

Toteutuuko unelma atomikäyttöisestä lentokoneesta, joka voisi pysytellä ilmassa lähes rajattomasti? Tiedemiespiireissä liikkuvan huhun mukaan niin kutsuttua hafnium-isomeerireaktoria ollaan sijoittamassa jenkien miehittämättömään Global Hawk -vakoilukoneeseen, joka tämän avulla voisi pysytellä yhtäjaksoisesti ilmassa vaikka kuukausia. Jos keksintö todella toimii, sen vaikutus myös lentoliikenteeseen olisi vallankumouksellinen.

Atomilentokoneesta

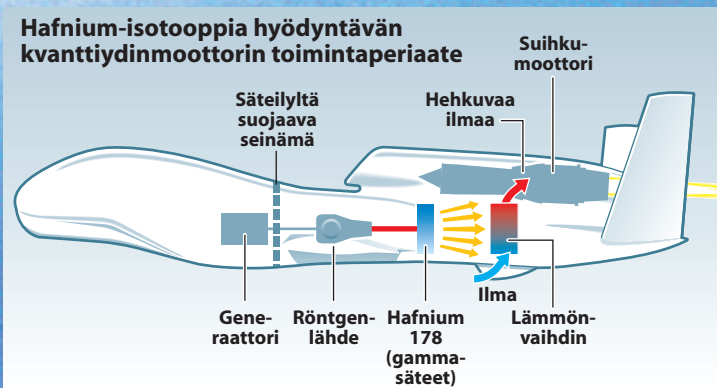




tulee totta?

HANNU TANSKANEN
NORTHROP-GRUMMAN, US NAVY ja DON PYEATT, kuvat
VESA PYNNÖNIEMI ja KIMMO VIRTANEN, piirroksat

Hafnium-isotooppia hyödyntävän kvanttiydinmoottorin toimintaperiaate



KUN hafnium 178 -isotooppia pommitetaan röntgensäteillä, siitä vapautuu gammasäteilyä 60-kertainen määrä. Gammasäteily kuumentaa ilman lämmönvaihtimessa, josta se johdetaan koneen suihkumoottoriin.

Tiedemaailma kohahti tammi-mikuussa 1999, kun Texasin yliopiston tutkijaryhmä professori **Carl Collinsin** johdolla julkaisi arvostetussa *Journal of Physical Review Letters* -lehdessä tutkimustuloksensa, jossa hafnium 178 -metalli-isotooppia pehmeillä röntgensäteillä pommittamalla oli saatu ulos peräti kuusikymmenkertainen energiamäärä gammasäteilynä syötettyyn energiaan verrattuna.

Kyseessä oli uusi ja odottamaton tapa tuottaa helposti ydinenergiaa ilman painavia fissioreaktoreita tai miljoonien asteiden lämpötiloja vaativaa fuusiota.

Hafnium 178 -isotooppi on säteilevä alkuaine, jonka niin sanottu puoliintumisaika on 31 vuotta. Professori Collinsin ryhmän mukaan gammasäteily irtosi pusrkeina aina, kun röntgenkoneesta annettiin pulssi, ja sammui heti, kun röntgenlähde sammutettiin. Tulosta selitettiin "lumivyöryilmillä"; röntgensäteily sai normaalisti pitkän ajan kuluessa vapautuvan hajoamisenergian purkautumaan satoja tai tuhansia kertoja nopeammin.

Pentagon näki asiassa huiimia mahdollisuuksia, aloitti tutkimukset isotoopin eristämistä ja julisti aiheen tietenkin huippusalaiseksi.

Helppo ja vaaraton ydinmoottori

Hafnium-quanttireaktioon pohjautuva ydinmoottori olisi rakenteeltaan erittäin suoraviivainen ja yksinkertainen. Nykyisiä suihkumoottoreita voitaisiin käyttää lähes sellaisenaan. Polttokammioihin vain johdettaisiin lämmönvaihtimesta superkuumaa ilmaa, jonka kvanttireaktorin gammasäteily olisi kuumentanut. Koska reaktiossa ei synny mitään muuta kuin voimakasta gammasäteilyä, siltä suojautumisen ongelma on helppo verrattuna ydinreaktorin neutronikuuroon. Eikä gammasäteily synnytä mitään haitallisia saasteita.

