



Funded by
the European Union

ASTROCENT

Bolsa de Doutoramento / PhD Scholarship 2025/2026

Nota: *Este documento está disponível em inglês mais adiante. Por favor, deslize para aceder à versão em inglês.
This document is available in English later. Please scroll down for the English version.*

Título: “Estudo do impacto da emissão espúria de electrões na performance de TPCs de dupla fase para o DarkSide”

Orientadores: Prof. Marcin Kuźniak e Prof. André Cortez (AstroCeNT/CAMK PAN)

Visão Geral do Projeto

A Matéria Escura (Dark Matter – DM) continua a ser um dos maiores mistérios da física moderna. Apesar das evidências astrofísicas e cosmológicas que sustentam sua existência, a sua verdadeira natureza permanece um mistério. Para enfrentar este desafio, foram desenvolvidas várias experiências para tentar a sua detecção direta, incluindo o **DarkSide**, que utiliza **câmaras de projeção temporal (TPCs) de dupla fase com gases nobres liquefeitos** para procurar partículas candidatas de matéria escura, nomeadamente as **Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)**.

Detectores baseados em **argon líquido (LAr)** estão entre as opções mais adoptadas, um exemplo é o do **DarkSide-20k**, que aproveita as propriedades únicas do argon—**tal como a excelente eficiência de cintilação**—para aumentar a sensibilidade na busca por **candidatos de matéria escura** nomeadamente os **WIMPs**. A procura de WIMPs, bem como a discriminação das diferentes partículas assenta na detecção de dois sinais de cintilação: **cintilação primária (S1)** e **cintilação secundária (S2)**. No entanto, quando focada em **regiões de menor massa**, o sinal S1 torna-se indistinguível do ruído, sendo que nestes casos a opção passa por analisar exclusivamente os sinais de cintilação secundária (pois são amplificados), esta análise é conhecida por análise **S2-only**.

Um dos desafios desta estratégia é o surgimento de **sinais de emissão espúria**, resultantes de electrões residuais aprisionados na interface **líquido-gás**. Esses electrões podem ser extraídos de forma espontânea, gerando **sinais S2 espúrios** que **limitam a sensibilidade** para detecção de candidatos a Matéria Escura de baixa massa. Compreender, modelar e mitigar esses efeitos é **crucial** para maximizar o potencial de descoberta de matéria escura pelo **DarkSide**.

Objetivos do Projecto & O teu Papel

Como doutorando(a), estarás na linha de frente desta investigação, contribuindo diretamente para a colaboração **DarkSide**. O teu trabalho incluirá:

- ◆ **Desenvolvimento de simulações Monte Carlo** para fazer a modelação dos processos de emissão espúria em TPCs de dupla fase
- ◆ **Implementação de novos mecanismos de amplificação de luz** para melhorar a capacidade de detecção
- ◆ **Testes experimentais** para caracterização das emissões espúrias em condições controladas
- ◆ **Participação em campanhas de aquisição de dados** e validação de resultados na colaboração DarkSide
- ◆ **Otimização de estratégias de mitigação de background**, visando aprimorar a sensibilidade na região de baixa massa

Oportunidades & Colaboração Internacional

- 📍 **Estádias de pesquisa no Laboratório Nacional de Gran Sasso (LNGS, Itália)** — um dos principais centros mundiais de investigação em astrofísica.
- 📍 **Participação em conferências internacionais**, onde poderás apresentar e discutir os teus resultados.
- 📍 **Colaboração com especialistas de renome mundial** na área de detecção de Matéria Escura e os mais recentes desenvolvimentos tecnológicos no que toca a instrumentação na área da física experimental.

