

## „H.G. Wells, jövünk!” (Szilárd Leó, és az atomenergia)



### Szilárd Leó

Született: Budapest  
1898. február 11. (116 éve)

Meghalt: La Jolla (Kalifornia)  
1964. május 30. (50 éve)

Sükösd Csaba  
BME Nukleáris Technika Tanszék

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

1

## Tartalom

1. Németország, gyorsító fejlesztések
2. Londoni évek
3. Világháborús évek (USA)
4. Hidegháborús évek (USA)

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

2

## Németország, gyorsító fejlesztések

1927-34  
Közös szabadalom Einsteinnel  
Az **Einstein-Szilárd pumpa** mozgó alkatrészek és tömítés nélkül, MHD elven (a folyékony fémmel hűtött **gyorsreaktorokban** alkalmazzák napjainkban)

### Gyorsító fejlesztések

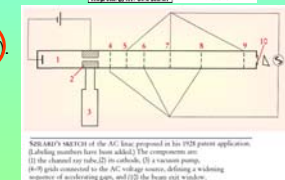
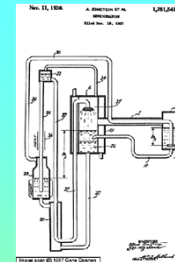
1928. **Lineáris gyorsító**  
(német szabadalmi beadvány)

Gustaf Ising (norvég)

G. Ising, Arkiv Math. Astron. Phys. 18, 45 (1925).

Rolf Wideröe (svéd)

R. Wideröe, Arch. Elektrotech. 21, 387 (1928).



2014. november 6.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

3

## Németország, gyorsító fejlesztések (folyt.)

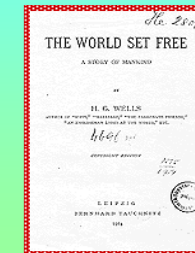
1929 január: Szabadalmi beadvány a **ciklotronra** és a **betatronra**  
Ismét párhuzam Wideröe-vel, de Szilárd a nyaláb **fókuszálásra** is adott megoldást

1934. február: Szabadalmi beadvány (Anglia): **Szinkrotron** elv és **fázis stabilitás**.

### Irány az atomenergia

**H.G. Wells: A fölszabadult világ** c. könyve Szilárd kedvence lett.

Talán ez is hozzájárult, hogy az atomenergia felé fordult.



2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

4

### A magfizika „arany éve”

1932: A neutron felfedezése (J. Chadwick).

- Tisztázódott az atommag összetétele
- Teljesen új lehetőségek nyíltak meg atommagok átalakítására (nincs Coulomb-taszítás)



### Veszélyes politikai fordulat

1933: Hitler hatalomra kerül Németországban



1933. március 31.  
Szilárd Leó az utolsó vonattal Londonba utazik.

2012. február 16.

Szilárd Leó és az első atommáglya megalkotásához vezető út

5

### LONDONI ÉVEK (folyt.)

1934

- Márc. 12: Első szabadalmi kérvénye a **neutronos láncreakcióra**
- Rutherford nem engedi a Cavendish laboratóriumba.
- St. Bartholomew's Hospitalban kezd kísérletezni. Keresi a megfelelő elemet. (n,2n) reakciókban gondolkodik  
Például:  ${}^9\text{Be}(n,2n){}^8\text{Be} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^4\text{He}$ .  
Ez általában nem energia termelő, neutron kötési energiája miatt. Itt sem.

1936

- A láncreakció szabadalmát a British Admiraltáshoz adja be **titkosítást** kérve. A **kritikus tömeg** fogalma
- Nem sikerül meggyőznie E. Fermi és N. Bohr-t, hogy a láncreakció megvalósítható. Pedig ha igen, akkor a kutatásokat ellenőrizni (titkosítani) kellene!

1938 „Egy évvel távozásom után Hitler háborút indít” – mondta, és áttelepült az USA-ba 1938-ban...

2014. november 6.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

7

### LONDONI ÉVEK

1933. szept. 12:

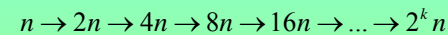
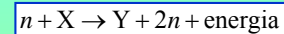
The Times: Rutherford előadása.

„Aki az atomenergia nagyban felhasználásáról álmodik, az a Holdban él”

A láncreakció ötlete:

Hogyan lehet gyorsan makroszkopikus mennyiséghez eljutni?

Exponenciális növekedéssel!



Az energiára ugyanilyen gyors növekedés érvényes

Mi legyen az X anyag?



