



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# **Binding Energies and Lifetimes in Negative Ions**

**Julia Karls**

Institutionen för fysik  
Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorsexamen i fysik, som med tillstånd från Naturvetenskapliga fakulteten kommer att offentligt försvaras torsdagen den 25 april 2024, kl. 10.00 i PJ-salen, Institutionen för fysik, Fysikgården 2, Göteborg.

ISBN: 978-91-8069-665-4, Tryckt version

ISBN: 978-91-8069-666-1, PDF-version

Tillgänglig via: <http://hdl.handle.net/2077/80001>



## GÖTEBORGS UNIVERSITET

### Svensk summering

Negativa joner är av stort intresse på grund av deras betydelse för förståelsen av elektronkorrelation, det vill säga växelverkan mellan elektroner. Dessutom har de stor betydelse inom exempelvis astronomi, medicinska tillämpningar, antimaterieforskning och acceleratormasspektrometri (AMS).

Denna avhandling involverar experimentella studier av både struktur och dynamik hos negativa joner vid jonstråleanläggningarna DESIREE (Double ElectroStatic Ion Ring Experiment), CERN-ISOLDE (Isotope Separator OnLine Device) och GUNILLA (Gothenburg University Negative Ion and Laser Laboratory).

På DESIREE har elektronaffiniteterna (EA) för de tre stabila isotoperna av kisel mätts upp med hög precision. Detta utfördes med hjälp av lasermanipulering av populationen i kvanttillstånden, följt av fotoavskiljning. Även isotopskiften i EA har beräknats för dessa tre isotoper. Dessutom har hyperfinstrukturen av grundtillståndet i  $^{29}\text{Si}^-$  undersökts. EA för två radioaktiva isotoper,  $^{128}\text{I}$  och  $^{211}\text{At}$ , har bestämts med hjälp av fotoavskiljning i GANDALPH-detektor (Gothenburg ANion Detector for Affinity Measurements by Laser Photodetachment) vid ISOLDE. Dessa är de första EA-mätningarna av radioaktiva isotoper och med det öppnas möjligheten för ett helt nytt område av experiment, där EA för tyngre radioaktiva joner kan undersökas.

Vid jonstråleanläggningen GUNILLA på Göteborgs universitet har EA för rubidium mätts upp med hjälp av en tillståndsselektiv detektering av den fotoavskiljda jonen. Om denna selektiva mätteknik kombineras med möjligheten att studera radioaktiva joner vid ISOLDE, kan den tillämpas på studier av sällsynta anjoner som t.ex. francium.

Vidare har dynamiska egenskaper studerats genom att mäta livstider för exciterade tillstånd i flera atomära och molekylära negativa joner vid DESIREE. Metoderna som använts lägger grunden för det slutliga målet att kartlägga livstiderna för exciterade tillstånd i alla negativa joner.

Den forskning som presenteras här visar att man behöver kombinera experimentella studier för både struktur och dynamik för att få en fullständig bild av negativa joner. Genom att tillämpa metoderna som används i detta arbete på alla element i det periodiska systemet och jämföra dem med teoretiska resultat, blir det möjligt att förbättra förståelsen av elektronkorrelation. Särskilt intressant är de mycket tunga systemen, där relativistiska effekter spelar en avgörande roll.

**Keywords:** Atomic Physics, Electron Correlation, Electron Affinity, Isotope Shifts, Photodetachment, Negative Ions, Anions, Radioisotopes, Laser Photodetachment Spectroscopy, Resonance Ionization, Neutral Particle Detection, Wigner Threshold Law, DESIREE, ISOLDE, CERN, Radiative Lifetimes.