

Uran

För kärnreaktorer och kärnvapen är uran-235 den viktigaste klyvbara isotopen.

Atomnummer: 92
Täthet: 18,90 g/cm³
Smältpunkt: 1 150 grader C

Naturlig uran är sammansatt av tre olika uranisotoper:
uran-238: 99,28%
uran-235: 0,71%
uran-234: 0,01%

Förekomst

Det naturliga uranet bildades långt före jordens tillkomst vid fusionsprocesser inuti en stjärna. Det bildas inget nytt uran i dag.

Exempel på halter i bearbetade fyndigheter:
Key Lake, Kanada: 20 kg/ton (2%)
Ranger, Australien: 2,5 kg/ton (0,25%)
Rössing, Namibia: 0,5 kg/ton (0,05%)
Ranstad, Sverige: 0,3 kg/ton (0,03%)

Uranets sönderfall

Uranatomens kärna är instabil och faller därför sönder av sig själv. I ett gram av uran-238 faller drygt 12 000 atomer sönder varje sekund. Ändå tar det ca 4,5 miljarder år innan hälften av uran-atomerna fallit sönder. Denna tid kallas halveringstiden. Sönderfallet sker på ett mycket bestämt sätt, enligt sönderfallskedjan. Uranmalmen innehåller alla de radioaktiva ämnena som uppstår när uran faller sönder. När uranet utvinns hamnar alla dessa ämnen i processavfallet och sprids till omgivningen via luft och vatten.

Sönderfallskedjan uran-238

	ISOTOP	HALVERINGSTID
1.	²³⁸ U	Uran-238
2.	²³⁴ Th	Thorium-234
3.	²³⁴ Pa	Protaktinium-234
4.	²³⁴ U	Uran-234
5.	²³⁰ Th	Thorium-230
6.	²²⁶ Ra	Radium-226
7.	²²² Rn	Radon-222 (radongas)
8.	²¹⁸ Po	Polonium-218
9.	²¹⁴ Bi	Bly-214
10.	²¹⁴ Pb	Vismut-214
11.	²¹⁴ Po	Polonium-214
12.	²¹⁰ Pb	Bly-210
13.	²¹⁰ Po	Vismut-210
14.	²¹⁰ Po	Polonium-210
15.	²⁰⁶ Pb	Bly-206

α

Alfastrålning

β

Betastrålning

γ

Gammastrålning

Låg- och medelaktivt avfall

Låg- och medelaktivt avfall uppstår överallt där uran hanteras. Det innehåller i stort sett samma radioaktiva ämnen som det högaktiva avfallet. Avfallets aktivitet kan variera högst betydligt – det kan innehålla allt från nedsmittade handskar och verktyg till filtermassor med hög koncentration av radioaktiva ämnen och t.o.m. kraftigt strålände fragment av bränslestavar. I Sverige uppstår ca 10 000 m³ sådant avfall varje år. Ett mycket kritiserat "slutförvar", Slutförvaret för radioaktivt driftavfall (SFR), har byggts för detta utanför Forsmark, men en hel del hamnar också på kommunala soptippar. Låg- och medelaktivt avfall tas även in från utlandet och bearbetas i Studsvik utanför Nyköping.

Högaktivt avfall

Det högaktiva avfallet är det i särklass farligaste avfall människan någonsin skapat och mängden växer i snabb takt. Varje år bildas i världens kärnkraftsreaktorer tillsammans 1 000 gånger så mycket cesium-137 som frigjordes vid Tjernobylolyckan, och plutonium i en mängd tillräcklig för att avliva hela jordens befolkning 1 000 gånger om. Någon säker metod att oskadliggöra det högaktiva avfallet finns inte!

Det dominerande förslaget från kärnkraftsindustrin är att bygga ett förvar nere i berget. Nästan varje gång myndigheterna och industrin har försökt göra provborringar för ett förvar har det mött starka lokala protester, inte bara i Sverige utan i hela världen. Undantag i Sverige är de två kärnkraftskommunerna Oskarshamn och Forsmark.



Första versionen april 1991. Reviderad december 2009 och december 2024. Text: Mats Törnqvist och Miles Goldstick. Bild: Joakim Allgulander. Layout: Atti Brinkmann.

Luftföroreningar och växthuseffekt

Inte ens en stor utbyggnad av kärnkraften skulle ge någon nämnvärd minskning av växthuseffekten. (Mänskligheten får i dag bara fem procent av sin energi från kärnkraft.)

Dessutom krävs det energi i varje led när kärnbränslet framställs och transporteras och när kärnkraftsavfallet hanteras. Denna energi kommer mest från fossila bränslen som olja, naturgas och kol.

