

Neutronstjärnor, maskininlärning och tunga grundämnens ursprung i universum

Bakgrund

Den snabba neutroninfångningsprocessen (r-processen) är ansvarig för skapandet av tunga grundämnen i universum, t.ex. i krockar av neutronstjärnor. I r-processen fångas många neutroner in i flera steg och så småningom blir de bildade atomkärnorna så tunga att de genomgår kärnklyvning. En viktig typ av information som vi är intresserade av är fissionssannolikheter för neutronrika kärnor som kan studeras experimentellt. Analysen av data från sådana experiment är en besvärlig uppgift eftersom signaler från bakgrunden blandas med signaler från de partiklar vi är intresserade av. För bättre resultat vill vi undersöka huruvida maskininlärning är ett väl lämpat verktyg för att undertrycka experimentell bakgrund i denna typ av experiment.



Problembeskrivning

Under våren 2021 utfördes ett pilotexperiment vid Argonne National Laboratory, USA, med hjälp av HELIOS-uppställningen. Målet är att studera fissionssannolikheter för den stabila kärnan ^{238}U som en funktion av dess excitationsenergi. Partiklar identifieras genom att deras energiförlust mäts på flera ställen då de bromsas in i detektorn. Geometrisk begränsning medför dock att pulsformen av signalen från varje detektorkanal innehåller information från flera överlappande regioner i detektorn. Huvudproblemet är att det är mycket svårt att skilja mellan intressanta partiklar och bakgrundspartiklar med hjälp av klassiska analysmetoder för pulsformer, och det är här maskininlärningsalgoritmer för klassificering blir intressant.

Arbetsätt

Projektets huvudsyfte är att genomföra bakgrundsundertryckning med hjälp av metoder för maskininlärning. En viktig del är att bekanta sig med algoritmer för maskininlärning, verktyg för simulering av kärnfysik och system för dataanalys.

Gruppstorlek

3-4 studenter. Projektet kan inte dubblas.

Målgrupp

F, GU eller TM. Gärna intresse för programmering. Projektet har koppling till kursen FUF050/FYP204 i subatomär fysik under LP4.

Litteraturtips

A. Wuosmaa *et al.*, *A solenoidal spectrometer for reactions in inverse kinematics*, Nucl. Inst. Meth. Sec. A 580, 1290 (2007).

J. J. Cowan *et al.*, *Origin of the heaviest elements: The rapid neutron-capture process*, Rev. Mod. Phys. 93, 015002 (2021).

Handledare

Anna Kawecka, anna.kawecka@chalmers.se, F8101, 031-772 3429, Department of Physics
Andreas Heinz, andreas.heinz@chalmers.se, F8008, 031-772 3430, Department of Physics