

2024 年招生计划
七、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
<div>1. 博士论文研究方向：微液滴内颗粒的原位非线性电动操控机制及实验研究</div> <div>选题类别：<div><div><input type="checkbox"/> 基础性研究</div><div><input type="checkbox"/> 应用性研究</div><div><input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究</div><div><input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向</div><div><input checked="" type="checkbox"/> 已有研究方向的继续</div><div><input type="checkbox"/> 其他</div></div></div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <div><p>2024 年拟招收博士研究生 1 人。博士论文的研究方向为：微液滴内颗粒的原位非线性电动操控机制及实验研究。免疫检测技术是确定病变原因及机体免疫状态是否正常的重要方法，在新冠病毒临床诊断及各种生物分析检测中有着广阔的应用前景。然而，现有免疫分析方法中反应起始时间和抗原抗体浓度难以按需灵活调控限制了进一步发展。为此，本项目拟基于导电介质的非线性电动力学，实现游离抗原和被抗体包被颗粒在连续流动微液滴内的原位富集与子液滴提取，为后续检测奠定基础。首先，探索双入流水相同步反向极化的液滴对同时生成与电融和机理。然后，分别利用倾斜电极条纹阵列和平面三电极配置激发不同多频电热流动模态，顺序实现有限空间微液滴内颗粒的高效混合和定位富集。接着，建立跨尺度全耦合有限元多相电对流仿真模型，阐明混合型行波/驻波电热和双频交流电热流动晶体管之间的动态协调关系。最后，实验评估几类疾病抗原分子浓度的在线检测效果。本课题涉及微液滴内颗粒原位非线性电动力学行为机制的本源，将为片上精准免疫检测研究提供一种有效的样本预处理方法。</p><p>免疫检测技术是基于抗体抗原反应的原理对待测物进行定量定性分析的检测方法，具有特异性强、灵敏度高、简便等优点，是现代生命科学的重要研究手段，在生物分析检测领域有着广泛的应用前景。在医学上，它是确定疾病的病因和病变部位，或是确定机体免疫状态是否正常的重要方法，广泛应用于医院、血站、体检中心，主要用于肝炎检测、性病检测、肿瘤检测、孕检等。然而传统免疫检测方法需求大量样本体积，而且每次免疫检测所需的成本和时间巨大，限制了其临床实用性。解决传统免疫测定缺点的一种潜在方法是使用微流控将免疫分析进行小型化。微流体通道较小的尺度能够减小扩散时间和试剂消耗，从而加快分析速度并降低每次分析的成本。此外，使用简单、紧凑的仪器设备，就可以实现微流体中自动化的流体处理过程，这大大减小了测试设备的尺寸和运行成本。</p><p>过去的 20 年里，研究者在开发具有不同配置和流体处理方案的微流控免疫测定方法方面已经做出了重大努力，但是抗体抗原结合反应难以按需灵活调控，反应后样本浓度难以提高限制了进一步发展。针对如上问题，本项目拟将非线性电动力学引入到液滴内部微粒的在线式主动操控中，独辟蹊径的提出了微液滴内颗粒的原位非线性电动操控方法，按需灵活调控免疫反应结合速率和对功能化微粒在目标子液滴中的富集，达到利用微量样本快速、低成本实现离散液滴阵列内部疾病抗原分子的快速甄别及浓度检测的目的，为确定疾病的病因或病变部位提供判断依据，实现疾病的早发现和早诊断，同时对连续流动液滴及内部颗粒的非线性电动操控理论进一步发展，具有重要的学术研究意义和工程实用价值。</p></div>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <div>该课题得到两项科研项目支持：</div> <div><div>1. 国家自然科学基金，项目号：12072096，“微液滴内颗粒的原位非线性电动操控机制及实验研究”</div><div>2. 黑龙江省“揭榜挂帅”科技攻关项目子课题，项目批准号：2022ZXJ01A02，“高温高压阀门数字化检测、远程运维技术研究”</div></div>