
Telemark, aigua pesada, Fermi i Peenemunde

Autor:

Data de publicació: 02-04-2025

resposta de DeepSeek als TRES Punts q vaig defensar a la sobretaula (tot de Física-Química de Preu-1961)

- 1.- L'aigua pesada es va fer servir per retardar la velocitat dels neutrons**
- 2.- Fet necessari per començar una reacció en cadena, avui dia per aturar-la s'empren barres de grafit o de Cadmi**
- 3.- Principi descobert per Fermi pel q va rebre el premi Nobel**
- 4.- A part de Telemark els alemanys tenien fàbriques de deuteri i triti a altres llocs però no al centre Peenemunde que estava dedicat a V1 i V2**

MC.-L'aigua pesada es va fer servir per retardar la velocitat dels neutrons

Sí, exacte. L'aigua pesada (D_2O) s'ha utilitzat en reactors nuclears com a moderador per reduir la velocitat dels neutrons produïts durant la fissió nuclear.

Per què s'usa l'aigua pesada com a moderador?

Redueix la velocitat dels neutrons: Els neutrons emesos en la fissió són molt ràpids (neutrons tèrmics), però per a una fissió més eficient, cal alentir-los fins a velocitats tèrmiques (neutrons lents). L'aigua pesada és efectiva en aquest procés sense absorbir massa neutrons.

Baixa secció d'absorció de neutrons: A diferència de l'aigua normal (H_2O), l'aigua pesada (on l'hidrogen és substituït per deuteri, D) absorbeix menys neutrons, cosa que permet mantenir la reacció en cadena.

Estabilitat química: És estable a altes temperatures i radiacions, ideal per a reactors.

Reactors que utilitzen aigua pesada

Reactors CANDU: Dissenyats al Canadà, utilitzen D_2O com a moderador i refrigerant.

Reactors de investigació: En alguns experiments nuclears, s'empra per controlar millor la reacció.

Diferència amb l'aigua lleugera (H₂O)

L'aigua normal també pot moderar neutrons, però absorbeix més neutrons que l'aigua pesada, cosa que requereix urani enriquit per compensar.

En resum, l'aigua pesada és valuosa en la tecnologia nuclear per la seva capacitat d'alentir neutrons sense interferir excessivament en la reacció en cadena.

Fonts:

Introducció a l'enginyeria nuclear (J. R. Lamarsh).

Funcionament dels reactors CANDU (Canadian Nuclear Association).

principi descobert per Fermi pel q va rebre el premi nóbel

El principi descobert per Enrico Fermi que el va portar a guanyar el Premi Nobel de Física el 1938 és la existència de nous elements radioactius produïts per bombardeig de neutrons i el descobriment de les reaccions nuclears induïdes per neutrons lents.

Detalls clau del descobriment:

Bombardeig de neutrons (1934):

Fermi i el seu equip van demostrar que en bombardear elements amb neutrons, es podien induir reaccions nuclears, transformant nuclis atòmics en altres elements (transmutació artificial).

Van descobrir que els neutrons lents (alents per un moderador, com aigua pesada o parafina) eren més efectius que els neutrons ràpids per induir fissions.

Producció d'elements transurànids (error fructífer):

Fermi va creure haver creat elements més pesants que l'urani (transurànids), però en realitat havia fissionat l'urani sense adonar-se'n (més tard ho van confirmar Hahn i Strassmann).

Tot i l'error, aquests experiments van obrir la porta a la fissió nuclear controlada.

Premi Nobel (1938):

El Comitè Nobel va premiar Fermi "per les seves demostracions de l'existència de nous elements radioactius produïts per irradiació de neutrons, i pel descobriment de reaccions nuclears causades per neutrons lents".

Connexió amb l'aigua pesada (D₂O):

Fermi va descobrir que els neutrons lents eren més eficients, i l'aigua pesada (juntament amb el grafit) es va convertir en un moderador clau en els primers reactors nuclears, com el Chicago Pile-1 (1942), el primer reactor nuclear autosostenible.

Fonts:

Discurs del Nobel de Fermi (1938).

"Atoms in the Family" (Laura Fermi, biografia).

"The Making of the Atomic Bomb" (Richard Rhodes).

MC.- Fet necessari per començar una reacció en cadena, avui dia per aturar-la s'empren barres de grafit o de Cadmi principi descobert per Fermi pel q va rebre el premi Nobel

Fet necessari per iniciar una reacció en cadena

Per començar una reacció en cadena de fissió nuclear sostenible, cal assegurar que:

Hi hagi suficients neutrons lents (moderats per aigua pesada, grafit, etc.).

