

**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Innovative targets for laser-driven thermonuclear fusion energy: models, simulation, scaled-down experiments

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
MODELLI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA, ELETTROMAGNETISMO E NANOSCIENZE

Responsabile scientifico: Stefano Atzeni

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 9

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 9 presso Focused Energy GmbH AG Darmstadt in Tiefen See 45 64293 Darmstadt Germany Registergericht: HRB 102362

Azienda: Focused Energy GmbH AG Darmstadt in Tiefen See 45 64293 Darmstadt Germany Registergericht: HRB 102362

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI SCIENZE DI BASE ED APPLICATE PER L'INGEGNERIA con delibera del 21 settembre 2021

Progetto di ricerca:

Il progetto si inserisce nel quadro delle ricerche sulla fusione termonucleare controllata, potenziale fonte energetica a bassissimo impatto ambientale, senza emissione di gas clima-alteranti e impiegante combustibile ottenuto da materie prime ampiamente disponibili (deuterio e litio). Nello specifico la proposta riguarda concetti innovativi di elementi di combustibile ("bersagli") per la fusione a confinamento inerziale indotta da laser. I bersagli sinora sperimentati (e con cui in un recentissimo esperimento [8 agosto 2021; \*] si è giunti alla soglia dell'ignizione termonucleare) sono costituiti da piccoli gusci sferici contenenti uno strato di combustibile criogenico, di difficile e costosa realizzazione. In un recente lavoro (\*\*) è stato proposto di utilizzare molto più semplici bersagli sferici omogenei. La configurazione a guscio sferico, necessaria per ottenere un adeguato trasferimento di energia dal laser che irraggia il bersaglio al combustibile verrebbe in questo caso ottenuta dinamicamente, impiegando impulsi laser con potenza opportunamente variata nel tempo. Questa proposta necessita di convalida tramite simulazioni numeriche e verifiche sperimentali. A tale scopo è stata avviata una collaborazione cui partecipano anche ricercatori del Dip. SBAI-Sapienza. In questo contesto il lavoro di tesi riguarderà lo sviluppo di modelli analitici del processo e la simulazione numerica multi-dimensionale idrodinamico-radiativo-nucleare utilizzando codici già disponibili presso SBAI. Gli obiettivi di una prima fase sono la definizione dei parametri di un esperimento in scala ridotta per la dimostrazione della generazione dinamica del guscio. L'esperimento è previsto per il 2022 al Laboratory for Laser Energetics, University of Rochester. Una seconda fase del lavoro riguarderà l'analisi dell'esperimento di cui sopra e ulteriori simulazioni, con l'obiettivo di contribuire alla progettazione di un bersaglio fusionistico ad alta resa energetica. Il dottorando trascorrerà un periodo compreso tra 6 e 12 mesi presso l'impresa Focused Energy GmbH, Darmstadt, per condurre simulazioni numeriche e familiarizzare con le tecniche di produzione di bersagli costituiti da materiali microstrutturati (foam).

(\*) Lawrence Livermore National Laboratory press release: <https://www.llnl.gov/news/national-ignition-facility-experiment-puts-researchers-threshold-fusion-ignition>

(\*\*) V. Goncharov et al. Phys. Rev.Lett. 125, 065001 (2020)

Titolo del progetto (inglese): Innovative targets for laser-driven thermonuclear fusion energy: models, simulation, scaled-down experiments

Progetto di ricerca (inglese):

This project is in the frame of the research on controlled thermonuclear fusion, a potential energy source with a very low environmental impact, no emission of green-house gases, and using fuel obtained from widely available raw materials (deuterium and lithium). Specifically, the proposal concerns innovative concepts of fuel elements (“targets”) for laser-induced inertial confinement fusion. The targets tested so far consist of small spherical shells containing a layer of cryogenic fuel. In a very recent experiment [August 8, 2021; \*] they have allowed to reach the threshold of thermonuclear ignition. However, high quality hollow shell targets are difficult to produce and very expensive. Recently, much simpler homogeneous spherical targets have been proposed [\*\*]. The spherical shell configuration, necessary to obtain an adequate transfer of energy from the laser that irradiates the target to the fuel, would in this case be obtained dynamically, using laser pulses with suitably time-tailored power. This proposed scheme requires further validation through numerical simulations, as well as experimental demonstration. For this purpose, a collaboration has been launched which also involves researchers from the SBAI-Sapienza Department. In this context, this thesis will concern the development of analytical models and numerical radiation-hydrodynamics-nuclear simulations using codes already available at SBAI. The objectives of a first phase are definition of the parameters of a scaled-down experiment for the demonstration of the dynamic generation of the shell. The experiment is already scheduled for 2022 at the Lab. for Laser Energetics, University of Rochester. A second phase of the work will concern the analysis of the above experiment and further multi-dimensional simulations, with the goal of contributing to the design a full-scale high energy-gain fusion target.

The doctoral student will spend a period of between 6 and 12 months at Focused Energy GmbH, Darmstadt, to conduct numerical simulations and/or familiarize him/herself with production of targets including micro-structured materials (foam).

(\*) Lawrence Livermore National Laboratory press release: <https://www.llnl.gov/news/national-ignition-facility-experiment-puts-researchers-threshold-fusion-ignition>

(\*\*) V. Goncharov et al. Phys. Rev.Lett. 125, 065001 (2020)