

以古典诗词为情境载体的物理化学趣味教学改革探索

刘菲阳, 苏玉*

中国药科大学化学学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年7月7日; 录用日期: 2026年10月20日; 发布日期: 2026年10月30日

摘要

物理化学理论抽象、公式繁多、推导复杂, 学生普遍存在畏学情绪, 传统课堂偏重公式演算, 缺少具象化情境, 难以建立理论与自然现象的关联。中华古典诗词留存大量古人对自然的细致观测, 是天然的趣味教学素材。本文选取四句代表性古诗作为核心情境, 分别依托丁达尔效应与瑞利散射、表面张力与润湿理论、克劳修斯-克拉佩龙相变平衡、分子热扩散四大物理化学核心知识, 构建“诗词激趣-原理深挖-应用拓展”三阶教学模式。教学依托诗文意象、理论公式与现实产业案例开展课堂讲授, 配套线上学习通资源辅助课前预习, 搭配侧重现象分析的全过程多元考核。一学年平行班教学实践表明, 诗词情境教学能够显著提升课堂参与度与学生理论应用能力; 问卷调查显示超九成学生认为诗词情境降低物理理解难度, 学习兴趣明显提升。该教学模式为物理化学趣味教学和课程思政融合提供了新的实践思路。为降低教师在诗词筛选、科学辨析和跨学科教学设计方面的实施门槛, 后续还需进一步开发标准化教学资源包, 增强该模式的可操作性和推广价值。

关键词

物理化学, 古典诗词, 情境教学, 趣味课堂, 课程思政, 混合式教学

Exploration of Fun Teaching Reform in Physical Chemistry Using Classical Poetry as a Situational Carrier

Feiyang Liu, Yu Su*

College of Chemistry, China Pharmaceutical University, Nanjing Jiangsu

Received: July 7, 2026; accepted: October 20, 2026; published: October 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 刘菲阳, 苏玉. 以古典诗词为情境载体的物理化学趣味教学改革探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 830-841. DOI: 10.12677/ces.2026.1410849

Abstract

Physical chemistry involves abstract theories, complex formulas and tedious derivations, which makes most students fear learning. Traditional teaching focuses on formula calculation without concrete contexts, separating theories from natural phenomena. Classical Chinese poems record ancient people's long-term observations of nature and serve as natural situational materials. Four typical poems are selected in this paper as core carriers, corresponding to four key physical chemistry theories: Tyndall effect & Rayleigh scattering, surface tension & wettability, Clausius-Clapeyron phase equilibrium, molecular thermal diffusion. A three-stage teaching framework is established: stimulating interest via poetry, in-depth analysis of principles, and expanding industrial applications. Teaching relies on poetic imagery, theoretical formulas and industrial cases, with online SPOC resources for preview and diversified evaluation focusing on phenomenon analysis. One-year parallel teaching practice proves that poetry-based situational teaching greatly improves classroom engagement and students' ability to apply theories. Over 90% of students admit poems reduce learning difficulty and arouse their interest. This teaching model is easy to carry out, providing a replicable reform plan for interesting physical chemistry teaching and curriculum ideological and political education.

Keywords

Physical Chemistry, Classical Poetry, Situational Teaching, Interesting Classroom, Curriculum Ideological and Political Education, Blended Teaching

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

物理化学作为化工、材料、环境等专业核心基础课程,是连接宏观自然现象与微观分子作用的理论桥梁。课程包含胶体、界面、热力学、传质等重难点模块,大量微分方程与抽象微观模型容易造成学生认知过载。传统课堂以理论推导、例题训练为主,缺少生活化导入,学生只能机械记忆公式,无法用理论解释身边自然景象,同时课程思政生硬植入,难以实现知识传授与价值引领同步落地。

情境学习理论认为,知识并不是脱离具体情境而独立存在的符号体系,学习者需要在真实或具有意义的问题情境中,通过观察、解释和应用完成知识建构。物理化学中的许多概念源于对自然现象的抽象概括,但传统教学往往直接从公式和模型出发,学生难以建立宏观现象、微观机制与数学表达之间的联系。古典诗词记录了雾、露、霜、花香等自然景象,能够唤起学生已有的生活经验,为抽象物理化学问题提供具有文化意义的认知情境[1]。

跨学科整合教学强调围绕共同主题或真实问题建立不同学科知识之间的联系,促进知识迁移与综合思维发展。诗词与物理化学的融合并不是以文学赏析替代理论教学,而是将文学意象转化为科学问题,引导学生经历“现象观察-问题提出-证据辨析-模型建构-应用迁移”的学习过程。在这一过程中,诗词提供问题情境,物理化学理论承担解释功能,实验事实和产业案例则用于检验与迁移知识,从而形成文学观察、科学解释和工程应用相互衔接的教学路径[2]。

基于上述理论,本文选取“日照澄洲江雾开”“秋荷一滴露,不定始知圆”“蒹葭苍苍,白露为霜”