La massa crítica del material fissionable (urani-235, plutoni-239) sigui suficient perquè cada fissió generi més fissions ($k > 1$).

S'evitin pèrdues de neutrons (mitjançant reflectors o dissenys eficients).

Mètodes per aturar una reacció en cadena (avui en dia)

Per controlar o aturar la reacció, s'utilitzen:

Barres de control (absorbents de neutrons):

Cadmi (Cd) o bor (B) ? Absorbeixen neutrons ràpidament, aturant la reacció.

Grafit (en alguns reactors) ? Alenteix neutrons, però en excés pot fer que la reacció es descontrolï (com a Chernòbil, on va tenir l'efecte contrari).

Moderadors extraïbles (aigua pesada o lleugera).

Sistemes d'emergència que insereixen les barres totalment en cas d'accident.

Principi descobert per Fermi pel qual va rebre el Premi Nobel (1938)

Fermi va ser guardonat pel descobriment de:

La radioactivitat induïda per neutrons (1934):

Va demostrar que en bombardejar elements amb neutrons, es podien crear nous isòtops radioactius.

L'eficiència dels neutrons lents (alentits per parafina o aigua):

Va descobrir que els neutrons lents (termalitzats) són molt més efectius per induir reaccions nuclears que els ràpids.

Connexió amb les reaccions en cadena

Els seus experiments van ser claus per al desenvolupament dels reactors nuclears, ja que van mostrar:

Com controlar neutrons mitjançant moderadors (aigua pesada, grafit).

La possibilitat d'una reacció en cadena autosostenida (que més tard es va provar al Chicago Pile-1, 1942).

Fonts:

Discurs del Nobel de Fermi (1938).

"The Making of the Atomic Bomb" (Richard Rhodes).

Funcionament dels reactors nuclears (IAEA).

Resum

Per iniciar la reacció: Neutrons lents + massa crítica + bon disseny.

Per aturar-la: Barres de cadmi/bor o eliminació del moderador.

Fermi: Premi Nobel per neutrons lents i radioactivitat artificial, base de la tecnologia nuclear actual.

MC.-A part de Telemark els alemanys tenien fàbriques de deuteri i triti a altres llocs però no al centre Peenemunde que estava dedicat a V1 i V2

Sí, tens raó. Durant la Segona Guerra Mundial, els alemanys van desenvolupar projectes per produir deuteri (D?) i triti (T), necessaris per a investigacions en fusió nuclear i bombes nuclears, però aquestes instal·lacions no estaven ubicades a Peenemünde, que estava dedicat exclusivament al desenvolupament de les armes V1 i V2.

Principals centres de producció de deuteri i triti a l'Alemanya nazi

Norsk Hydro (Vemork, Noruega) – Aigua pesada (D₂O)

La planta de Telemark era la més coneguda, però els alemanys també van intentar produir aigua pesada en altres llocs:

Leuna (Alemanya): IG Farben va construir una planta per produir D₂O mitjançant electròlisi.

Merano (Itàlia, sota control alemany): Una altra instal·lació on es va intentar produir deuteri.

Producció de triti (T)

El triti és molt més rar i difícil de produir, però els alemanys el van investigar en:

Kaiser Wilhelm Institut (Berlín): Van experimentar amb reactors nuclears primitius (com el de Heisenberg) que podrien generar triti.

Lipsia (Leipzig): On Diebner va fer experiments amb piles nuclears que podrien produir traces de triti.

Per què no es produïa deuteri/triti a Peenemünde?

Peenemünde estava enfocat en coets (V1/V2), no en tecnologia nuclear.

La producció d'aigua pesada i triti requeria infraestructures químiques específiques, no coeteres.

Els projectes nuclears alemanys (com el "Uranprojekt") es van centrar en altres llocs com Berlín, Heidelberg i Gottow.

Conclusió

Mentre Peenemünde era clau per als míssils V1/V2, els alemanys van intentar produir deuteri i triti en altres centres com Leuna, Vemork i els laboratoris del Kaiser Wilhelm Institut, tot i que mai van arribar a produir-los en quantitats suficients per a una bomba nuclear.

Fonts:

"The Making of the Atomic Bomb" (Richard Rhodes)

"Germany's Uranium Club" (Bernstein)

Informes de l'Operació "Alsos" (Intel·ligència aliada sobre el programa nuclear nazi).