Global Hawk on pari kertaa Pariisin ilmailunäyttelyssäkin esitelty miehittämätön vakoilukone, joka pystyy kuljettamaan noin tonnin painosta kameroita, tutkia ja muuta vakoilukalustoa maailman ääriin. Se kykenee pysyttelemään ilmassa puolentoista vuorokauden verran kerrallaan hyvin korkealla, ja sen perässä, rungon yläpuolella sijaitseva

suihkumoottori kehittää vain pienen lämpöjäljen pintamateriaalin ollessa tutkasäteitä heijastamaton.

Hafnium-reaktori on tarkoitus sijoittaa Global Hawkin moottorin alle runkoon ja suojata noin tonnin painoisella säteilysuojuksella elektronikkaosasta koneen keulassa. Tänä vuonna sarjatuotantoon menneen uusimman version kapasiteetti on puolitoistakertainen aiempaan verrattuna, joten kovin paljoo lisätehoa moottorilta ei vaadita.

Nousuun ja laskuun Global Hawk edelleen käyttäisi kerosiinia turvallisuusyistä, ja hafnium-reaktio käynnistettäisiin vasta täydessä lentokorkeudessa. Reaktion käynnistävä röntgenkone saisi energiansa aurinkokennoista. Jos kone tuhoutuisi, siitä ei olisi vaaraa, koska reaktio pysähtyy samalla hetkellä, kun röntgensäteilytyks loppuu laitteiston hajoamiseen. Melkein liian hyvää ollakseen totta!

Ydinpommi kellarilaboratoriossa?

Jos hafnium-quanttireaktori todella toimii, se voi mullistaa peruuttamattomasti lentoliikenteen halvalla, loputtomalla ja saasteettomalla ydinenergialla. Sen sovellutus myös laivoihin ja maakulkuneuvoihin on ajateltavissa.

Hafnium on suhteellisen harvinaisen alkuaine, joka esiintyy toisen alkuaineen, zirkoniumin yhteydessä. Se sisältää sanottua isotooppia 178 noin 27 prosenttia, ja sen eristäminen saattaa muodostaa pääasiallisen ongelman; mitään olemassa olevaa prosessia ei tunneta. Vahvistamattomien tietojen mukaan isotoopin eristäminen olisikin Pentagonin kriittisten teknologioitten listalla ja hafnium-reaktoria oltaisiin kehitelty Wright-Pattersonin lentotukikohdassa Ohiossa.

Kuten aina, asioilla on kaksi puolta, eikä vain toista voida ottaa. Tutkimuksen alla onkin nyt, voitaisiinko reaktiosta kehittää pommi, joka olisi tuhansia kertoja kemiallisia räjähteitä vahvempi, mutta silti olennaisesti pienempi kuin varsinaiset ydinaseet. Kenraalien ja poliitikkojen tarpeisiin tällainen pommi olisi hyvin mielenkiintoinen, sillä sen käyttöä eivät sitoisi ydinaseita koskevat sopimukset.

On myös varmaa, että näin helposti aikaan saatava ydinpommi kiinnostaisi myös terroristeja, jolloin hämävien kellarilaboratorioiden metsästys tulisi uudeksi rasitteeksi turvallisuusviranomaisille.



TILAUSHINNAT

- määräaikaistilaus 12 kk 119,90 €, osamaksuerien laskutus perättäisinä kuukausina tilausjakson alussa
 - kestotilaus, laskutusjakso 12 kk 103,90 €, 6 kk 53,90 €, 4 kk 37,90 €
 - postituslisät ulkomaille: Pohjoismaat 12 kk 11,00 €, Eurooppa 12 kk 24,40 €, muut maat 12 kk 40,70 €
 - Ruotsiin tilattaessa hintoihin lisätään moms 6 %.
- Kestotilaus jatkuu automaattisesti valitun laskutusjakson mukaisesti voimassaolevaan kestotilauhintaan. Tilauksen voi irtisanoa milloin tahansa, mieluiten kuukautta ennen uuden laskutusjakson alkua.

Tekniikan Maailma ilmestyy 20 kertaa vuodessa.

