



LUND UNIVERSITY

Supertunga grundämnena - än en gång

Nilsson, Sven Gösta

1970

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Nilsson, S. G. (1970). Supertunga grundämnena - än en gång.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative Commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Supertunga grundämnen — än en gång

AV SVEN GÖSTA NILSSON

Sedan ett par år letar man inom den kärnfysiska och kärnkemiska forskningen energiskt efter supertunga grundämnen. Många forskare anser sig ha anledning att beklaga denna eka-platina- och eka-guld-rush som en verklighetsflykt från mer värdefulla men mindre fantasieggande problem. Dessutom, menar man, så kommer de tunga-jon-acceleratorerna, som nu projekteras, att definitivt ge svar på frågan om hur långa halveringstiderna är för dessa grundämnen, som då kommer att produceras artificiellt.

Många framstående forskare har emellertid trots osäkra odds bestämt sig för att söka efter STE (SUPER-TUNGA ELEMENT) längs ett stort antal alternativa vägar. Chefen för den amerikanska atomenergikom-

missionen, professor Glenn Seaborg, gav i ett föredrag i Houston i februari 1970 en utmärkt översikt över pågående forskningar, varpå diskussionen här i viss grad baseras.

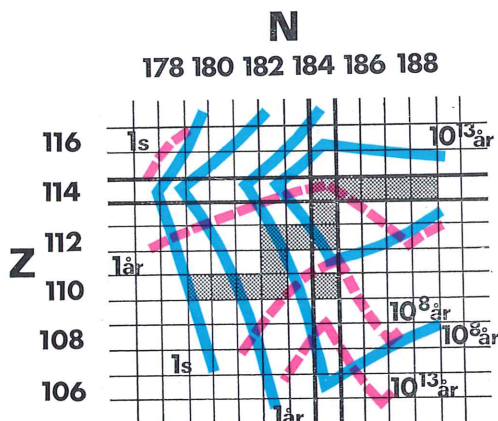
För att man skall hitta något av de tyngre grundämnena i jordmateria krävs, att elementet har en halveringstid längre än 10^8 år. Utgående från jordens ålder av $4,5 \times 10^9$ år kan man lätt övertyga sig om att med kortare halveringstider blir inga påvisbara mängder kvar, även om utgångskoncentrationen varit ansenlig.

De teoretiska undersökningarna av STE antyder att de bästa möjligheterna är knutna till grundämnet $^{294}110$, se fig 1. För detta element beräknas en halveringstid av

storleksordningen 10^8 år, ett värde som man bör förknippa med mycket stora osäkerhetsmarginaler.

För att finna ett supertungt grundämne i jordmateria krävs emellertid också att det har bildats i någon av de kosmiska processer, som man anser är ansvariga för de tyngre grundämnenas syntes ur lättare. Dessa processer utgöres väsentligen av en successiv infångning av neutroner och efterföljande beta-sönderfall.

För de allra tyngsta grundämnena anses den s k snabba neutroninfångningsprocessen («r-processen») vara den dominerande. Det är emellertid möjligt att processens väg kan vara spärrad därför att en del av de intermediära kärnmassorna kan ha för korta fissionslivstider. Denna misstanke vilar på erfarenhet från



1. Partiella halveringstider i området kring $Z=114$, $N=184$. De heldragna blå linjerna markerar halveringstider i förhållande till fission, de streckade röda halveringstider i förhållande till alfa-sönderfall. Stabilitet mot beta-sönderfall markeras med streckade kvadrater.

2. De supertunga grundämnenas troliga läge i det periodiska systemet. Man kan observera att $Z=110$ befinner sig i samma period som platina (Pt) och $Z=114$ i samma period som bly (Pb).

1	H																	He
3	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	Fr	Ra	Ac	Ku	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
119	120	121																

LANTHANIDER

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

AKTINIDER

Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

122	123	124	125	126
-----	-----	-----	-----	-----

underjordiska kärnbombexplosioner, vilkas utsända neutronskurar till viss grad simulerar r-processens våldsamma neutronflöde. Vid dessa bombexperiment finner man, med uran och plutonium som utgångsmaterial, att uppbyggnaden avbryts redan vid ett masstal 257. Resultatet tolkas så, att sannolikt ^{257}U har mycket kort halveringstid med avseende på fission. Man kan emellertid invända att, även om r-processens väg är stängd, kan kanske STE emitteras t ex från de sk kalla neutronstjärnorna, som man nu vill identifiera med de nyligen upptäckta pulsarerna.

Oberoende av resultatet av dessa överläggningar, som i mycket har karaktären av spekulationer, har man inom ett antal olika fält börjat att söka efter redan existerande STE.

