的问题, 能用适当的数学语言表达 ④独立完成课堂作业, 及时归纳总结 ⑤小组活动中, 勇于担当, 认真完成分配的任务, 有团队合作精神	自我评价 小组互评 教师评价
课后学习	①按时独立完成作业, 格式规范, 准确率高 ②及时订正做错的题, 不懂之处及时向教师、同学请教 ③及时对单元知识进行梳理, 明确典型问题的解题策略与步骤 ④阅读课外数学读物, 加强数学知识的学习	自我评价 教师评价
纸笔测试	设置单元教学评价测试卷, 检测单元基本概念、基本思想方法	测试评价

6 学习活动设计

见图 4.

7 结语

以 UbD 理论为指导的大单元教学设计, 致力于构建更具针对性与深度的教学体系. 教师通过明确学生预期达成的学习成果、制定科学适宜的评价标准、设计丰富多元的教学活动, 能够更高效地培育学生的数学核心素养.

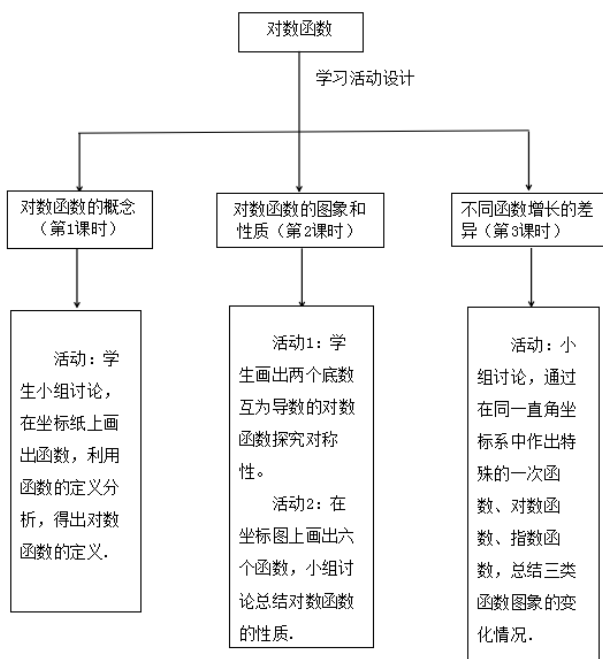


图 4

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部制订. 普通高中数学课程标准 (2017 年版 2020 年修订) [M]. 人民教育出版社, 2020.
- [2] 崔允漷. 如何开展指向学科核心素养的大单元设计[J]. 北京教育 (普教版), 2019, 02:11-15.
- [3] Wiggins G, Wiggins G P, McTighe J. Understanding by design[M]. Ascd, 2005.

Interdisciplinary Exploration of Secondary School Physics Education under the Background of New Quality Productivity-Taking “Atmospheric Thermal Circulation” as an Example

Qingpao Zhang

Hangzhou Senior High School, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

Driven by new quality productivity, secondary physics education is achieving high-quality development through interdisciplinary teaching strategies. These practices enhance students' understanding of physical principles and their practical applications, while fostering innovative thinking and practical skills. The design of a thermal circulation experiment, explained through the principle of gas pressure, highlights the value of physics principles in deepening geographical learning. This underscores the pivotal role of secondary physics education in cultivating core competencies required for the development of new quality productivity.

Keywords

new quality productivity; secondary school physics education; interdisciplinary teaching; atmospheric thermodynamic circulation; innovation ability

新质生产力背景下中学物理教育的跨学科探索——以“大气热力环流”为例

章青袍

浙江省杭州高级中学, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

在新质生产力的驱动下, 中学物理教育正通过跨学科教学策略实现高质量发展。通过跨学科教学实践, 增强学生对物理原理的理解及其在实际问题中的应用, 培养学生的创新思维 and 实践能力。设计热力环流实验, 并用气体压强原理进行解释, 凸显物理原理对于深化地理学习的价值, 体现了中学物理教育在培养符合新质生产力发展所需核心素养方面的重要作用。