KÄYTÄ PALVELUKORTTIA, kun

- tilaat lehden
 - ilmoitat osoitteenmuutoksesta
 - peruutat tai irtisanot tilauksesi
 - haluat osallistua Yhtyneet Kuvalehdet Oy:n arvontoihin.
- Tilaukset, peruutukset ja osoitteenmuutokset tulevat voimaan 1-2 viikon kuluessa ilmoituksen saapumisesta. Tilajalla on KSL:n mukaan oikeus peruuttaa veloituksetta etämyyntinä tehty tilaus 14 vrk:n kuluessa laskun saapumisesta. Muissa tapauksissa asiakas on velvollinen maksamaan saamansa lehdet. Osoitteita voidaan käyttää ja luovuttaa markkinointitarkoituksiin (HTL).

TILAAJAPALVELU

Puh. (09) 156 665 Ma-To klo 8.00-17.00
Faksi (09) 156 6511 Pe klo 8.00-16.00
www.kuvalehdet.fi/tilaajapalvelu

- Tilaan TM -lehden ___/___/200__ alkaen itselleni lahjaksi
- määräaikaistilaus 12 kk, maksuerien lukumäärä 1 2 3 4
- kestotilaus, laskutusväli 12 kk 6 kk 4 kk
- muutan tilaukseni kestotilaukseksi, laskutusväli 12 kk 6 kk 4 kk
- irtisanon tilaukseni maksetun jakson loppuun päättämään heti
- osoitteenmuutos alkaen ___/___/200__
ajaksi ___/___/200__ - ___/___/200__
- osallistun _____ arvontaan

Asiakasnumero

(laskusta tai osoitelipukkeesta)

Entinen osoite tai lehden saaja

OT 149 520

Sukunimi

Etu nimi

Uusi osoite tai lahjatilauksen maksaja

Sukunimi

Etu nimi

YHTYNEET KUVALEHDET
TILAUSPALVELU
00015 KUVALEHDET



Kirjelmäksu



Hafnium 178

■ HAFNIUM (Hf) on kirkkaan hopeanhohtoinen, periodisen järjestelmän IVb-ryhmään kuuluva metallinen alkuaine, jonka järjestysluku on 72. Hafnium koostuu useasta isotoopista, Hf 178:aa siinä on 27,1 prosenttia.

Hf 178:lla on erityisen suuri niin kutsuttu spin-arvo, 16+, ja korkea viritysenergia, 2,446 MeV. Se absorboi fotonienergiaa alueella 10–60 keV, ja siksi sitä tutkittiin ahkerasti aikoinaan SDI-projektin mahdollisena röntgenlaserin lasoivana aineena. Lasersäde sisältää energiaa sitä enemmän, mitä lyhyempi on säteilyn aallonpituus. Rönt-

genlaser olisi omaa luokkaansa: sillä höyrystettäisiin helposti vihollisohjukset jo avaruudessa.

Professori Collinsin Teksasin yliopistossa käyttämä hafnium on niin kutsuttu isomeerinen Hf, paljon energiaa sisältävä ydin, jonka merkintänä käytetään 178m2-Hf. Tätä voidaan verrata täyteen puhallettuun ilmapalloon, josta hiljalleen vuotaa ilmaa siten, että se puoleksi tyhjenee 31 vuoden aikana.

Teorian mukaan pehmeällä röntgensäteilyllä tämä energia voidaan vapauttaa hetkessä tai ainakin paljon normaalia nopeammin, aivan kuin pallo puhkaistaisiin neulalla. Vaikka isotoopin normaalissa hajoamisessa vapautuva energia ei riitä juuri mihinkään, sisältää kolmisenkymmentä grammaa hafnium 178m2 energiaa niin paljon, että sillä voitaisiin kuumentaa kiehumapisteeseen 120 tonnia vettä.

Hafniumin löysivät 1923 unkarilais-ruotsalainen George Charles von Hevesy ja hollantilainen Dirk Coster zirkoniumin röntgenspektristä. Hafnium on – paradoksaalista kylläkin – myös ydinreaktoreissa reaktiota jarruttava aine. Se sitoo reaktiota ylläpitäviä neutroneita.