“遥知不是雪，为有暗香来”等诗句，将其分别与胶体光学性质、表面张力与润湿、相平衡及分子扩散等知识建立联系，并进一步围绕“水的多尺度变化”组织主题化教学单元，构建“诗境感知-科学辨析-原理建构-迁移应用”的教学模式。通过平行班教学实践，考察该模式对学生学习兴趣、课堂参与和理论应用能力的影响。

2. 理论基础与教学模式设计

2.1. 理论基础

本研究主要以情境学习理论和跨学科整合教学理念为理论基础。

情境学习理论强调，知识的意义产生于具体的活动、情境及其应用过程。对于物理化学教学而言，学生只有在宏观现象、微观机制和数学模型之间建立联系，才能超越对公式的机械记忆。古典诗词中的自然意象具有形象性和经验性，可以将学生熟悉的雾、露、霜、花香等景象转化为问题情境，帮助学生从可感知的宏观现象进入抽象的物理化学模型。

但情境本身并不会自然产生深度学习。如果诗词只在课堂开始时短暂出现，随后便与知识讲解分离，其作用仍主要停留在激发兴趣层面。因此，本研究将诗词情境贯穿问题提出、证据辨析、模型建构和应用迁移等环节，使学生持续运用物理化学概念解释诗词所描绘的自然现象。

跨学科整合教学强调围绕共同主题和核心问题重组不同学科的知识内容。本研究并非将文学知识与物理化学知识简单并列，而是以自然现象为连接点：文学提供对自然的感性观察，物理化学提供定量解释，实验事实用于检验判断，现代产业案例推动知识迁移。通过这种方式，引导学生理解不同学科认识自然的方式及其边界，发展跨学科联系能力和科学思维。

2.2. 理论指导下的教学设计原则

基于上述理论，本研究确立以下教学设计原则。

第一，情境与目标一致。诗词素材的选择以物理化学核心概念和教学目标为依据，避免为了增强趣味性而生硬附会。

第二，问题驱动知识建构。将诗词意象转化为具有认知冲突的科学问题，引导学生由现象描述逐步进入机理分析和公式推导。

第三，强调证据与边界。区分文学意象、经验观察与科学事实，引导学生依据实验现象、理论模型及其适用条件进行判断。

第四，促进跨情境迁移。将学生形成的物理化学解释迁移至药物冻干、颗粒润湿、气溶胶检测等专业情境，检验其是否真正理解相关概念。

在此基础上，构建“诗境感知-科学辨析-原理建构-迁移应用”的四阶段教学过程，实现由感性经验到科学模型、再到专业实践的递进。

为避免诗词情境停留在课堂导入层面，本文进一步将具有共同自然意象的诗词组织为主题化学习单元。以“水的多尺度变化”为例，选取“日照澄洲江雾开”“秋荷一滴露，不定始知圆”“蒹葭苍苍，白露为霜”等诗句，将水在不同尺度和环境条件下的行为作为贯穿单元的认知线索。教学不再按照“一首诗-一个知识点”的方式孤立展开，而是围绕“同样是水，为什么会呈现雾、露、霜等不同形态与行为”这一核心问题，依次设置三个递进任务：首先，从江雾形成与光散射现象认识气溶胶分散体系；其次，从荷叶露珠的形态与滚动行为分析表面张力、润湿性及固-液界面作用；最后，从露与霜的形成条件比较出发，认识水的相态转变及温度、压力对相平衡的影响。三个情境既分别承载相应知识，又通过“组成相同而状态与界面行为不同”的对比建立联系，使诗词成为组织问题、比较现象和迁移知识的思维线

索。

在单元学习过程中, 学生依次经历“观察诗词意象-提出科学问题-辨析现象真实性-选择理论模型-依据证据解释-迁移至工程情境”的探究过程。例如, 在完成江雾、荷露和秋霜的机理分析后, 进一步要求学生解释药物气雾剂、疏水药物颗粒润湿及药物冷冻干燥等专业问题, 实现由自然意象向物理化学模型、再向药学应用的迁移。由此, 诗词不再只是吸引注意的“引子”, 而成为连接不同知识模块、推动深度学习的主题框架。

2.3. 四大诗词理论教学案例

案例 1 日照澄洲江雾开, 淘金女伴满江隈——丁达尔效应(气溶胶胶体)