关键词

新质生产力; 中学物理教育; 跨学科教学; 大气热力环流; 创新能力

1 引言

新质生产力的提出是对习近平新时代中国特色社会主义思想在经济社会领域的创新成果, 是对马克思主义生产力理论的丰富和发展^[1]。新质生产力作为现代社会发展的核心驱动力, 在新一轮科技革命和产业变革时代中将推动我国经济高质量发展。中学物理教育的发展与新质生产力间存在着双向驱动的内在联系。新质生产力将重塑新的物理教育生态系统, 同时物理教育也是加快推进新质生产力形成的关键组成部分。新质生产力的发展是中学物理教育实现高质量跨越式发展的核心要义^[2]。

在大力发展新质生产力的时代背景下, 物理知识的应

用变得更广泛和深入。中学物理教育强调学生的创新思维和实践能力的培养。具备创新思维 and 实践能力的人, 在新质生产力发展中能不断推动科技创新和产业升级。在日常的物理教学过程中, 教师组织学生开展校内外的实践活动, 在实践中深化对物理知识的理解与应用。涉及多学科知识的项目化学习, 能够有效地引导学生运用多学科的知识和方法去解决问题, 理解学科之间的联系, 进而培养学生的创新精神和实践能力。物理教育工作者应充分重视中学物理教育的新时代发展, 加强对中学物理教育赋能新质生产力发展的内涵的理解和研究, 充分利用现代信息技术、人工智能的发展推动中学物理教育在新质生产力发展中发挥更大的价值。人才是加快形成新质生产力的关键, 教育担负着培养创新人才和科技人才的使命。中学物理学科作为一门与其它学科深度关联的学科, 在提升学生的综合素质和社会竞争力方面具有一定优势。

【作者简介】章青袍(1992—), 男, 硕士, 一级教师, 从事理论物理研究。

2 新质生产力与跨学科教学

发展新质生产力离不开创新思维的引领和驱动,在新质生产力教育筑基时代,教师要紧跟时代发展,多开展跨学科教学实践活动,让学生经历科学探究的过程,在过程中发现问题、解决问题、建构知识、运用知识。单一学科知识学习与能力发展已不适应时代要求,亟待转型升级为解决现实生活中错综复杂的真实问题所需的跨学科知识与能力,因此跨学科学习就显得十分迫切与重要。

跨学科学习打破了传统学科间的壁垒,将抽象的理论知识回归到更加客观真实,复杂关联的真实世界,以跨学科眼光进行探究,彰显大视野的学习素养,在学习的过程中,提升参与者的学科核心素养。在教学实践过程中,充分考虑学生的认知水平,利用学生已有的生活经验,发挥他们自主探究的精神和动手实践的能力。

物理学是自然科学领域的一门基础学科,研究自然界物质的基本结构、相互作用和运动规律。物理学基于观察与实验,建构物理模型,应用数学等工具,通过科学推理和论证,形成系统的研究方法和理论体系。物理学引领着人类对自然奥秘的探索,深化着人类对自然界的认识,对化学、生命科学、地球与宇宙科学等自然科学产生了重要影响,推动了材料、能源、环境、信息等科学技术的进步,对人类的思维方式、价值观念都产生了深远影响,对人类文明和社会进步作出巨大贡献^[3]。地理学是研究地理环境以及人类活动与地理环境互相关系的科学^[4]。地理学是一门综合性很强的学科,它与许多学科关系密切,自然地理部分内容在初中的课程体系中,就被放入了初中的科学课程体系中,地理学科与物理学科有着众多交叉内容,但是在传统的高中课程体系中,地理是分属“文科”课程,物理分属“理科”课程,教授两门学科课程的老师也未完整学习过另一门课程的全部高中课程内容。如今,新高考政策改革后,除语文、数学、外语三门固定科目外,学生可自由选择三门课程作为高考选考科目。目前,选择物理·化学·地理组合的学生占很大比例,展开跨学科教学研究具有非常重要的现实意义。不仅有利于学生更好地理解 and 掌握学科知识,还可以拓展学生知识视野,全面培养学生的综合素质与能力,激发探究实践的兴趣和解决问题的能力。物理与地理学科的融合教学,能够帮助学生利用物理原理解释生活中的实际问题,也能够让学生对物理原理有更客观和鲜活立体的感知。