Global Hawk

■ VAKOILUKONEIDEN aatelia edustaa Northrop-Grummanin "Global Hawk", johon ensimmäinen hafnium-ydinmoottori on tarkoitus sijoittaa. Tämä RQ-4A-tyyppimerkinnällä kulkeva ja lähes tonnin erilaista tiedustelukalustoa kuljettava erittäin pitkäsiipinen kone pystyy lentämään yli 30 km:n korkeudessa jopa 42 tuntia ja kulkemaan 25 000 kilometrin matkan. Koneen esisarjan versio oli Pariisin ilmailunäyttelyssä jo 2001. Vuoteen 2003

mennessä niitä oli tehty 7 kpl ja suunnitelmassa on, että Yhdysvaltain ilmavoimat saa 51 kpl ja laivasto 2 kpl. Koneesta valmistuu 2004–2005 uusi versio, joka on 50 prosenttia suurempi joka suhteessa. Sen siivenkärkien väli tulee olemaan lähes 40 m ja pituus 15 m, tyyppimerkinnällä RQ-4B. Alkuperäinen malli RQ-4A siirtyi sarjavalmistukseen elokuussa 2003. Konetyypin nimilyhenne on UAV eli "Unmanned Aerial Vehicle".



"GLOBAL HAWK" -vakoilukone saa ilmeisesti kunnian toimia ensimmäisenä "uuden ajan" atomilentokoneena. Hafnium-reaktori on tarkoitus sijoittaa moottorin alle runkoon ja suojata noin tonnin painoisella säteilysuojuksella elektroniikkaosasta koneen keulassa.

Ydinreaktoria on jo testattu lentokoneessa

■ USA:N ilmavoimat ja atomienergia-komissio käyttivät vuosina 1946–61 yli seitsemän miljardia dollaria ydinkäyttöisen lentokoneen kehittelyyn muun muassa NEPA (Nuclear Energy for the Propulsion of Aircraft) -projektin puitteissa. Kuusimoottoriseen B-36-pommikoneeseen oli sijoitettu kolmen megavatin tehoinen ilmajäähdytetty ydinreaktori, joka oli eristetty ohjaamosta 12 tonnin lyijyseinämällä. Lisäksi säteilysuojana oli vesitankkeja, ja ohjaamon ikkunat olivat 25–30 cm:n lyijyasiala.

Itse asiassa, yksikään kone ei ole koskaan lentänyt ydinvoimaa käyttäen. Näillä 1955–57 tehdyillä lennoilla testattiin vain reaktorin ja säteilysuojauksen toimivuutta saattamalla reaktori kriittiseksi ilmassa. Maakokeita ydinmoottorilla tehtiin runsaastikin, ja muun muassa General Electric ja Pratt & Whitney kehittivät toimivan ratkaisun. Sitä ei kuitenkaan koskaan testattu koneen voimanlähteenä ilmassa, syyt olivat osin teknisiä, osin poliittisia. Muun muassa 1960-luvulla solmittu ilmakehän ydinkoekieltosopimus rajoitti kokeita, tällaisella moottorillahan on aina tietty määrä säteilypäästöjä.

Vaikka miehistö voidaan suojata säteilyltä, niin ei voida tehdä koko koneelle. Siten maahenkilökunta olisi vaarassa, ja säteilysuojauksen paino parhaimmillaankin vie liian paljon pois kuljetuskyvystä.

Reaktori oli sijoitettu pommikuiluun

ja se voitiin hätätilanteessa pudottaa maahan. Kone lensi laajaa kierrosta New Mexicon asumattoman autiomaan yläpuolella, ja lentäjien kertoman mukaan ohjaamo oli jopa lähtökiihdytyksessä, huolimatta kuuden 3 500 hevosvoiman moottorin jylystä, aavemaisen hiljainen paksun eristysensä vuoksi. Siltä varalta, että reaktori olisi jouduttu pudottamaan, koekonetta seurasi toinen kone täynnä erikoisjoukkojen laskuvarjojohppääjiä, jotka olisivat eristäneet putoamisalueen.

Mahdollinen pudotus olisi heti pitänyt ilmoittaa presidentille.

Erään lennon aikana oli vastuullisen upseerin käsi jo punaisen puhelimen kuulokkeella, kun televisiomonitorein seurattua kauko-ohjatusta reaktorista alkoi tulla paksua mustaa savua. Viime hetkellä ilmeni kuitenkin, että savu tuli reaktorin löytämistä helpottamaan asennetusta savupanoksesta, joka oli tapaturmaisesti syttynyt ennen aikojaan. Huolimatta projektiin uhratuista miljoonista, siitä ei koskaan kehittyneet toimiva atomilentokonetta.