首先, 我们移步清晨江边沙洲(图 1)。

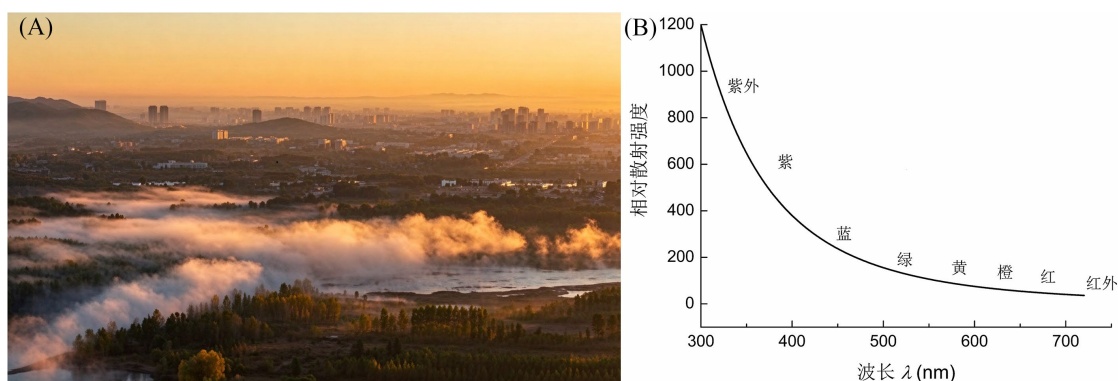


Figure 1. (A) “Rizhao Chengzhou River fog opens, gold rush female companions fill the river”; (B) Rayleigh scattering law [3]

图 1. (A) “日照澄洲江雾开, 淘金女伴满江隈”¹; (B) 瑞利散射定律[3]

昨夜氤氲的江雾铺满宽阔水面, 薄雾像轻纱笼罩整片河滩, 远近的沙洲、芦苇全都朦朦胧胧, 人影在雾里只剩模糊轮廓。朝阳缓缓从江面升起, 金色日光斜斜洒落江面, 穿破层层水雾时拉出一道道清晰透亮的光路, 原本白茫茫雾气在阳光映照下泛着淡淡的柔光。随着气温慢慢升高, 江面上轻薄雾霭一点点消散, 遮蔽的河滩慢慢清晰, 淘金的女子们三三两两现身江湾沙洲, 弯腰淘洗金沙。明明只是寻常晨雾, 为何阳光穿过就能显现分明光束? 让我们追根究底地去找这一份答案。

这样澄澈通透的晨江光路景象, 同样可以用胶体光学性质——丁达尔效应与瑞利散射来解释。清晨江面漂浮的薄雾, 是细小液态水滴均匀分散在空气之中形成的气溶胶胶体体系, 雾滴粒径远小于可见光波长, 具备强烈光散射能力。体系散射总能量依旧遵循瑞利散射定律:

$$I = \left(24 V^2 / n_1^2 - n_2^2 n_1^2 + 2n_2^2 \right) \quad (1)$$

式中, A 为入射光振幅, l 为入射光波长, n 代表单位体积内雾滴粒子数量, V 为单颗雾滴体积, n_1 、 n_2 分别是液态水(分散相)与空气(分散介质)的折射率。由公式可见, 散射光强度与入射光波长四次方成反比, 波长更短的蓝、紫光散射效应远强于红、橙长波光。

清晨朝阳低角度斜射江面, 光线穿过厚重雾层, 短波蓝紫光大量被雾滴散射, 在光束途经区域形成明亮可见的金色光路, 也就是肉眼清晰看到的阳光光柱。随着太阳持续升高, 环境温度逐步上升, 江雾中小水滴受热蒸发, 气溶胶胶体体系遭到破坏, 可发生散射的微粒不断减少, 雾霭随之慢慢消散, 沙洲、劳作的淘金女子才清晰显露出来。

¹图 1(A)来源: https://k.sina.cn/article_6854611444_1989111f400100tfww.html

因此“日照澄洲江雾开”不只是一幅江边晨景，是丁达尔散射现象在江面之上的直观呈现。低温水汽聚集形成稳定气溶胶造就可见光路，升温蒸发打破胶体，雾散景明，完整展现了胶体体系的生成与破坏过程。瑞利散射与丁达尔效应的相关原理如今广泛应用于大气雾霾监测、气溶胶颗粒检测、光学光路可视化等环境与光学检测领域[4]。

案例2 “秋荷一滴露，不定始知圆”——表面张力与杨氏润湿方程

时空流转，我们移步秋夜荷塘畔(图2)。

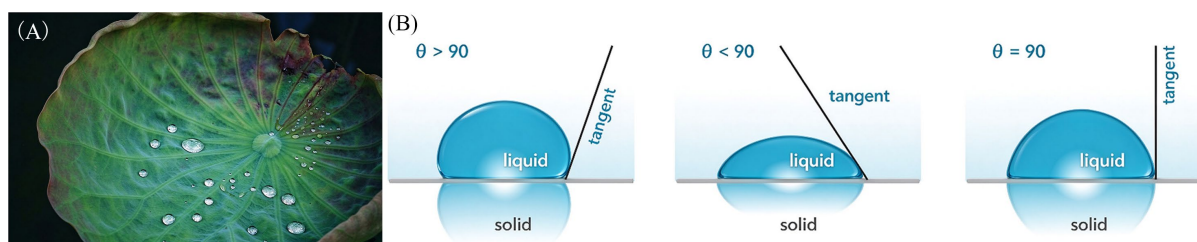


Figure 2. (A) “Autumn lotus drops a drop of dew, and only then do we know the circle”; (B) Schematic diagram of contact angle