3 “大气热力环流”案例分析

以普通高中教科书地理必修第一册(湖南教育出版社)第三章第三节《大气热力环流》中热力环流形成作为教学片段,展开物理学科与地理学科的融合教学。

3.1 教材和学情分析

本节课是学生在“学习‘大气受热过程’”后进行,学生已经知道大气的垂直分层,包括大气的温度、密度和运动状

况在垂直方向上的差异。本节课新授课对象是高一学生,在初中已经学习过大气的相关知识,对大气运动有了初步的认识。也知道了液体,固体压强产生的原因,但对气体压强的成因比较模糊,一般直接用液体压强进行类比。

3.2 教学目标

本课程设计以热力环流的实验入手,让学生经历热力环流的过程,从而理解大气热力环流的原理。能够绘制大气热力环流的示意图,解释“海陆风”和“山谷风”的成因。能够从物理视角加深对热力环流成因的理解。

3.3 实验原理

太阳辐射在地球表面的差异分布,造成不同地区气温不同,并导致水平方向上各地间的气压差异,引起大气运动。这种由于地面冷热不均而形成的空气环流,称为大气热力环流。

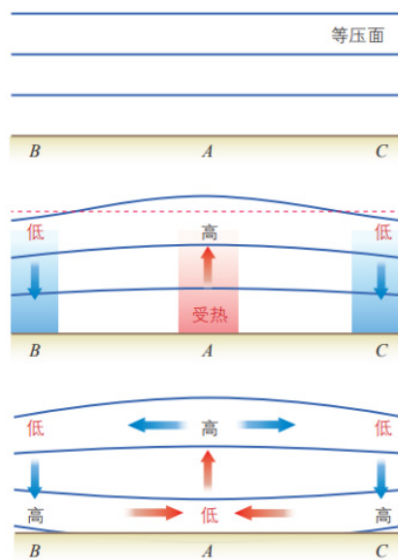


图1 大气热力环流形成示意图

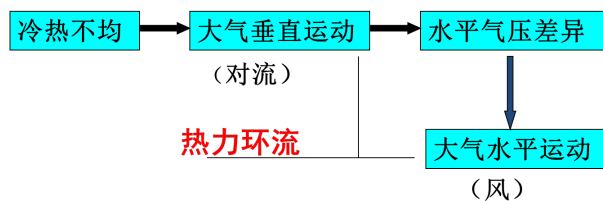


图2 大气热力环流形成原理

3.4 实验器材

塑料盒、水、颜料、塑料桶、塑料管、矿泉水瓶、檀香、照明灯等

3.5 实验步骤

实验步骤①: 在放满热水的塑料桶上方放置一个底部挖空的矿泉水瓶,将檀香伸入矿泉水瓶内,能明显的看出矿泉水瓶内的气体因为下方热水的加热,气体做上升运动。在

放满冰块的塑料桶上方放置一个底部挖空的矿泉水瓶，将檀香伸入矿泉水瓶内，能明显的看出矿泉水瓶内的气体因为下方冰块的冷却，气体做下沉运动。

实验步骤②：用塑料管将两个矿泉水瓶连通起来。在连通处放置两根檀香，可以观察到矿泉水瓶内气体做垂直运动，而两个塑料管内的气流做水平运动而且运动方向相反。

3.6 实验反思

①结合对照组的实验，我们可以看到当近地面受热均匀时，无热力环流现象，只有当近地面冷热不均时才有热力环流现象；②实验过程中，热力环流的气流水平和垂直方向运动均清晰可见。

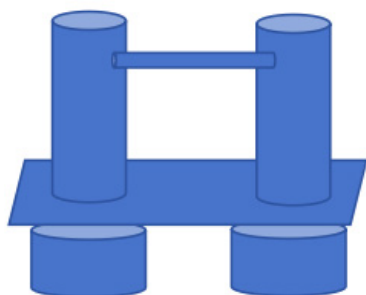


图3 实验图

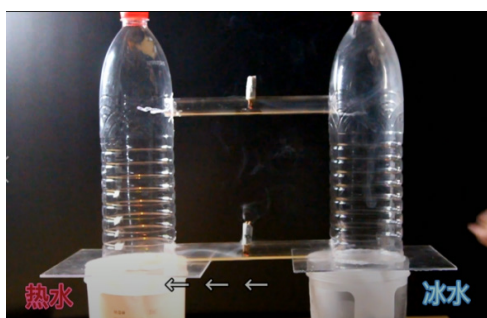


图4 实验模型图

3.7 跨学科视角

地理湘教版关于热力环流的成因阐述较为简略，人教版地理教材强调近地面处空气温度不同，温度高处空气膨胀上升，导致其上空空气密度增大形成高压，温度低处空气冷缩下沉，导致其上空空气密度减小形成低压，接着上空空气从高压流向低压，从而形成热力环流^[9]。地理书中的解释，主要基于学生所学的初中物理知识，热胀冷缩，膨胀上升，冷缩下沉，密度大气压大，密度小气压小。类比于液体压强，大气对浸在它里面的物体的压强叫大气压强。大气压强的大小即单位面积上空气柱的重量，海拔越高，单位面积上空气柱的重量越小，气压越低。