Det släpps ut miljöfarliga gaser när processkemikalier tillverkas och när uranet behandlas kemiskt. På det sättet bidrar kärnkraften också till både förorening och växthuseffekt. Framställning, transport och hantering av 1 kg uranbränsle ger upphov till ca 10 ton koldioxid och omkring 100 kg svavel- och kväveoxider.

Normalutsläpp

Undersökningar visar att människor som bor i vindriktningen från ett kärnkraftverk är mer utsatta för livshotande hälsoproblem. Varje reaktor släpper vid normal drift ut ett 50-tal olika radioaktiva isotoper till luft och vatten.

Kärnbränslekedjan

Med kärnbränslekedjan menas en rad processer som är beroende av varandra för att producera kärnvapen och bränsle till kärnkraftverken. Den här affischen visar de viktigaste länkarna i kedjan. Den visar att det sker utsläpp och bildas avfall i alla led och att kärnvapen och civil kärnkraft utnyttjar samma fabriker.

1 Uranbrytning

Uranbrytning sker oftast i stora dagbrott. Malmen transporteras till uranverket som brukar ligga i närheten. Den krossas och mals till fin sand som sedan behandlas med kemikalier, vanligen stora mängder svavelsyra. Man får uranföreningen U₃O₈ som kallas yellowcake.

För varje kilo yellowcake bildas också tusentals kilo avfalls-slam som läcker ut och förgiftar grundvatten, floder och sjöar. Slammet är radioaktivt och fullt med kemikalier och tungmetaller. Det gör stora områden obebodliga för tusentals år framåt. Gruv-arbetarna drabbas av sjukdomar och dödsfall. I Sverige bryts inget uran sedan 1969, av miljöskäl och ekonomiska skäl. De 10 svenska reaktorerna förbrukar ca 1 100 ton uran per år. Det importeras från Kanada, Australien, Niger, Gabon, Namibia, USA och Kina.

2 Konvertering till uranhexafluorid (UF₆)

Yellowcake från uranverket går vidare till en konverteringsanläggning. Där omvandlas det till uranhexafluorid genom behandling med bl.a. salpetersyra och fluorvätesyra. Här sker utsläpp till miljön av nitrater, fluorider och radioaktiva ämnen.

Uranhexafluoriden är mycket aggressiv. I kontakt med luft bildas ett giftigt moln som innehåller fluorvätesyra. Därför måste den transporteras i speciella stålbehållare. Det uran som används i svenska reaktorer konverteras i bl.a. Ryssland, Kanada, Kina, Holland och Frankrike.

3 Anrikning

I anrikningsverket höjer man halten av uran-235 i det material som ska användas till kärnbränsle och kärnvapen. Man skiljer mellan:

- låganrikat uran (0,7–20% uran-235)
- höganrikat uran (> 20% uran-235)
- utarmat uran (< 0,7% uran-235)

Låganrikat uran används t.ex. i svenska kärnkraftverk. Höganrikat uran används bl.a. i forskningsreaktorer och kärnvapen. Det utarmade uranet används också i kärnvapen, och i plutoniumproducerande reaktorer, bl.a. brydreaktorer. Dessutom används utarmat uran för tillverkning av pansarbrytande ammunition och för andra militära konstruktionsändamål. Bränslet till de svenska reaktorerna anrikas utomlands, bl.a. i Ryssland, Kina, och Frankrike. Detta sker i samma anläggningar som levererar uran till dessa länders atomvapen.

4 Kärnbränsle

Det låganrikade uranet (3–5%) går från anrikningsanläggningen till bränslefabriken där det omvandlas till urandioxidpulver (UO₂), som pressas till bränslekutsar. Kutsarna travas i långa rör som sätts ihop till bränsleelement.

Även vid denna hantering sker utsläpp av radioaktiva ämnen till luft och vatten samtidigt som radioaktivt avfall uppstår. I Sverige finns en bränslefabrik, Westinghouse i Västerås.

5 Kärnkraftsproduktion

Kärnbränslet förvandlas i reaktorn till högaktivt avfall. Avfallets radioaktivitet är ca 3 miljoner gånger högre än det färska bränslets!

Efter 1 000 år är strålningen fortfarande 5 000 gånger högre. Endast några få procent av uranet blir nyttigt energi. Hela 2/3 av den frigjorda energin försvinner som spillvärme ut i havet. Via luft- och kylvattenutsläpp läcker regelbundet ett 50-tal olika radioaktiva isotoper ut i kraftverkets omgivning. I kraftverket uppkommer även stora mängder låg- och medelaktivt avfall.

nonuclear.se