



AL MAGNIFICO RETTORE
DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

[Stefano Castellini]

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

Cognome	Castellini
Nome	Stefano
Data Di Nascita	[10,09,1992]

OCCUPAZIONE ATTUALE

Incarico	Struttura
2019 - Now: Studente PhD	Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

Titolo	Corso di studi	Università	anno conseguimento titolo
2016 - 2019: Laurea Magistrale o equivalente	Fisica	Università degli Studi di Milano	2019
2011 - 2016: Laurea Triennale	Fisica	Università degli Studi di Milano	2016

LINGUE STRANIERE CONOSCIUTE

lingue	livello di conoscenza
Inglese	B2

PREMI, RICONOSCIMENTI E BORSE DI STUDIO

anno	Descrizione premio
2019	Borsa di Studio vinta alla scuola di dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata dell'Università degli Studi di Milano

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA

descrizione dell'attività: 2016 Università degli Studi di Milano TESI TRIENNALE: " <i>Formazione di strutture dissipative in una miscela binaria liquida inclinata</i> ". Relatori: Prof. Alberto Vailati e Prof. Fabrizio Crocco.
--



In questo lavoro ho messo a punto un apparato sperimentale per uno studio sistematico del processo di formazione di strutture convettive. La visualizzazione delle strutture convettive è affidata a una diagnostica di tipo Shadowgraph: un fascio di luce spazialmente coerente proveniente da una sorgente LED a elevata luminosità, dopo aver attraversato una miscela (nel nostro caso era composta da Dodecano e Isobutilbenzene) viene fatto convergere sul sensore CCD di una telecamera. È stato molto importante riuscire a ottimizzare il sistema ottico in modo da rendere l'intensità luminosa incidente sulla cella il più uniforme possibile allo scopo di poter visualizzare chiaramente i flussi convettivi anche in prossimità dei bordi della cella.

Per contenere la miscela e innescare una convezione stazionaria al suo interno ho utilizzato una cella a gradiente termico. La cella è composta da due lastre di zaffiro di spessore 12 mm e diametro 70 mm, all'interno delle quali sono situati un o-ring di Viton, atto a contenere la miscela, e dei distanziatori di Delrin, utilizzati per fissare la distanza tra le lastre (nel nostro caso 1.3 mm). La differenza di temperatura tra le piastre di zaffiro è mantenuta costante da due celle Peltier controllate da due servocontrolli Proporzionali Integrali Derivativi (P.I.D.), che garantiscono una stabilità di temperatura dell'ordine di 0.01°C .

Sia il sistema di acquisizione delle immagini, sia il controllo PID, sono controllati da remoto da un codice in Python che ho creato appositamente per automatizzare il processo.

I dati raccolti mostrano che quando il campione è orizzontale il processo convettivo genera delle strutture caratteristiche con celle quadrate, mentre quando è sottoposto a un'inclinazione di alcuni milliradiani si formano due pattern di getti ascendenti e discendenti con struttura rettangolare centrata, che si spostano in direzioni opposte parallelamente alla direzione di inclinazione. Lo studio conferma la dipendenza lineare esistente tra la velocità delle strutture convettive e l'inclinazione a cui erano sottoposte. Inoltre è stata osservata una dipendenza della velocità delle strutture convettive dalla distanza dal bordo del campione. I risultati di questo lavoro sono stati utilizzati per convalidare modelli computazionali che si propongono di studiare più a fondo il comportamento di una miscela inclinata portata fuori dall'equilibrio termico. Inoltre, tale sistema di getti macroscopici, è risultato adatto a modellizzare la transizione solido-solido (da un reticolo a facce rettangolari centrate ad uno a facce quadrate; e viceversa) che avviene a livello atomico. La cinetica di tale transizione è inaccessibile a qualsiasi tecnica sperimentale attualmente conosciuta ed è quindi indagata solo computazionalmente o con modelli sperimentali mesoscopici (tipicamente colloidali). Il nostro sistema modello è risultato innovativo per le sue caratteristiche macroscopiche (le dimensioni dei jet sono di alcuni millimetri)

Questa tesi ha dato origine alla pubblicazione dal titolo "*Nonequilibrium solid-solid phase transition in a lattice of liquid jets*" [3]

2019

Università degli Studi di Milano

TESI MAGISTRALE: "*Studio della formazione di strutture convettive in uno strato liquido marginalmente inclinato confinato tra pareti termicamente isolanti*".

Relatori: Prof. Alberto Vailati e Prof.ssa Marina Carpineti.