人教版《高中物理选择性必修三》中描述，气体对容器的压强源于气体分子的热运动，当它们飞到器壁时，就会跟器壁发生碰撞（可视为弹性碰撞），就是这个撞击对器壁产生了作用力，从而产生了压强。气体对容器的压强是大量

气体分子不断撞击器壁的结果。对于单个分子来说，这个撞击时间断的、不均匀的，但是对大量分子总得作用来说，就表现为连续的和均匀的了，器壁单位面积上受到的压力，就是气体的压强。这个作用力的大小跟两个因素有关，一、撞击气体分子的平均速率，二、单位时间内，单位面积上撞击的气体分子数量。温度决定了分子的平均动能大小，即气体压强大小取决于温度和分子数密度。

在温度不低于零下几十摄氏度，压强不超过大气压几倍的情况下，实际气体可以按照理想气体处理，理想气体的气体压强表示为：

$$p = nkT$$

式中 n 为分子数密度， T 为热力学温度， k 为玻尔兹曼常量。由于 $n = \frac{N}{V}$ ， N 是分子总数， V 是气体体积， $R = N_A k$ ，因此上式也可表示为：

$$pV = \nu RT$$

式中 ν 为理想气体的物质的量 $\nu = \frac{N}{N_A}$ ， R 称为摩尔气体常量 $R = N_A k$ 。

从微观的角度解释理想气体状态方程，当温度和体积一定时，气体的物质的量越大，气体的分子数越多，单位时间内在单位面积器壁上撞击的气体就越多，压强就越大；当温度和气体的物质的量越大，气体的体积越小，单位体积里的气体分子数量就越多，单位时间内在单位面积器壁上撞击的气体就越多，压强就越大；当气体体积和气体的物质的量一定时，温度越高，分子的平均动能就越大，分子运动得越快，单位时间内在单位面积器壁上撞击的气体就越多，撞击时产生的冲力就越大，压强也就越大。

气体在重力场的作用下，分子按照空间位置的分布是不均匀的，重力的作用使分子下沉，而热运动的作用使分子数密度趋于均匀。当两种作用达到平衡时，高处的分子数密度较小，低处的分子数密度较大。在空气中选择一个圆柱体边界作为研究对象，在圆柱体内，分子数密度按照高度的分布满足：

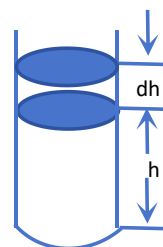


图5 气柱示意图

式中 n_0 为高度 $h = 0$ 处气体的分子数密度， m 是气体分子的质量。上式表明，在重力场中，气体的分子数密度随高度的增加而指数地减小。分子质量越大，重力作用越强，分子数密度减小得越快。温度越高，分子的无序运动越剧烈，

分子数密度减小得越慢。

将上式代入气体压强公式可得到高度 h 处的压强公式：

$$p = nkT = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}} \cdot kT = p_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

上式中 p_0 为高度 $h = 0$ 处气体的压强。利用积分可以求解整个圆柱体气柱中的分子总数。

$$\begin{aligned} N &= \int dN \\ &= \int_0^h n_0 S e^{-\frac{mgh}{kT}} dh \\ &= n_0 S \cdot \left(-\frac{kT}{mg} \right) \int_0^h e^{-\frac{mgh}{kT}} d\left(-\frac{mgh}{kT} \right) \\ &= -\frac{n_0 S kT}{mg} \left(e^{-\frac{mgh}{kT}} - 1 \right) \\ &= \frac{n_0 S kT}{mg} \left(1 - e^{-\frac{mgh}{kT}} \right) \\ &= \frac{p_0 S}{mg} - \frac{p_h S}{mg} \end{aligned}$$