B-36:n seuraaja B-52, joka voitiin tankata ilmassa, hyllytti projektin lopullisesti.

Myös Neuvostoliitto askarteli atomilentokoneen parissa, ja eräs suunnitelma käsitti ei vähempää kuin tuhat tonnia painavan lentoveneen varustettuna neljällä ydinkäyttöisellä moottorilla. Siivenkärkien väli olisi ollut 130 metriä,

ja moottorit olisivat kehittäneet puolen miljoonan hevosvoiman maksimitohon. Kapasiteettina olisi ollut tuhat matkustajaa ja sata tonnia rahtia tuhannen kilometrin tuntinopeudella!

Erikoista yhteensattumaa vaiko vain tekniikan sanelemaa oli, että sekä amerikkalaisten että neuvostoliittolaisten koneeseensa aikoma ydinreaktori painoi samat 80 tonnia.

B-36 "Peacemaker" oli kylmän sodan aikainen kuusimoottorinen raskas pommikone, johon myöhemmin, kuten kuvan koneeseen, lisättiin neljä suihkumoottoria. Myös "Big Stickiksi" kutsutun koneen kehittäly aloitettiin jo toisen maailmansodan loppuvaiheissa 1946. Ydinreaktoria kokeiltiin toimivana koneessa 1955–57.

Digital art by Don Pyeatt, Fort Worth, Texas, USA



Kaikki oleellinen:
www.gps.fi

Huippu-uutuuus

**Opastava
auto-
navigaattori**

Markkinointi ja maahantuonti: Normark Suomi Oy, PL 17, 41801 Korpilahti, www.normark.fi, email: info@normark.fi



Atomilentokoneesta tulee totta?

Ydinenergiaa toisin kuin tavallisesti – tiedemaailma kuuhuu

■ **STANLEY Pons** ja **Martin Fleischman**, kaksi arvostettua sähkökemian tutkijaa, kohauttivat tiedemaailmaa maaliskuussa 1989 Utahin yliopistossa Yhdysvalloissa esittämällä tutkimuksensa niin kutsutusta kylmäfuusiosta. He väittivät saaneensa aikaan vety-ytimien yhtymisen heliumiksi tavallisessa huoneenlämpötilassa elektrolysoimalla raskasta vettä palladiumkatodilla. Siihenastisen käsityksen mukaan vety-ytimien yhtyminen olisi edellyttänyt miljoonien asteiden lämpötilaa.

Kiihkeä ja miljoonia dollareita kuluttanut tutkimus aiheesta käynnistyi noin kymmenessä maassa, mutta loppuraportti oli kylmä suihku loputtoman halvan energian tavoittelijoille. Vaikka ilmiössä tulikin esiin jotain, joka soti vallitsevia teorioita vastaan, ei itse

fuusiota kyetty varmuudella todentamaan, ja koetulosten toistettavuus oli heikkoa.

Tutkimuksen rahahanat sulkeutuivat, ja Pons ja Fleischman joutuivat – jos eivät nyt naurunalaisiksi – niin kuitenkin jonkinasteisiksi tiedemaailman hylkiöiksi.

Yhdysvaltain laivaston kolme laboratoriota San Diegossa jatkoivat kuitenkin aiheen järjestelmällistä tutkimusta vielä vuosikymmenen ajan, ja loppuraportti näistä kokeista, helmikuussa 2002 julkaistu 132-sivuinen "Technical Report 1862 - Thermal and Nuclear Aspects of the Pd/D2O -system" antaa uutta tuulta purjeisiin "kylmäuskovaisille". Sekä säteilyn että heliumin syntyminen reaktiossa oli voitu toistuvasti todentaa teorian edellyttämällä määrällä.

Olivatko Pons ja Fleischman sittenkin oikeassa?

Kun sitten Collins ja kumppanit Texasissa julkistivat tuloksensa hafniumilla, eikä niitä voitu vahvistaa edes satatuhattokertaisilla röntgensäteilyn määrillä tunnettujen ydinlaboratorioiden Lawrence Livermooren, Los Alamosin ja Argonne Nationalin kokeissa, nousi kylmä hiki taas tutkijoiden otsalle; oliko tässä uusi "kylmäfuusio", uusi nolottava tieteen floppi? Professori Collins kiisti kontrollitulokset vetoamalla, etteivät laboratoriot olleet käyttäneet oikeaa röntgensäteilyn kaistaa.