Kosmisk strålning

Ett särskilt gynnsamt sådant fält tycks den kosmiska strålningen erbjuda, eftersom grundämnenas ålder där sannolikt är mindre än i jordmateria. Under 1967–1969 gjorde P Fowler, Bristol, med medarbetare ett antal ballongflygningar i atmosfären med flera m^2 stora emulsionsplåtar. I emulsionen registrerades spår från joner från järn i masstal. Bland några miljoner spår (de flesta härrörande från järnområdet) finns två, som man, enligt normalt sätt att mäta emulsionsspår tillskriver laddningarna $Z=103$ och 108 . Mätfelen är svåra att ange då ingen kalibrering ju är möjlig inom detta område. Fowler anser att det sistnämnda spåret kan hänföras till den föreslagna $Z=110$ kärnan. Svårigheten i tolkningen ligger emeller-

tid i att parallellt med emulsions-skiktet i experimentanordningen också fanns ett plastskikt, vilket senare registrerade samma spår. För de lättare kärnorna är överensstämmelsen i laddningsbestämningen god enligt de båda registreringarna, men efter $Z=80$ blir diskrepansen ansenlig. I plastskiktsbestämningen tillordnas de två händelserna sålunda i stället ett laddningstal nära 92. Frågan är nu vilken spårmetod som skall bedömas som den tillförlitligaste.

Meteoriter

Meteoriterna, vilkas ålder anses vara ungefär lika med jordens ålder, i vissa fall rentav något högre, utgör ett gynnsamt forskningsmaterial. Detta beror på att där, i motsats till vad fallet är med jordmaterien, ingen fraktionering ägt rum. I meteoriterna utgör särskilt serien av Xe-isotoper en intressant förmedlare av information. Till en del har dessa Xe-isotoper bildats vid fission av ^{235}U . Den stora ymnigheten av neutronrika Xe-isotoper såsom ^{136}Xe har flera forskare förklarat genom att postulera existensen av en nu utdöd isotop ^{244}Pu (halveringstid 82×10^6 år). Emellertid menar de amerikanska forskarna Anders och Heyman, att ^{136}Xe måste ha bildats av en moderkärna, vilkens kemiska flyktighet måste vara likartad med Hg, Pb, Bi etc, eftersom ymnigheten av ^{136}Xe är positivt korrelerad till ymnigheten av dessa senare ämnen. Härmed skulle det finnas anledning att postulera ett fissionerande ämne mellan $Z=112$ och 119 , som alltså kemiskt skulle likna Hg, Tl etc enligt beräkningar. Anders och Heyman föreslår en ymnighet av STE av cirka 10^{-3} jämfört

med uran och en halveringstid $>10^6$ år. För att få ett avgörande mellan dessa båda hypoteser mäter f n geokemisten Reynolds, Berkeley, produktionen av Xe-isotoper vid fission av ^{244}Pu .

Månstenarna

Månstenarna är från denna synpunkt intressanta och P Fields och medarbetare i Chicago analyserar nu den relativa ymnigheten av de tunga aktiniderna ^{244}Pu , ^{247}Cm och vidare STE.