圆柱体中的气体重量可以表示为：

$$G = Nmg = p_0 S - p_h S$$

地球周围包裹着一层空气，也就是大气层。在大气中选取一个圆柱形的大气柱，底面积为 S ，高为 h ，根据公式可以得到 $G = Nmg = p_0 S - p_h S$ ，气柱上层部分空气十分稀薄，可认为是真空的，即 $p_h = 0$ ，则可得：

$$p_0 = \frac{G}{S}$$

从计算结果分析，大气压强可以用其上方空气柱的重力进行计算是合理的，也符合高一学生的认知结构和学情。学生在初中阶段学习过液体和固体的压强，进而推导出大气压强的计算公式。但其成因从微观角度仍是分子的无规则热运动引起的。

但需要注意的是，气体膨胀上升并不是直接垂直上升，如果是垂直上升，按照大气压强空气柱理论来判断，上升的气体仍在在其上方，其上方的空气柱重量没有发现变化，大气压强也就不发生变化，显然这是矛盾的。为了研究方便，我们框选一部分气体组成气团作为研究对象，但这部分气团受热后膨胀，体积变大，上下部分的压力差即浮力变大，气体上升。由于大气压强随着海拔升高逐渐减小，气团收到压力变小，气团继续膨胀。由于气团的上升，膨胀，导致原近地位置空气密度减小，上方空气柱密度减小，形成低气压区。其上空，由于气团的加入，致使气体的密度增加，气压增大，形成高气压区。

温度较低的近地面区域，气团温度较低，气体分子的平均动能较小，导致气团的压强减小，周围气体的挤压使气团体积减小，浮力减小，在气体重力不变的情况下，气团下沉。下沉时，周围的气体压力更大，气团的体积持续收缩。由于下降气团的加入，致使气体的密度增加，气压增大，形

成高气压区。大气的垂直运动，近地和高空分别形成了高气压区和低气压区，同一水平面的气体会由高气压区流向低气压区，从而形成了热力环流。



图6 气团受热膨胀示意图

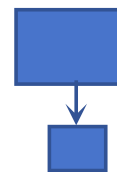


图7 气团遇冷冷缩示意图

4 中学物理赋能跨学科深度学习的教学策略

基于选择物理地理组合高考科目的学生人数的增多，学习地理时，学生不满足自然地理深度学习中常用现象解释成因、用定性解释成因的教学方式。用物理原理来赋能自然地理深度学习有其必要性也有可行性，而且还有优越性，更好地进行学科融合，培养学生科学思维和创新的能力，掌握符合当下时代的核心素养，为新质生产力的发展奠定坚实的基础^[6]。为了实现中学物理赋能跨学科深度学习的教学策略，我们可以有以下几种策略。

4.1 设计物理与不同学科的融合课程

根据要实现的课程目标设计跨学科课程单元。在课程设计中，明确物理知识如何支撑其他学科的学习，同时体现各学科间的相互补充与促进。例如，在“环境与能源”主题中，探讨太阳能电池板的工作原理时，可以结合物理的光电效应、化学的能量转换以及地理的可再生能源概念。

4.2 开展项目式学习

鼓励学生通过项目来深入探究跨学科问题。例如，设计并实施一个小型风力发电项目，这要求学生应用物理中的能量守恒定律、动力学原理，同时涉及数学模型的计算和地理的环境分析，从而促进学生综合运用知识解决实际问题。整合技术工具：利用现代技术工具，如仿真软件、数据分析平台和虚拟实验室，帮助学生直观理解复杂的物理现象和原理，并支持他们在跨学科项目中的研究与创新。促进合作学习：在小组合作中，每个成员可以依据其优势学科贡献不同的视角和知识，共同解决问题。这不仅促进了知识的共享，也锻炼了团队协作和沟通能力。评价与反馈：建立一套多元化的评价体系，例如项目报告、成果展示、同伴评价等，全面评估学生的跨学科理解和应用能力，以及创新思维的发展。通过上述策略，我们能够有效地将物理原理融入跨学科深度学习之中，培养学生跨领域的认知框架和解决问题的能力，为他们适应未来社会的挑战打下坚实基础。

5 结语

展望未来，中学物理教育将在新质生产力的持续推动下迎来新的发展机遇。现代技术迎来了日新月异的发展，特别是人工智能、大数据及虚拟宇宙等技术的融入，将为物理