

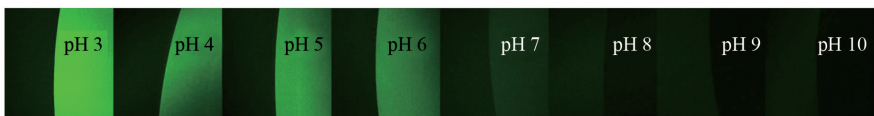
德国慕尼黑工业大学教授、美国西北太平洋国家实验室综合催化所所长 Johannes A. Lercher 评价:“这项技术就像为塑料垃圾找到了‘化学剪刀’,能在室温下快速将高分子链切割成汽油分子大小,为全球循环经济提供重要支撑。”

(综合《Science》、科学网、华东师范大学官网)

用荧光可视化测量“界面酸碱度”

在很多材料与生命体系里,“界面”的酸碱度(pH)与溶液主体并不一样,却很难原位量起来——这一直困扰着从电催化到生物材料的研究。德国马普高分子所团队提出了一种原位测量界面 pH 的新方案:先用氨基硅烷把玻璃表面功能化,再共价固定一层 pH 敏感染料;随后在液体环境中通过共聚焦显微镜读取荧光信号的变化,并配套建立一个同时考虑表面电荷与酸碱平衡的理论模型,对测得的光学信号进行标定与解释。这一“实验+模型”的组合,不仅能读到界面“此时此地”的 pH,还揭示了界面 pH 与体相 pH 的近似线性关系,且界面端的变化幅度更收敛。据此,作者将荧光读数直接换算为“界面真实 pH”,实现了在不同溶液条件与操作窗口下的可靠原位监测。2025 年 8 月 21 日,相关研究成果发表于《The Journal of Physical Chemistry Letters》。

该工作把长期“看不清、量不准”的界面化学量变成了可重复、可定量的观测对象,给各类功能



用荧光强度区分界面和体相的 pH

(图片来源:《The Journal of Physical Chemistry Letters》)

化表面提供了通用“读数器”。方法学上,实验(表面固定染料+共聚焦)与理论(含静电作用的表面平衡模型)紧密闭环,既揭示了界面-体相的可预期映射,也给了操作级的标定流程,便于他人直接复用。

有了“界面 pH 标尺”,电催化与电池界面的选择性与老化就能以真实界面条件重新审视;在生物材料与组织工程中,涂层/水凝胶与细胞贴附、蛋白吸附的 pH 效应可被定量优化;半导体湿法工艺与胶体加工里,清洗/刻蚀/自组装过程的“失之毫厘”有望被识别并纠偏;环境传感与膜分离领域亦可把这一读数机制嵌入到在线监测与膜面调控之中。总体而言,它提供了一个跨平台、可复制的界面诊断范式,直接服务于材料设计、工艺放大与质量控制。

(来源:《The Journal of Physical Chemistry Letters》)

千帧每秒显微成像开辟观察生命动态新路径

在生物和物理研究中,很多重要现象都发生在毫秒,甚至更短的时间尺度,例如,细菌鞭毛的摆动、微小颗粒在流体中的瞬时扩散。但传统光学显微镜往往难以在如此快的节奏下捕捉三维结构的变化。2025 年 8 月 13 日,美

国研究人员在《Science Advances》发表论文,提出了一种新的成像方法——傅里叶合成光学衍射层析(Fourier synthesis optical diffraction tomography, FS-ODT),实现了每秒上千帧的三维无标记成像,为研究生命与物质的动态过程开辟了新路径。

光学衍射层析(ODT)通过在不同角度下用相干光照射样品并合成多视图,推断其 3D 折射率分布,它的优势在于无需荧光染料即可观察复杂样品的内部结构,因此被广泛用于细胞和软物质的研究。然而,以往的 ODT 必须依靠逐一改变照射角度来获取足够的信息(收集 ≥ 100 个视图),这种“逐角扫描”方式大大限制了成像速度,很难跟上快速的生物或物理过程。

FS-ODT 则用数字微镜器件(DMD,控制照明角度的空间光调制器)在一次曝光里同时打出几十到上百个不同角度的相干光,相当于“多支手电一起照”。相机得到的条纹里混着各个角度的信息,系统先把这些信息拆分(解复用),再用 GPU(图形处理单元)加速的重建算法把三维折射率算出来。实际测试里,它的三维采集速率达到 1.032 kHz($\approx$ 每秒 1000 个 3D 体),并能看清约 200 nm 尺度的纤毛边缘。

未来,FS-ODT 有望在细胞