Habilitações & Qualificações Desejadas

- ✓ **Mestrado em Física, Eng. Física ou áreas afins**
- ✓ **Conhecimentos sólidos de programação (C++, Python)**
- ✓ **Familiaridade com princípios de detecção de radiação**
- ✓ **Experiência com GEANT4 e ROOT** (desejável, mas não obrigatória)

Como se Candidatar

📌 **Link para candidatura:** <https://www.camk.edu.pl/en/phd/recruitment/>

📌 **Prazo para candidatura: 1 de março de 2025**

✉ **Para mais informações, entre em contato:**

✉ **Prof. André Cortez** – acortez@camk.edu.pl

✉ **Prof. Marcin Kuźniak** – mkuzniak@camk.edu.pl

Se és curioso(a), motivado(a) e desejas contribuir para um dos maiores desafios da física moderna, este doutoramento é para ti!

🔄 **Compartilhe esta oportunidade** com a tua rede!



Funded by
the European Union

ASTROCENT

Title: "Understanding Spurious (Delayed) Emission in Dual-Phase TPCs for DarkSide"

PhD Advisors: Prof. Marcin Kuźniak and Prof. André Cortez (AstroCeNT/CAMK PAN)

Project Overview

Dark Matter (DM) remains one of the most profound mysteries in modern physics. Despite overwhelming astrophysical and cosmological evidence for its existence, its fundamental nature remains a mystery. To address this challenge, numerous direct detection experiments have been developed, including **DarkSide**, which employs **dual-phase noble liquid time projection chambers (TPCs)** to search for Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs).

Liquid argon (LAr)-based detectors, such as **DarkSide-20k**, leverage the unique properties of argon—low intrinsic background levels and excellent scintillation efficiency—to enhance sensitivity to **low-mass WIMP candidates**. The experiment relies on two key signals: primary scintillation (S1) and a secondary scintillation (S2). However, in the **low-mass search region**, where the S1 signal becomes undetectable, the analysis shifts to an **S2-only** approach, as this signal is amplified.

A possible factor in these unexplained events is the **spurious (delayed) emission**, originating from trapped electrons at the **liquid-gas interface**. These electrons are unpredictably extracted to the gas-phase, generating **delayed S2-like signals** that contaminate the data and limit sensitivity to low-mass DM candidates. Understanding, modelling, and mitigating these effects are **crucial** to further explore low-mass DM regions within DarkSide.

Research Objectives & Your Role

As a PhD candidate, you will be at the forefront of this investigation, contributing directly to the DarkSide collaboration. Your work will focus on:

- ◆ **Developing Monte Carlo simulations** to model spurious emission processes in dual-phase TPCs
- ◆ **Implementing novel light amplification mechanisms** to enhance detection capabilities
- ◆ **Conducting experimental tests** to characterize spurious emissions in controlled setups
- ◆ **Participating in data-taking campaigns** and validating results within the DarkSide collaboration
- ◆ **Optimizing background mitigation strategies** to improve sensitivity in the low-mass region

Opportunities & International Collaboration

- 📍 **Research stays at Gran Sasso National Laboratory (LNGS, Italy)**—one of the world's leading underground facilities for astroparticle physics
- 📍 **Participation in major international conferences**, where you will present and discuss your findings
- 📍 **Collaboration with world-renowned experts** in Dark Matter detection and detector technology

Desired Skills & Qualifications

- ✓ Masters degree in Physics, Physical Engineering or related fields
- ✓ Strong programming skills (C++, Python)
- ✓ Background in radiation detection principles
- ✓ Experience with GEANT4 and ROOT (highly desirable but not mandatory)

How to Apply

📌 **Application link:** <https://www.camk.edu.pl/en/phd/recruitment/>

📌 **Application deadline:** March 1, 2025

✉ **For inquiries, feel free to contact:**

✉ **Prof. André Cortez** – acortez@camk.edu.pl

✉ **Prof. Marcin Kuźniak** – mkuzniak@camk.edu.pl

If you are **curious, motivated, and eager to contribute** to one of the most exciting scientific frontiers, this PhD project is for you!

🔄 **Share this opportunity** with your network!