

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 131749



(51) Int. Cl.² B 01 D 59/02

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

(21) Patentsøknad nr.	4921/69
(22) Inngitt	12.12.69
(23) Løpedag	12.12.69
(41) Søknaden alment tilgjengelig fra	01.07.70
(44) Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt	14.04.75
(30) Prioritet begjært fra:	31.12.68 Luxembourg, nr. 57.729

-
- (71)(73) DEWEZ, Denis,
66, Chaussée de Louvain,
Waterloo, Belgia.
- (72) Søkeren.
- (74) A/S Oslo Patentkontor Dr.ing. K. O. Berg.
- (54) Fremgangsmåte for anrikning av en isotop
av et element.

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte for anrikning av en isotop av et element, særlig anrikning av uran-isotopen ^{235}U .

I nukleærteknikken er det av og til nødvendig å anrike en isotop av et kjemisk element som omfatter flere forskjellige isotoper. Bortsett fra anrikning av uran-isotopen ^{235}U som er vel kjent på grunn av den økonomiske betydning i forbindelse med kjerne-reaktorer, skal spesielt nevnes anrikning av deuteriumoksyd og separering av borisotopen ^{10}B .

131749

Det er kjent mange forskjellige prosesser for anrikning av isotoper, f.eks. elektromagnetisk separasjon, fotokjemisk effekt, termodiffusjon, gassdiffusjon, ultrasentrifugering, ioneutbytting og også dynamisk separasjon i en enkelt fase-gasstråle.

Imidlertid er ingen av disse prosesser helt tilfredsstillende for anvendelse i industriell målestokk. De kjente anrikningsprosesser har alle to hovedulempen: de krever høyt energiforbruk og betraktelige investeringsutgifter. Dette bevirker at de anrikede elementene blir kostbare. Dette er særlig tilfellet når det gjelder anriket uran som anvendes som grunnmateriale ved fremstilling av nukleært brennstoff. I dette tilfelle representerer anrikningsprosessen ca. 25 % av nettoprisen av det nukleære brennstoff for et nukleært lettvanns-kraftverk.

Det er et formål med oppfinnelsen å eliminere ulempene ved de ovenfor nevnte kjente prosesser.

Oppfinnelsen vedrører såles en fremgangsmåte for anrikning av et kjemisk element i et av dets isotoper, fortrinnsvis ^{235}U , fra en gassblanding som inneholder en isotopisk gassformet blanding av det kjemiske element som skal anrikes i et av dets isotoper, fortrinnsvis en isotopisk blanding av uranheksafluorid, hvorved det til blandingen eventuelt er tilsatt en hjelpegass, og fremgangsmåten karakteriseres ved at gassblandingen komprimeres til et høyt trykk i et første kammer, hvorefter den ledes til en varmeutveksler, som står i varmeutveklingsforhold med et kjølemiddel for kjøling av den komprimerte blandingen på en slik måte at den forblir i gassformig tilstand, hvorefter gassblandingen ledes til et annet kammer, som har et lavere trykk slik at gassblandingen ekspanderer i en slik grad at man får en høy hastighet samt en betydelig avkjøling, hvorved den utkrystalliserte del som inneholder det isotop som skal anrikes, utsepareres av blandingen på i og for seg kjent måte.

Ifølge et trekk ved den foreliggende oppfinnelse består gassen kun av en forbindelse av det kjemiske element som skal isotop-anrikes.

Ifølge et ytterligere trekk er gassen som inneholder det kjemiske element som skal anrikes, en blanding av en forbindelse av ele-

mentet og i det minste én hjelpegass. I den følgende beskrivelse skal det med uttrykket "gass" forstås såvel en gass som utgjøres kun av en forbindelse av et element som skal isotopanrikes, og en blanding av denne forbindelse og i det minste én hjelpegass.

Ifølge et trekk ved oppfinnelsen oppnås enthalpi-reduksjonen ved enkel ekspansjon. Ifølge et annet trekk ved oppfinnelsen senkes enthalpien ved enkel kjøling. Ifølge et tredje trekk oppnås enthalpi-reduksjonen ved ekspansjon ledsaget av kjøling.

Ifølge et ytterligere trekk ved oppfinnelsen blir den tilgjengelige termiske energi som frigjøres ved enthalpi-reduksjonen, gjenvunnet i en dynamisk eller statisk termisk maskin, idet mekanisk energi i noen tilfelle produseres samtidig.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen muliggjør således at man kan tilveiebringe to lett separerbare fraksjoner fra den opprinnelige gass, idet den ene krystalliseres eller storknes mens den andre består av ikke-krystalliserte eller ikke-størknede fraksjoner av den opprinnelige gass, og de to fraksjoner er anriket på en eller annen av de respektive isotoper av elementet.

Oppfinnelsen skal nærmere beskrives nedenfor ved hjelp av utførelseseksempler på apparater for utførelse av oppfinnelsen.