图 2. (A) “秋荷一滴露，不定始知圆”²; (B) 接触角示意图

深秋的夜晚清寒如水，月色静静铺在田田荷叶之上，冰凉露水从夜空缓缓滴落，坠落在青绿的荷叶表面。一颗颗水珠脱离叶片边缘滚落时，始终拢成规整饱满的圆球，即便轻轻晃动叶面，露珠也不会平铺散开，只是来回滚动流转。整片荷塘静悄悄的，没有一丝波澜，唯有圆润露珠在夜色里泛着淡淡的微光。品读韦应物《咏露珠》中“秋荷一滴，清夜坠玄天。将来玉盘上，不定始知圆”，看着这般圆润灵动的露珠，我们难免心生好奇：露水为何不会摊开铺在荷叶上，反而自发凝成标准球形？接下来我们就从物理化学界面科学的视角解开这一自然谜题。

秋夜荷塘凝露，荷叶之上水珠自发收拢成浑圆形态，并非露珠天生具备规整轮廓，其背后蕴藏界面化学核心规律——液体表面张力与弯曲液面附加压力。露水能自然聚为圆球，根源在于液体表面分子受力不均催生的表面张力效应。

何谓表面张力？表面张力是液体表层分子相较于体相分子具备额外过剩吉布斯自由能的宏观体现：液体内部的水分子被四周同类分子均匀包裹，分子间作用力相互抵消；而液面表层水分子一侧接触空气、另一侧接触水体，受力无法平衡，会产生一股沿液面切线、收缩液面面积的拉力，这股拉力即为表面张力 σ 。从能量角度看，恒温恒压下体系会自发降低表面吉布斯自由能，同等体积几何体中球形拥有最小表面积，因此液态水珠会自发收缩为标准圆球(图2)。若将水滴置于亲水硬质平面，液体会铺展摊薄；但荷叶表面特殊蜡质结构改变界面作用，水珠不受浸润，才能完整呈现球形露珠形态。

科学家 Young 与 Laplace 通过方程建立弯曲液面附加压力与曲面曲率半径的定量关系[5]：

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (2)$$

式中 Δp 为弯曲液面附加压力， σ 为液体表面张力， r_1 、 r_2 代表曲面两个正交方向的曲率半径。露珠近似完美球形，两个方向曲率半径相等，令 $r_1 = r_2$ ，公式可简化为：

$$\Delta p = 2\sigma/r \quad (3)$$

附加压力的指向由液面凹凸形态决定：露珠与空气接触形成凸液面，附加压力合力指向液体内部，

²图 2(A)来源：<https://www.52hrtt.com/tw/n/w/info/F1630044542312>

持续向内挤压水珠, 迫使液体不断收缩表面积, 最终形成球形; 若为毛细吸水形成的凹液面, 附加压力则向外拉动液面。液体能否在固体表面铺展、形成凸/凹液面, 由固-液-气三相接触角 q 决定(图 2(B)): 当 $90^\circ < q < 180^\circ$ 时, 液体对固体疏水, 水珠呈凸球形; 当 $0 < q < 90^\circ$ 时, 液体浸润固体, 液膜平铺散开。接触角可通过杨氏润湿方程定量描述:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{s-g} - \sigma_{s-l}}{\sigma_{l-g}} \quad (4)$$

式中 σ_{s-g} 、 σ_{s-l} 、 σ_{l-g} 分别代表固-气、固-液、液-气界面张力, q 为水与荷叶蜡质表层的接触角。荷叶表面微米乳突叠加纳米蜡晶的复合结构大幅提升接触角, 属于强疏水界面, 露水落在叶面不会摊开, 完整保留球形轮廓; 若将露水滴在玻璃、泥土等亲水表面, 水珠会立刻铺展, 再也无法形成圆润露珠。

韦应物笔下“将来玉盘上, 不定始知圆”精准捕捉了这一现象: 露珠静置时肉眼难以察觉形态特征, 只有晃动荷叶、水珠滚动流转, 才能直观看见它始终维持规整圆球。结合表面吉布斯自由能原理可解释这一画面:

$$G = \sigma A \quad (5)$$

体系自发趋向最低表面能, 滚动过程中无论水珠如何位移、形变, 都会快速收缩回归球形, 最大限度缩小表面积, 降低体系能量。

荷叶秋露凝圆的千古写景, 是古典诗文与界面物理化学的奇妙呼应。寒夜水汽凝结成液态水滴, 在疏水荷叶界面受表面张力、凸液面附加压力共同约束, 自发聚为球形, 无需外力雕琢, 仅凭微观分子间作用力造就天然圆润景观。看似寻常的荷塘小景, 实则是 Young-Laplace 方程、杨氏润湿方程、表面吉布斯自由能理论共同书写的自然诗篇。

