

Progetto di Ricerca

Phenomenologia dei settori nascosti

Il progetto di ricerca si concentrerà sulla fisica delle particelle e delle interazioni fondamentali. È riconosciuto che il Modello Standard (SM) non è una teoria completa poiché non può spiegare le masse dei neutrini, la materia oscura né l'asimmetria barionica dell'Universo. Un New SM, che lo estenda a una teoria completa delle particelle e delle interazioni, deve esistere. Nella ricerca del New SM, una questione chiave riguarda la scala della nuova fisica. Negli ultimi decenni, è stato compiuto uno sforzo notevole, culminato negli esperimenti dell'LHC, per esplorare quella del TeV, ma senza risultato positivo. Questo risultato inaspettato richiede un cambio di prospettiva: un'esplorazione più ampia di scale di massa.

Il progetto si concentrerà sui settori oscuri, ovvero estensioni del SM sotto la scala elettrodebole con accoppiamenti deboli alle particelle visibili (quindi "oscuri"). Grazie a recenti sviluppi teorici e sperimentali, questi modelli stanno ricevendo grande attenzione. Il progetto studierà gli aspetti teorici e fenomenologici, con enfasi su modelli che hanno una struttura ricca, con multiple particelle e interazioni, nel contesto del progetto ERC DarkSHunt. Questo tipo di modelli "ricchi" tipicamente hanno un settore di gauge, uno fermionico, nonché nuovi scalari necessari per rompere la simmetria e dare massa al fotone oscuro e ai fermioni. Grazie alla presenza di numerose particelle e interazioni, la loro fenomenologia può differire significativamente da quella di modelli minimali e richiede studi dedicati.

Il progetto studierà gli aspetti fenomenologici, focalizzandosi su segnali tipici quali decadimenti semivisibili di dark photons e heavy neutral leptons, e ne considererà le opportunità di ricerca in esperimenti di neutrino e dark sector in corso. Confronterà i risultati con le sensibilità di esperimenti presenti e futuri anche in collaborazione con i gruppi sperimentali.

Piano delle Attività di ricerca

Il progetto di ricerca, nel contesto del progetto ERC AdG DarkSHunt, si focalizzerà sullo studio della fenomenologia dei rich dark sectors and le loro ricerche sperimentali. Ha anche lo scopo di coinvolgere il/la ricercatore/trice in discussioni e collaborazioni con i membri del settore teorico del DIFA, favorendone inoltre possibili interazioni esterne (internazionali e non) con teorici di livello internazionale e con sperimentali delle collaborazioni rilevanti per lo studio di questi modelli. L'attività del/la ricercatore/trice si svolgerà affrontando progressivamente le tematiche sopra esposte, partendo dall'analisi teorica per poi focalizzarsi sugli aspetti fenomenologici e sperimentali. In particolare, il/la ricercatore/trice verrà guidato/a nello sviluppo di una autonomia scientifica nell'affrontare le tematiche più interessanti e rilevanti della fisica teorica delle astroparticelle.

Versione inglese

Phenomenology of rich dark sectors

The research project will focus on particle physics and fundamental interactions. It is recognized that the Standard Model (SM) is not a complete theory since it cannot explain the masses of neutrinos, dark matter, or the baryonic asymmetry of the Universe. A New SM, extending it to a complete theory of particles and interactions, must exist. In the search for the New SM, a key issue concerns the scale of new physics. In recent decades, an enormous effort has been accomplished, culminating in the LHC experiments, to explore the TeV scale, but without positive results. This unexpected result requires a change in perspective: a broader exploration of mass scales.

The project will concentrate on dark sectors, that is extensions of the SM below the electroweak scale with weak couplings to visible particles (therefore "dark"). Thanks to recent theoretical and experimental developments, these models are receiving great attention. The project will study the theoretical and phenomenological aspects, with emphasis on models that have a rich structure, with multiple particles and interactions, in the context of the ERC DarkSHunt project. This type of "rich" models typically have a gauge sector, a fermionic one, as well as new scalars necessary to break the symmetry and give mass to the dark photon and to the fermions. Thanks to the presence of numerous particles and interactions, their phenomenology can differ significantly from that of minimal models and requires dedicated studies.

The project will study the phenomenological aspects, focusing on typical signatures such as semivisible decays of dark photons and heavy neutral leptons, and will consider their search opportunities in ongoing neutrino and dark-sector experiments. It will compare the results with the sensitivities of present and future experiments also in collaboration with experimental groups.

Plan of research activities

The research project, in the context of the ERC AdG DarkSHunt, aims at studying the phenomenology of rich dark sectors, understanding smoking-gun signatures and their searches in current and future experiments. It will also involve the researcher in discussions and collaborations with the members of the theoretical sector of DIFA, fostering possible external interactions (both international and otherwise) of the researcher with internationally renowned theorists. The activity of the researcher will progressively address the topics mentioned above, starting from theoretical analysis and then focusing on numerical and phenomenological aspects. In particular, the researcher will be guided in developing scientific autonomy in tackling some of the most interesting and relevant themes of theoretical astroparticle physics.