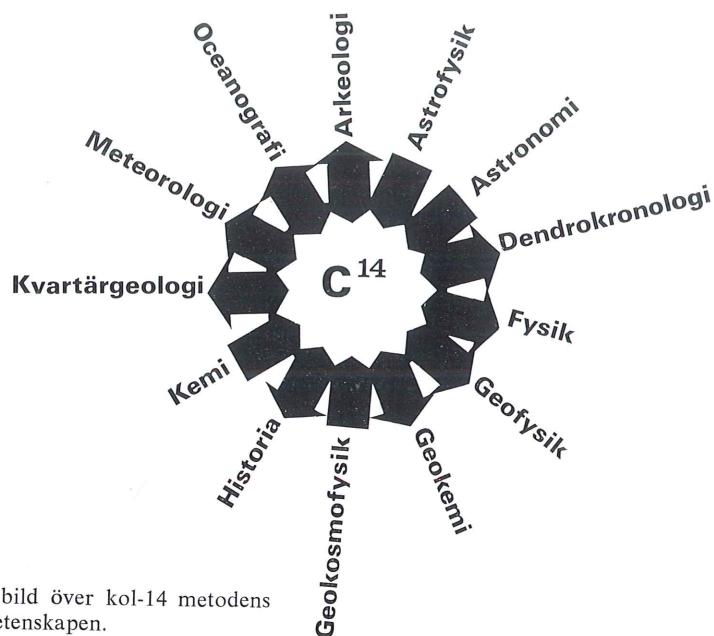
Jordiska bergarter

De mest omfattande experimenten har på detta område gjorts av G Fleurov och medarbetare i Dubna. Man har där bl a analyserat spår i hundraårigt glas med hög halt av Pb, Hg, Bi och W. Hög frekvens av fissionsspår visar sig enligt dessa experiment uppträda endast i blyglas, varav man sluter sig till att endast eka-Pb, dvs $Z=114$, är av betydelse i sammanhanget. Beteckningen eka-Pb antyder att grundämnet står nedanför Pb i samma period i det periodiska systemet, se figur 2. Man får därur efter korrektion för spår från fission av U och Th en skenbar halveringstid för »bly» av 3×10^{20} år. Detta skall jämföras med resultatet av en mätning av den skenbara halveringstiden gentemot fission av rent ^{208}Pb för vilket en lägre gräns av 4×10^{21} år erhållits. Den mer än tiofaldigt ökade aktiviteten tillskriver de sovjetiska forskarna sålunda $Z=114$, som med en halveringstid av 10^8 år skulle ha en relativ ymnighet av 10^{-12} i naturligt bly. Dessa resultat har emellertid mot sagts av Grimm, Hermann och Schüssler i Mainz, som har studerat

fission från stora kvantiteter av grundämnena Os, Pt, Au, Hg, Tl, Pb och Bi, vilkas motsvarande eka-element är $Z=108-115$. Man erhöll vid experimenten en relativ ymnighet av 10^{-12} för ekaelementen om halveringstiden för dessa antogs vara 10^8 år. Man konstaterar nu att ungefär samma resultat erhålles för alla dessa prover och anser att förklaringen sannolikt är den, att den kosmiska strålningen utlöser fission hos alla dessa element, och med ungefär samma sannolikhet.

S Thompson och medarbetare i Berkeley gjorde 1968 ett experiment med Pt-malm från vilket den relativa ymnigheten av eka-Pt kunde sättas så lågt som till $< 10^{-9}$. Han genomför nu ett ytterligt komplicerat experiment, som skulle tillåta identifikationen av STE ner till en relativ ymnighet av $10^{-13}-10^{-14}$. Man utnyttjar härvid det faktum att vid fission av STE inte mindre än 10 à 11 neutroner utsändes. Detta gör det möjligt att med fullständig säkerhet skilja en STE-fissionshändelse från alla kända fissionsreaktioner. Thompson utför experimentet i en tunnel 250 meter under markytan med bergarter innehållande Pt, Au och Pb som material. Detta experiment får anses som ett av de mest intressanta innan tungjonacceleratorerna blir tillgängliga.

De preliminära resultaten (sept 1970) med bly och guldmalm har hittills varit negativa. Man avvaktar dock med ett visst intresse nästa fas i experimenten, där man istället kommer att studera fissionshändelser i månmaterial och i Pt-malm, där från teoretisk synpunkt utsikterna borde vara något bättre, åtminstone gäller detta Pt-malmen. ■



Schematisk bild över kol-14 metodens roll inom vetenskapen.

Kol-14 metoden har snabbt blivit ett omistligt hjälpmedel för åldersbestämning av olika typer av material. Metoden bygger på att den radioaktiva isotopen kol-14 produceras med en i det närmaste konstant hastighet och tas upp i växter och djur genom assimilation eller genom födan. Under livstiden kompenserar nytillskottet sönderfallet, men vid döden upphör tillförseln av kol-14, vars radioaktivitet därefter successivt avtar. Då sönderfallshastigheten är känd, kan man bestämma åldern genom att mäta radioaktiviteten. Det visar sig emellertid, att kol-14 koncentrationen i atmosfären och i den levande materian varierat under olika perioder. Dessa variationer har i allt högre grad tilldragit sig intresset, då de öppnar helt nya perspektiv för forskningen.

Vad vi nu vet om dessa variationer är resultatet av undersökningar och samarbetet mellan geofysiker, arkeo-

loger, geologer, dendrokronologer samt mass-spektroskopister. Genom ett sådant tvärvetenskapligt samarbete har kol-14 metoden kommit i blickpunkten för allt fler forskningsområden, se vinjetten.

I FOF 4/68 gav I Olsson en översikt över problematiken i samband med kol-14 metoden. Vid det 12e Nobelsymposiet i Uppsala under augusti 1969 behandlades hithörande frågor och framför allt kol-14 variationerna, deras uppkomst, diagrammet på nästa sida, och betydelse för den absoluta tidsbestämningen. Ett 40-tal forskare från hela världen deltog i diskussionerna.

Denna artikel utgör en kortfattad resumé från symposiet. De intresserade återfinner en fullständig redogörelse i Nobel Symposium 12, Radiocarbon variations and absolute chronology, som är utgiven av Almqvist & Wiksell Boktryckeri, Uppsala, 1970.