Hafniumista oltiin tiedemaailmassa hyvin hiljaa, mutta vahvistamattomien tietojen mukaan ydinkone olisi todella suunnitteilla ja siinä käytettäisiin hafnium-kvanttiydinreaktiota.

Ydinreaktorit merellä – sotilaallinen menestystarina mutta talouskatastrofi siviili liikenteessä

■ **LAIVOIHIN** ja erityisesti sukellusveneisiin ydinvoiman soveltaminen tapahtui paljon onnellisempien tähtien alla kuin ilmakulkuneuvoihin. Merellä ei säteilysuojan paino ollut ongelma, ja reaktoreja sukellusvenekäyttöön kehitettiin sekä sulametallijäähdytteisinä että painevesireaktoreina. Viimeksi mainittu syrjäytti ongelmien vaivaamat metallijäähdytteiset muutaman vuoden käytön jälkeen kokonaan. USA:n ainoaan sulaa natrium-metallia käyttävään USS Seawolfiin vaihdettiin painevesireaktori muutaman vuoden käytön jälkeen, ja myös Neuvostoliitto modifioi vastaavasti kahdeksan lyijymutti-jäähdytteistä venettä.

Tyypillisesti suurissa ohjussukellusveneissä oli yksi tai kaksi noin kahden sadan megawatin tehoista reaktoria, joissa oli pari sataa kiloa voimakkaasti halkeavan isotoopin U235 suhteen rikastettua uraanipolttoainetta. Kyseisen polttoaineen rikastusaste saattoi alkuun olla jopa 90 prosenttia, mutta myöhemmin 25–40 prosenttia (maapäällisissä ydinvoimaloissa noin kolme prosenttia). Korkean U235-pitoisuuden ongelmia tasapainottamassa oli gadoliniumin tapaista "burnable poison" -alkuainetta.

Ydinreaktori mullisti täysin sukellusvenesodankäynnin. Voitiinhan nyt olla

veden alla vaikka kuukausia yhtämittaan, sillä käytännössä rajattoman sähköenergian avulla voitiin happeakin erottaa vedestä tarvitsematta nousta pintaan. Suurimpien ydinsukellusveneiden kokoluokkaan kuului muun muassa Neuvostoliiton myöhemmin Barentsin mereen onnut "Kursk".

Pinta-aluksissa ydinreaktori tuli onnistuneesti käyttöön lentotukialuksissa USA:ssa ja jäänmurtajissa Neuvostoliitossa.

Tukialuksella saattoi olla jopa kahdeksan reaktoria (USS Enterprise, 1960). Ydinkäyttöisiä jäänmurtajia Neuvostoliitto rakensi kahdeksan kappaletta. Näistä 23 500 tonnin "Arktika" oli ensimmäinen pinta-alus Pohjoisnavalla. "Taymyr"-luokan sisävesijäänmurtajia rakennettiin myös Suomen telakoilla ja ydinreaktorit niihin asennettiin Pietarissa.

Kaupallisella puolella ei ydinvoiman käyttöönotto laivoissa onnistunut aivan niin hyvin. Amerikkalaisten "Savannah" valmistui 1962 ja poistettiin käytöstä kahdeksan vuotta myöhemmin. Tekniikka pelasi, mutta talous ei. Saksalaisten "Otto Hahn" seilasi vuosikymmenen, mutta havaittiin sitten liian kalliiksi ja muunnettiin dieselkäyttöiseksi. Japanilaisten "Mutsu" oli oikea epäonnen Samurai, sitä vainosivat sekä tekniset ongelmat että mielenosoittajat.



SUKELLUSVENESODANKÄYNNILLE ydinreaktori merkitsi vallankumousta.



LENTOTUKIALUKSILLE ydinreaktori antoi käytännössä rajattoman toiminta-ajan. Kuvassa USS "George Washington" Persianlahdella kesäkuussa 2004.

PINTA-ALUKSIIN ainoa onnistunut ydinsovellutus olivat jäänmurtajat. Kuvassa toinen Suomessa rakennetuista "Taymyr"-luokan jokijäänmurtajista, "Vaygach".