Durante la tesi magistrale ho continuato a lavorare sulla formazione di strutture convettive in fluidi inclinati. Le indagini, questa volta, riguardavano un campione di fluido semplice confinato tra pareti isolanti. Per visualizzare le strutture convettive, come nel lavoro precedente, ho utilizzato la tecnica ottica di campo vicino Shadowgraph mentre, per contenere la miscela generando una convezione stazionaria al suo interno, ho utilizzato una nuova cella a gradiente termico, da noi ideata, in cui sono state accoppiate le lastre di zaffiro con delle lastre in plexiglass (che hanno una conducibilità termica circa cento volte inferiore a quella dello zaffiro) per rendere termicamente isolante l'interfaccia tra le pareti e il fluido.

I dati raccolti hanno evidenziato che le strutture convettive in un fluido semplice confinato da pareti isolanti, presentano solo due tipi di geometrie: strutture quadrate (sistema orizzontale) e roll (sistema marginalmente inclinato). Inoltre, è stata indagata la transizione tra queste due geometrie scoprendo la presenza di un angolo di soglia (14 mrad) in corrispondenza della quale le strutture passano da quadrati a roll (e viceversa). Infine, dalle mie indagini risulta che, per il passaggio da roll a quadrati la transizione avviene con continuità, tramite la formazione di strutture che si sovrappongono perpendicolarmente ai roll esistenti; d'altro canto, nel passaggio da quadrati a roll, si assiste a una vera e propria demolizione del pattern quadrato prima che si formino i roll convettivi.

Anche questa tesi ha dato origine ad una pubblicazione dal titolo: "*Inclined convection in a layer of liquid water with poorly conducting boundaries*" [2].

Settembre 2019 - Ora



Università degli Studi di Milano
Scuola di Dottorato.

Supervisor: Prof. Alberto Vailati, Prof.ssa Marina Carpineti.

Negli ultimi tre anni e mezzo, ho indagato il fenomeno delle Fluttuazioni di non Equilibrio (NEF) che avvengono durante fenomeni di diffusione libera e di diffusione termica. Per visualizzare le NEF ho utilizzato una tecnica ottica di Shadowgraph Dinamica, la quale fornisce un segnale anche per minime variazioni di indice di rifrazione che avvengono sul piano perpendicolare al cammino ottico, permettendo di caratterizzare la statica e il processo di rilassamento dinamico delle NEF; l'efficacia di tale tecnica si basa sul processare una grande quantità di differenza di immagini Shadowgraph con un algoritmo pubblicato nel 2021 [M. Norouzisadeh et. Al. (2021)]. Analizzando la differenza tra le immagini, è infatti possibile visualizzare le minuscole fluttuazioni, altrimenti invisibili, che avvengono localmente nel valore medio dell'indice di rifrazione. Tali piccole fluttuazioni sono alla base dei fenomeni diffusivi e sono stati l'argomento principale della ricerca in questi anni.

Le NEF durante processi di diffusione libera, in condizioni fortemente non lineari in una soluzione di acqua e glicerolo, sono state indagate durante una internship di cinque mesi all'Università di Pau e dei Paesi dell'Adour. Con il termine diffusione libera si individua un processo diffusivo isoterma che si assume non venga influenzato dalle condizioni al contorno. Per creare un fenomeno di questo tipo ho utilizzato una cella innovativa chiamata Flowing Junction Cell in grado di generare un'interfaccia piana e ben definita tra due soluzioni di acqua e glicerolo a concentrazione diversa, poste a contatto all'interno del campione. Per utilizzare una cella di questo tipo ho dovuto mettere a punto un impianto di iniezione delle soluzioni; inoltre, l'acquisizione delle immagini era affidata ad un codice Labview e ho messo a punto diversi codici in Python e Matlab per simulare il sistema in analisi, per fittare i dati con diversi modelli interpretativi e per confrontare i residui di tali modelli con i dati sperimentali e con le simulazioni.

I dati evidenziano che il coefficiente di diffusione, che caratterizza il rilassamento delle NEF nel tempo, presenta una grande dispersione di valori. Ho ideato e verificato un modello per caratterizzare tale dispersione che, oltre ad arricchire il quadro interpretativo delle NEF, caratterizza i parametri per definire la distribuzione dei coefficienti di diffusione presenti nel campione.

La pubblicazione di tale lavoro è in fase di preparazione.

Successivamente ho indagato le NEF durante processi di diffusione termica, in condizioni di gradienti termici lineari, per soluzioni colloidali termofile (coefficiente Soret negativo) di acqua e LUDOX TMA, generati in una classica cella a gradiente termico. Il campione di Ludox è di interesse poiché rimane in regime diffusivo anche se scaldato dal basso sopra la soglia termica della convezione (determinata dal numero di Rayleigh). Come per le misure prese nel caso di Diffusione Libera, anche in questo caso, ho messo a punto il setup sperimentale e la procedura di analisi con codici da me creati in Python o Matlab, per applicare la Shadowgraph Dinamica.