露水凝圆的诗意画面, 是古人对界面现象最细腻的观测记录。静夜坠落在荷叶上的一滴清露, 看似微小不起眼, 却完整诠释了液体表面自发收缩的底层法则。疏水基底隔绝铺展、表面张力压缩表面积、凸液面附加压力向内挤压, 三重微观作用叠加, 让一滴露水化作完美圆球。这种无需人工干预、天然形成的规整形态, 是分子间作用力的直观可视化。千年诗句与现代界面化学在此相融, 道出质朴的自然哲理: 世间万物细微形态的背后, 都藏着严谨精妙的物理化学平衡规律。当下表面张力、润湿接触角相关理论已广泛应用于仿生自清洁涂层、防水纺织面料、微流控芯片、纳米材料制备等新材料领域, 古人观荷识露的生活观察, 如今成为前沿材料研发的理论根基[6]。

案例 3 “蒹葭苍苍, 白露为霜”——克劳修斯-克拉佩龙相平衡

时空移步, 我们来到第三站——深秋芦苇水岸(图 3(A))。

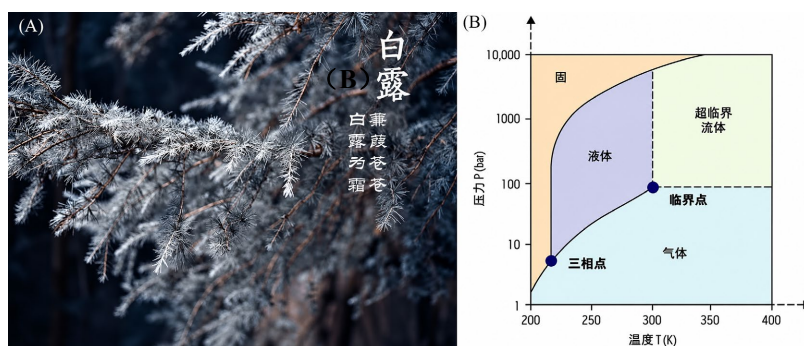


Figure 3. (A) “Crassulaceae is green, and white dew is frost”; (B) The phase diagram of water
图 3. (A) “蒹葭苍苍, 白露为霜”³; (B) 水的相图

³图 3(A)来源: https://www.sohu.com/a/416793174_257484

辽阔河畔芦苇青苍成片, 秋夜寒凉, 水汽遇冷先在苇叶凝结成晶莹白露; 待到拂晓气温进一步走低, 叶片上的液态露水消失, 取而代之的是一层洁白薄霜, 整片芦苇笼在素白霜色之中。品读《诗经》名句“蒹葭苍苍, 白露为霜”, 不难心生疑惑: 同样是水汽, 为何夜间成露、清晨结霜? 下面从相平衡热力学角度解开这一物候谜题。

这般露转霜的自然景象, 可由描述两相平衡的克劳修斯-克拉佩龙方程解释。水的饱和蒸气压随温度变化显著(图 3(B)), 气温高低直接决定水汽发生液化还是凝华, 核心微分公式为:

$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta_{\text{vap}} H_m}{RT^2} \quad (6)$$

式中 p 为饱和蒸气压, T 为热力学温度, $\Delta_{\text{vap}} H_m$ 为摩尔相变焓, R 为气体常数。由公式可知, 温度小幅下降, 水的饱和蒸气压便会急剧降低。

夜间温度高于 0°C , 空气水汽达到饱和后, 仅液化形成液态白露; 凌晨芦苇表面温度降至冰点以下, 环境饱和蒸气压大幅下降, 水汽无法稳定以液态存在, 不经过露水阶段, 直接在苇秆表面凝华形成固态薄霜。粗糙的芦苇茎叶为冰晶提供附着位点, 更容易凝结成片白霜, 这便是诗中“白露为霜”的由来。

因此“白露为霜”并非简单写景, 是水的气-液、气-两相平衡在秋晨的直观体现。气温作为关键变量, 通过改变饱和蒸气压, 切换水汽的相变路径, 造就露、霜两种截然不同的景观。先民通过四季物候变化观察水汽凝结、冰雪消融等自然相变现象, 积累了朴素的自然认知。随着热力学理论的发展, 克劳修斯-克拉佩龙方程将相变过程中温度与压力之间的关系定量化, 如今已广泛应用于气候水汽变化预测、化工分离过程优化以及药物冷冻干燥工艺设计等领域, 实现了从自然观察到工程应用的跨越[7]。

案例 4 “遥知不是雪, 为有暗香来”——分子热运动与气体扩散现象

时空移步, 我们来到第四站——冬日墙角梅林(图 4(A))。

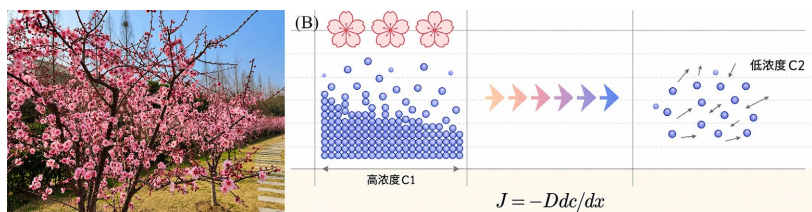


Figure 4. (A) “Far away knowing it’s not snow, there’s a hidden fragrance coming”; (B) Schematic diagram of gas-phase diffusion process of aroma molecules: Molecular thermal motion causes migration from high concentration areas to low concentration areas