Det henvises til tegningene, hvor

fig. 1 viser et skjematisk diagram av en utførelsesform av apparatet,

fig. 2 viser en del av entropi-diagrammet for UF_6 , og

fig. 3 viser skjematisk et anlegg som omfatter et flertall utførelsesformer ifølge fig. 1, hvilke arbeider i kaskade.

På tegningene er like deler angitt med samme tall, og oppfinnelsen skal beskrives i forbindelse med anrikning av isotopen ^{235}U i uran.

For dette formål anvendes en gass som består av en blanding av en uranforbindelse i form av uran-heksafluorid UF_6 med en hjelpegass som består av helium, He.

Denne blanding føres gjennom apparatet i fig. 1. Den komprimeres

i kompressoren 1 og føres derefter gjennom en varmeveksler 2. Den fysikalske tilstand for uranhexafluorid representeres nå av punktet A i entropidiagrammet i fig. 2. Punktet A befinner seg i en av de soner av diagrammet som tilsvarer den gassformige fase, dvs. sonen A_1 eller A_2 . Blandingen tillates derefter å ekspandere gjennom en turbin 3, og den endelige tilstand for uranhexafluorid etter ekspansjonen representeres av punktet B i sonen B_2 som svarer til sonen for en blanding av faste og gassformige faser. Sonen B_1 svarer til sonen for en blanding av flytende og gassformige faser. Sonene C_1 og C_2 svarer til henholdsvis flytende og fast fase. Ekspansjonen har bevirket at den gassformige fase i sonen A_2 har beveget seg inn i sonen B_2 som representerer en blanding av gassformig og fast fase. Ved punktet B har en fraksjon av innholdet av UF_6 krystallisert. Denne størknede fraksjon separeres fra gassfasen i separatoren 4 og bringes derefter til å sublimere i en varmeveksler 5.

Produktene som leveres i separatoren 4, er på den ene side en fraksjon som inneholder den gjenværende del av den opprinnelige gass, og på den andre siden en andre fraksjon som inneholder hovedsakelig en fast forbindelse anrikt med hensyn på ^{235}U . Det var den siste fraksjon som ble brakt til å sublimere i varmeveksleren 5.

Det enkle apparat som er beskrevet ovenfor og som består av ett separeringstrinn, kan innkobles i serie med et antall tilsvarende trinn som arbeider ved en høyere eller lavere separasjonsgrad. Fraksjonene som separeres i et av trinnene, føres tilbake henholdsvis oppstrøms og nedstrøms til trinn hvis innganger opererer på gass som inneholder forbindelser med isotopinnhold svarende til de for nevnte separerte fraksjoner. Et enkelt eksempel på denne teknikk er vist i fig. 3 som viser et flow-diagram i et fire-trinns-anlegg.

I denne utførelsesform virker hver enhet som forklart i forbindelse med fig. 1.

På denne måte representeres uranhexafluoridets begynnelsestil-

stand av punktet A og slutttilstanden av punktet B i entropi-diagrammet i fig. 2.

En fraksjon av UF_6 krystalliseres derefter. Denne krystalliserte fraksjon separeres i en separator 4. Som resultat av denne separasjon har man på den ene siden en gassformig fraksjon, den såkalte "utarmede" som inneholder en del av den opprinnelige gass, og på den annen side en faststoff-forbindelse, den såkalte "anrikede". Denne faststoff-forbindelse føres til en varmeveksler 5 hvor den bringes til å sublimere.

På den ene side føres den utarmede fraksjon til kompressoren 1 i den neste enhet (eller trinn) plassert i den første rekke nedstrøms (dvs. i retning av utarming med hensyn på ^{235}U). Ved innløpet av denne kompressor blandes den som vist i fig. 3 med den såkalte anrikede fraksjon som kommer fra enheten som er anbrakt i andre rekke nedstrøms og har tilnærmet samme isotopinnhold.

På den annen side føres den anrikede fraksjon som kommer fra varmeveksleren 5 til kompressoren 1 i neste enhet (eller trinn) anbrakt i første rekke oppstrøms, (dvs. i retning av høyere anrikning med hensyn på ^{235}U). Ved innløpet av denne kompressor blandes denne som vist i fig. 3, med den såkalte utarmede fraksjon som kommer fra enheten anbrakt i den nedre rekke oppstrøms og har tilnærmet samme isotopinnhold.

I det beskrevne eksempel utgjøres hjelpegassen av helium, men også andre gasser og gassblandinger kan anvendes innen oppfinnelsens ramme. Anvendelsen av en hjelpegass bringer fordeler med hensyn på de forskjellige funksjoner den kan utføre. F.eks. anvendes den for å oppta varme fra gassen som inneholder forbindelsen av elementet som skal isotopanrikes, i ekspansjonstrinnet, en funksjon som letter krystallisering eller storkning av forbindelsen. Videre kan den virke som fortynningsmiddel og kan frembringe krystalliserings- eller storkningskjerner.