Inoltre, riguardo al LUDOX TMA, ho collaborato ad uno studio che ne indagava la formazione di pattern convettivi rotanti sotto la soglia termica; tale collaborazione è valsa una pubblicazione dal titolo: "*Transient Localized Rotating Structures in a Suspension of Highly Thermophilic Nanoparticles*"[1].

ATTIVITÀ PROGETTUALE

Anno	Progetto
2019 - Ora	<p>TechNES: L'obiettivo del progetto spaziale TechNES, finanziato da ESA, è sviluppare nuove tecnologie per l'indagine di sistemi complessi fuori equilibrio, con un possibile impatto sui settori biomedico e sanitario, con benefici immediati per la società.</p> <p>Il mio contributo al progetto è stato di natura sia scientifica, sia logistica. Infatti, la mia ricerca scientifica ha contribuito sviluppando nuovi metodi che utilizzano le fluttuazioni di non-equilibrio per misurare proprietà termofisiche rilevanti nei fluidi complessi fortemente non lineari; inoltre, ho creato e gestito, in collaborazione con la prof.ssa Marina Carpineti, il sito web del progetto (https://technes.fisica.unimi.it) che raccoglie i traguardi più importanti raggiunti in questo ambito.</p>
2019 - Ora	<p>NEUF-DIX: Il progetto è finalizzato all'indagine delle fluttuazioni di non equilibrio durante la diffusione in fluidi complessi (NEUF-DIX). Il progetto si concentra sull'analisi, in condizioni di</p>



	<p>microgravità, delle fluttuazioni di non-equilibrio, cercando di affrontare diversi problemi che sono emersi negli ultimi anni: le previsioni teoriche delle forze di Casimir indotte dal confinamento delle fluttuazioni di non-equilibrio; la comprensione delle fluttuazioni di non-equilibrio in miscele multicomponente, anche polimeriche, sia in relazione ai loro coefficienti di trasporto sia in relazione al loro comportamento in prossimità di una transizione vetrosa; la comprensione delle fluttuazioni di non-equilibrio in sospensioni colloidali concentrate, un problema strettamente correlato alla rilevazione delle forze di Casimir; infine, l'indagine dello sviluppo delle fluttuazioni durante la diffusione transitoria.</p> <p>Il mio contributo riguarda la messa a punto di esperimenti sulle fluttuazioni di non equilibrio sia per soluzioni multicomponente, sia per sospensioni colloidali. Inoltre, in collaborazione con il gruppo del professor Fabio Giavazzi, (dipartimento BIOMETRA), ho contribuito ad approfondire un problema che affliggeva i dati raccolti sulle fluttuazioni nell'ambito del loro sviluppo durante la fase transitoria. Infatti, qualsiasi esperimento sulle fluttuazioni di stati transitori rileva un rumore sistematico negli spettri che abbassa di molto la qualità di questi segnali. Approfondendo l'analisi di tale rumore è stato possibile caratterizzarlo e correggerlo. Una pubblicazione di questo risultato è in fase di preparazione.</p>
--	---

CONGRESSI, CONVEGNI E SEMINARI

Data	Titolo	Sede
22/09/2020	Presentazione Orale: Experimental study of convection in a water layer with thermal insulating boundaries.	Università degli Studi di Milano
25/09/2021	Presentazione Orale: Study of NonEquilibrium Fluctuations in a binary solution during free diffusion.	Università degli Studi di Milano
20/10/2022	Presentazione Orale: Dynamics of non-equilibrium concentration fluctuations during non-linear diffusion in a highly stratified mixture of glycerol and water	Università degli Studi di Milano

PUBBLICAZIONI

Articoli su riviste
[1] Transient localized rotating structures in a suspension of highly thermophilic nanoparticles, M. Carpineti, S. Castellini, A. Pogliani and A. Vailati, Front. Phys. 10, 953967 (2022).
[2] Inclined convection in a layer of liquid water with poorly conducting boundaries, S. Castellini, M. Carpineti, F. Croccolo, A.Vailati, Phys. Rev. Res. 2, 033481 (2020).
[3] Nonequilibrium solid-solid phase transition in a lattice of liquid jets, F.Croccolo, S. Castellini, F.Scheffold, A.Vailati, Phys. Rev. E. 98, 063104 (2018).

Le dichiarazioni rese nel presente curriculum sono da ritenersi rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del DPR n. 445/2000.

Il presente curriculum, non contiene dati sensibili e dati giudiziari di cui all'art. 4, comma 1, lettere d) ed e) del



D.Lgs. 30.6.2003 n. 196.

Luogo e data: Milano, 25/01/2023

FIRMA Stefano Cattolini