图 4. (A) “遥知不是雪, 为有暗香来”⁴; (B) 香气分子的气相扩散过程示意: 分子热运动导致由高浓度区域向低浓度区域迁移

时节万物凋零, 墙角几枝梅花凌寒独自绽放, 远远望去枝头一片洁白, 乍看极易误认为漫天落雪。但清风拂过, 一缕淡淡幽香随风飘至远处, 仅凭浮动香气便能分辨, 那并非积雪, 而是凌寒盛开的白梅。品读王安石《梅花》中“遥知不是雪, 为有暗香来”, 不免产生疑问: 花香看不见, 为什么能够远距离传播? 答案隐藏在微观分子的运动规律之中(图 4(B))。

这种暗香远飘的现象, 可以用分子热运动与菲克扩散定律解释。梅花花瓣释放芳香有机物分子, 分子始终处于无规则热运动状态, 在空气介质中持续扩散, 香气便能传播至远处, 扩散通量满足公式:

$$J = -D \frac{dc}{dx} \quad (7)$$

⁴图 4(A)来源: <http://sh.people.com.cn/n2/2023/0316/c350122-40339527.html>

式中 J 为扩散通量, D 为扩散系数, $\frac{dc}{dx}$ 为浓度梯度。温度越高, 分子平均动能越大, 扩散系数 D 随之增大, 香气扩散速度更快; 即便寒冬低温, 芳香分子依旧持续扩散, 形成远处可感知的暗香。

寒冬环境下, 空气温度偏低, 分子运动速率放缓, 但梅花持续释放香气分子, 由高浓度花源向低浓度远处空气不断迁移, 即便人与花枝相隔较远, 鼻腔也能捕捉到芳香分子, 依靠气味区分梅花与白雪。同时低温下香气分子易吸附在墙面、草木表面, 让香气留存更久。

因此, “遥知不是雪, 为有暗香来”, 是分子热运动与气相扩散规律在冬日景致中的生动体现。古人通过嗅觉感知远处花香, 是对分子扩散现象最直观的生活观察。如今扩散理论广泛应用于香料缓释、空气净化、气体检测等化工与日用领域[8]。

诗词是古人基于生活经验形成的文学表达, 其价值在于提供可观察、可质疑的自然情境, 但诗句本身不能直接作为科学结论或理论证明。教学中设置“意象-事实-模型”辨析环节: 首先提取诗句描绘的可观察现象, 其次分析其中可能包含的修辞、感官经验和条件省略, 再通过实验现象、科学数据和理论模型判断其合理性及适用范围。学生不仅要回答“可以用什么原理解释”, 还要进一步思考“诗句是否准确描述了科学过程”“这一解释成立需要哪些条件”“还有没有其他可能机制”, 从而认识文学表达与科学解释在目的、证据和方法上的差异。

例如, “蒹葭苍苍, 白露为霜”主要表现物候由白露向寒霜发展的文学意象, 并不意味着露水必然先形成再转化为霜。霜通常是在物体表面温度低于霜点时, 水汽直接凝华形成。因此, 课堂上可要求学生比较“露冻结成冰”与“水汽凝华成霜”两条路径, 并依据温度、湿度和相平衡条件作出判断。诗词由此不再被简单视为科学事实, 而成为提出假设、辨析概念和检验解释的认知材料。

3. 教学实施路径

3.1. 课前线上预习

依托线上课程平台推送诗词图文素材、理论知识点微课、启发性思考题, 学生自主研读诗文画面, 提前梳理学习疑问。平台学习时长、线上问答互动均计入过程考核, 提前完成知识铺垫。

3.2. 线下课堂流程



Figure 5. Teaching flow chart

图 5. 教学流程图

以《咏露珠》一课为例, 45 分钟标准化授课流程(图 5):

- 1) 诗意导入(5 min): 朗读诗句, 描绘荷塘露珠画面, 抛出核心科学疑问, 激发探究兴趣;
 - 2) 机理深挖(22 min): 逐层推导表面张力、杨氏方程, 解析疏水界面微观作用机制;
 - 3) 产业拓展与思政升华(15 min): 介绍仿生疏水材料前沿应用, 结合诗文意境引导学生养成细致观察自然的科学素养;
 - 4) 课堂小结与课后任务(3 min): 梳理整套公式逻辑, 布置科普写作课后任务。
- 整节课依托文字意象、理论公式、前沿产业案例完成完整授课。

3.3. 课后分层拓展任务

- 1) 基础任务: 自主搜集含自然景象的古典诗词, 撰写 600 字左右物化科普短文;
- 2) 提升任务: 梳理诗词对应物理化学公式推导脉络, 绘制知识点思维导图;

3.4. 多元化考核体系(总分 100 分)