131749

6

Dette kan belyses som følger:

Hvis en blanding av 1 mol av UF_6 og 10 mol av He, bringes f.eks. til et trykk av 2 bar og til en temperatur av $320^{\circ}K$ ekspanderes til et trykk av 0,4 bar og en temperatur av $270^{\circ}K$, frembringes det en krystallisering av omlag $1/2$ mol av UF_6 . Forutsatt at ekspansjonen utføres på en slik måte at krystalliseringen (Wilson punkt) starter under riktige kinetiske tilstander, frembringes den isotopiske separasjonsvirkning, og det oppnåes en separasjonskoeffisient α (US Atomic Energy Commission) som er omkring 1,01.

Det ligger også innen oppfinnelsens ramme å gå fra gassfasen A_1 i entropidiagrammet i fig. 2 gjennom sonen B_1 svarende til en flytende fase og derfra til sonen B_2 svarende til en blanding av fast og flytende fase.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen gir betydelige fordeler. Denne muliggjør gjenvinning av en betydelig energimengde som er anvendt. Den muliggjør også en betraktelig besparelse når det gjelder grunnlagsinvesteringer. Fremgangsmåten kan utføres under temperaturer og trykkbetingelser som ikke ligger særlig langt fra omgivelsesbetingelsene, og dessuten kan anlegget konstrueres slik at man får en sikker prosess med hensyn til de kritiske masser når man behandler fisjonsstoffer.

P a t e n t k r a v

Fremgangsmåte for anrikning av et kjemisk element i et av dets isotoper, fortrinnsvis ^{235}U , fra en gassblanding som inneholder en isotopisk gassformet blanding av det kjemiske element som skal anrikes i et av dets isotoper, fortrinnsvis en isotopisk blanding av uranheksafluorid, hvorved det til blandingen eventuelt er tilsatt en hjelpegass, k a r a k t e r i s e r t v e d at gassblandingens komprimeres til et høyt trykk i et første kammer, hvorefter den ledes til en varmeutveksler, som står i varmeutvekslingsforhold med et kjølemiddel for kjøling av den komprimerte blandingen på en slik måte at den forblir i gassformig tilstand, hvorefter gassblandingens ledes til et annet kammer, som har et lavere trykk slik at gassblandingens ekspanderer i en slik grad at man får en høy hastighet samt en betydelig avkjøling, hvorved den utkrystalliserende del som inneholder det isotop som skal anrikes, utsepareres av blandingen på i og for seg kjent måte.

(56) Anførte publikasjoner:

Fransk patent nr. 1188904

US patent nr. 3160490 (62-38)

131749

FIG. 1

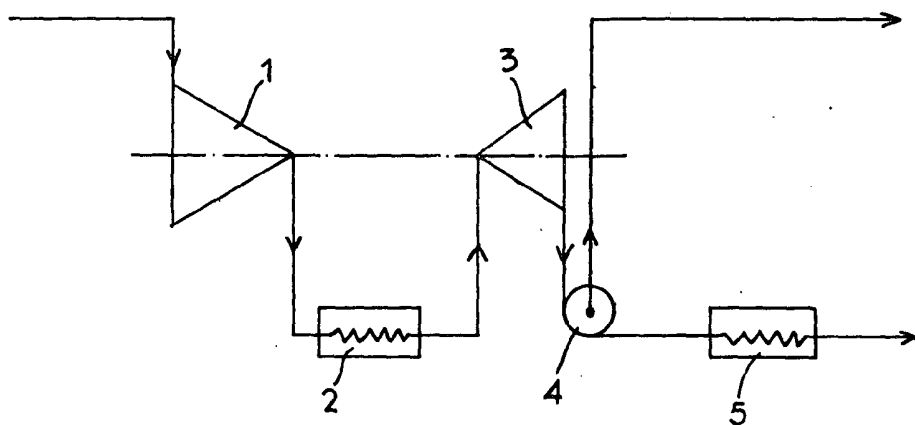
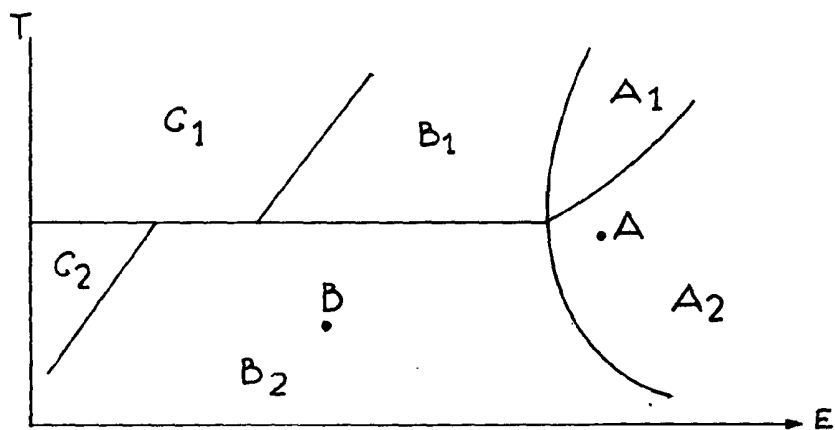


FIG. 2



131749

FIG. 3