线上预习 25 分、课堂发言与原理推导汇报 25 分、课外科普写作 15 分、期末笔试 35 分; 期末试卷加大诗词情境综合分析大题占比, 重点考察学生运用公式、机理解释自然现象的综合能力。

3.5. 标准化教学资源包建设

古典诗词与物理化学融合教学对教师的文学理解、科学辨析和跨学科教学设计能力提出了较高要求。尤其是在诗词筛选、意象解读、科学原理匹配和产业案例更新等方面, 教师需要投入较多备课时间。为降低实施门槛, 本研究拟在现有教学素材的基础上, 逐步建设模块化、可复用的诗词物理化学教学资源包(表 1)。

Table 1. Basic composition of classical poetry physics chemistry teaching resource package

表 1. 古典诗词物理化学教学资源包的基本构成

资源模块	主要内容	主要功能
诗词素材卡	原文、作者、创作背景、关键词注释及意象说明	降低诗词理解门槛
科学辨析卡	可观察事实、文学修辞、科学解释边界及常见误区	避免文学意象与科学事实混淆
知识讲解包	物化概念、公式推导、适用条件及知识结构图	支持教师准确讲解
问题链资源	核心问题、递进问题、课堂追问及参考答案	支持探究式课堂实施
教学课件包	PPT、图片、动画、实验视频和科普短视频	减少教师备课工作量
应用案例包	药物冻干、颗粒润湿、气溶胶检测等案例	促进理论向专业情境迁移
学习任务包	思维导图、科普写作、案例分析及综合任务	支持分层学习
评价工具包	课堂参与量表、作业评分标准、问卷和测试题	支持教学效果评价

资源包以“一个诗词情境对应一个基本教学模块”为主要组织形式, 每个模块包括诗词原文及注释、自然现象说明、物理化学知识点、引导性问题、科学辨析提示、教学 PPT、实验或动画素材、产业应用案例、课后任务和评价工具等内容。教师可根据授课专业、课时安排和学生基础选择完整模块, 也可调用其中的诗词导入、问题链或应用案例, 实现资源的灵活组合。

同时, 围绕“水的多尺度变化”等主题, 将多个单诗模块进一步组合成主题单元, 形成由江雾、荷露到秋霜的跨章节学习路径。资源包既提供可以直接使用的教学素材, 也标明相关科学解释的适用条件和易混淆问题, 帮助文学基础相对薄弱的教师准确把握诗词内涵, 避免将文学意象与科学事实简单等同。

目前, 本研究已以《咏露珠》教学案例为基础, 初步形成包含诗词注释、露珠实景素材、核心问题链、表面张力与润湿理论 PPT、荷叶疏水机理辨析、仿生材料和药物颗粒润湿案例、课后科普写作任务等内容的样例模块(图 6)。在此基础上, 后续将按照统一结构逐步完善江雾、秋霜、梅香等教学模块, 并在不同教师和班级中开展试用, 根据使用反馈优化资源内容。



Figure 6. Sample module of teaching resource package for "Ode to Dewdrops"

图 6. 《咏露珠》教学资源包样例模块

4. 教学改革实践成效

选取两个药学本科班级开展为期一个学期的对照教学, 实验班采用诗词情境理论授课模式, 对照班采用传统公式讲授模式, 授课教师、教学大纲、期末试卷保持统一, 如图 7 所示。

- 1) 课堂表现: 实验班主动提问、上台推导发言人次较对照提升 120%;
- 2) 学业成绩: 实验班期末平均分 84.2 分, 对照班 71.6, 诗词情境综合题型得分差距最为突出;
- 3) 课外拓展: 共计 20 名学生完成诗词科普文章;
- 4) 问卷反馈: 94.3% 学生认为诗词意象简化抽象理论理解难度, 92.7% 认可该课堂模式兼具趣味性 with 知识性。



Figure 7. Teaching effect diagram

图 7. 教学效果图

5. 教学局限与优化方向

1) 素材覆盖面有限, 现有四句诗词仅覆盖胶体、界面、热力学、传质板块, 缺少动力学、电化学相关诗文素材; 后续可拓展传统工艺、节气类古典文本丰富案例库;

2) 纯理论课堂画面感偏弱, 可在学习通平台补充自然实景短视频, 辅助学生建立具象认知;

3) 部分学生文学基础薄弱, 品读诗句耗时较长, 后续配套简易诗文注释资料, 优化课堂节奏分配。

4) 教学效果评价仍需进一步完善。本研究采用自然班进行对照教学, 尚未设置随机分组和统一前测, 课堂参与度的评价标准也不够细化。后续研究将通过前测提高两班基线的可比性, 完善课堂参与度的量化指标, 并结合学生访谈, 更全面地分析该教学模式对学习体验和学习效果的影响。

5) 现有教学仍以单首诗词对应单个知识点为主, 案例之间的联系尚不充分。本研究已初步围绕“水的多尺度变化”将江雾、荷露和秋霜等意象组织为主题单元, 形成由分散体系、界面行为到相态转变的跨模块问题链。但目前主题单元数量仍较少, 跨章节知识关联的深度及其对学生知识迁移能力的促进作用尚需进一步验证。后续可继续开发“光与微粒”“香气与传质”“锈蚀与电化学”等主题单元, 并通过概念图、综合任务和访谈材料评价学生知识结构的变化。

6) 教学资源的标准化程度仍需提高。当前教学素材主要由授课教师根据个人教学经验进行筛选和设计, 对教师的文学理解、科学辨析和跨学科教学设计能力具有一定要求, 诗词筛选、原理匹配及课件制作也会增加备课负担, 这在一定程度上限制了该模式的推广。针对这一问题, 本研究已提出标准化教学资源包的基本框架, 并以《咏露珠》为例开展样例模块建设。后续将逐步完善诗词素材卡、科学辨析卡、知识讲解 PPT、引导性问题链、产业应用案例、实验与科普视频、学习任务及评价工具等资源, 并邀请不同教师进行试用, 根据课堂实施效果和教师反馈持续修订。在资源标准化的同时, 为不同专业和学情保留案例替换与任务调整空间, 以兼顾教学模式的规范性、灵活性和可推广性。

6. 结语

中华古典诗词承载着千年人文底蕴, 是历代文人感悟自然、体察万物的文字载体, 字里行间留存着先民对各类自然现象细致入微的直观观察。以物理化学理论为视角品读古典诗文, 能够从文学意象中挖掘潜藏的科学机理: 朝阳穿透江面薄雾形成清晰光路, 源于气溶胶体系特有的丁达尔光散射效应; 秋夜荷叶上凝结的圆润露珠, 是液体表面张力与疏水界面协同作用的结果; 深秋芦苇上由露转霜的物候变化, 契合单组分两相平衡的热力学规律; 寒冬梅花香气远扬, 本质是芳香分子无规则热运动引发的气相扩散过程。除此之外, 山间紫雾、田间保墒、莲叶自洁、古戟锈蚀等经典诗文场景, 也分别对应光散射、毛细运输、界面润湿性、金属电化学等核心物化原理。

文学意境与自然科学并非彼此割裂, 古典诗文记录的日常景致, 恰好成为连接宏观景象与微观机理的天然桥梁。古人寄情于山水草木写下诗句, 在抒发情志的同时, 无意识完成了对物理化学现象的长期观测与文字留存。从单个诗词案例进一步延伸, 还可围绕“水的多尺度变化”等主题, 将江雾、荷露、白霜等意象串联起来, 引导学生分别从分散体系、界面现象和相平衡角度认识同一物质在不同条件下的状态与行为, 形成跨知识模块的整体理解。在当下重视创新人才培养、推进文理融合教学的背景下, 将古典诗词作为课堂情境, 打通人文美育与理科理论学习的壁垒, 既能降低物理化学抽象理论的理解门槛, 又能厚植学生传统文化自信, 让人文情怀与科学思维同步培育, 实现传统文化传承与现代科学教育双向赋能。

基金项目

中国药科大学十佳课堂培育项目(3052600011)。

参考文献

- [1] 邢曦雯, 郭慕怡, 胡卓然, 姚顺春, 孙耀. 以情境驱动课堂, 用线索导向推理——以 X 射线教学实践为例[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 141-147.
- [2] 汤宏胜, 冯婷, 张天龙, 等. 基于 STEM 教学理念的分析化学实验教学新模式探索——以“自来水硬度测定”为例[J]. 大学化学, 2022, 37(4): 32-36.
- [3] 李曹龙, 徐璐, 主编. 物理化学[M]. 第 4 版. 北京: 中国医药科技出版社, 2026.
- [4] Che, H., Xia, X., Zhao, H., Li, L., Gui, K., Zheng, Y., *et al.* (2024) Aerosol Optical and Radiative Properties and Their Environmental Effects in China: A Review. *Earth-Science Reviews*, **248**, Article 104634. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104634>
- [5] Adamson, A.W. and Gast, A.P. (1997) *Physical Chemistry of Surfaces*. 6th Edition, Wiley-Interscience.
- [6] Daniel, D., Vuckovac, M., Backholm, M., Latikka, M., Karyappa, R., Koh, X.Q., *et al.* (2023) Probing Surface Wetting across Multiple Force, Length and Time Scales. *Communications Physics*, **6**, Article No. 152. <https://doi.org/10.1038/s42005-023-01268-z>
- [7] Chen, W.H., Cui, H.J. and Zheng, J.Y. (2024) Prediction of Clausius-Clapeyron Scaling of Daily Precipitation Extremes over China. *Journal of Climate*, **37**, 165-177. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-23-0030.1>
- [8] Danov, K.D., Gurkov, T.D., Stanimirova, R.D. and Uzunova, R.I. (2021) Kinetics of Transfer of Volatile Amphiphiles (Fragrances) from Vapors to Aqueous Drops and Vice Versa: Interplay of Diffusion and Barrier Mechanisms. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **625**, Article 126931. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.126931>