London, Southhampton Row

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

6

### VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA)

1939. A maghasadás felfedezése után azonnal átlátja, hogy uránnal mehet a láncreakció  
Megtalálja a neutronokat (W. Zinn-el közösen)

”Azt várjuk, hogy ezek a gerjesztett töredékmagok azonnal kibocsátanak neutronokat, és talán a hasadásonként kibocsátott neutronok száma egynél nagyobb...”

#### Instantaneous Emission of Fast Neutrons in the Interaction of Slow Neutrons with Uranium\*

Recently it became known<sup>1</sup> that uranium can be split by neutrons into two elements of about equal atomic weight. In this fission of uranium the two elements produced have a large neutron excess; moreover they are probably produced in an excited nuclear state. One might therefore expect that these excited fragments instantaneously emit neutrons and that perhaps the number emitted is even larger than one per fission.

One might also expect a delayed emission of neutrons—as was first pointed out by Fermi—if some of the fragments go through one or more beta-transformations before they emit a neutron. Delayed emission of neutrons caused by the action of both slow and fast neutrons on uranium has recently been reported by Roberts, Meyer, and Wang,<sup>2</sup> who find a period of about 12 seconds.

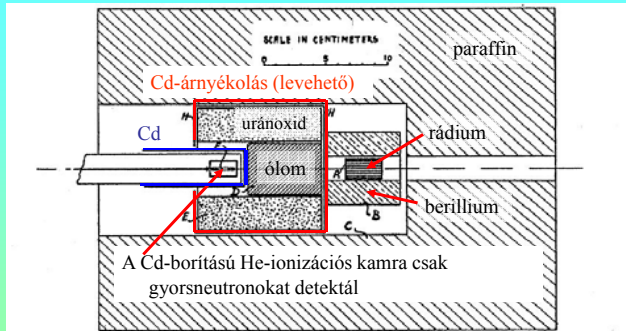
Physical Review (1939) 799. oldal

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

8

## VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)



A Szilárd – Zinn kísérlet felépítése

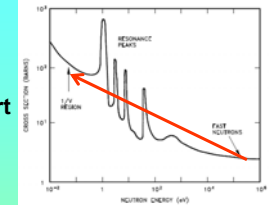
2014. november 06. Szilárd Leó emlékülés, MTA

9

## VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)

1939 tavasza

- Megkísérli titkosítani az összes nyugati ilyen irányú kutatási eredményt **HIÁBA!**
- E. Fermivel urán-víz rendszert vizsgálnak (uránsó oldata). Probléma:  $^{238}\text{U}$  rezonancia-elnyelése
- Szilárd heterogén urán-grafit rendszert javasol → rezonancia-kikerülés



1939. aug. 2. Wigner Jenővel (és Teller Edével) rábírnák Einsteint a híres levél megírására Roosevelt elnöknek

Létrejön az Uránium-bizottság a láncreakció demonstrálására (Fermi, Szilárd, Teller, Wigner, +...)

1942. Elindul a Manhattan-terv. Politikai múltja és nézetei miatt Szilárd **nem vehet benne részt.**



2014. november 06. Szilárd Leó emlékülés, MTA

11

## VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)

A mérés ötlete:

Összehasonlítjuk a detektált neutronok számát, amikor az uránt gyors (Cd-árnyékolás), ill. lassú neutronok (Cd-nélküli) érik.

Eredmény: lassú neutronokkal: ~ 50 beütés/perc  
gyors neutronokkal: ~ 5 beütés/perc.

(Kontroll kísérlet: urán helyett ólom. Nincs effektus)

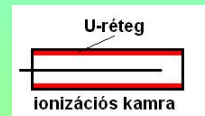
De ez még csak azt bizonyítja, hogy az urán hasadása során **keletkeznek** gyors neutronok!!

A neutronok **számának** a megállapításához uránoxidral bevont ionizációs kamrát tettek ki lassú neutronoknak. A hasadásokat detektálták.

EREDMÉNY:  $\bar{\nu} \approx 2$  „Megtaláltuk a neutronokat!”

(Mai, pontosabb érték: 2,4)

$$\bar{\nu} = \frac{N_{\text{neutron}}}{N_{\text{hasadás}}}$$



2014. november 06. Szilárd Leó emlékülés, MTA

10

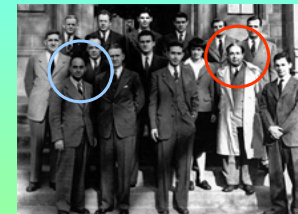
## VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)

1940. E. Fermivel bebizonyítják, hogy U-grafit rendszerben fenntartható a láncreakció

1942. dec. 2.

„H.G.Wells, jövőnk!” – reggeli bejegyzés Szilárd naplójában

Chicago, első önfenntartó láncreakció  
„Metallurgical Laboratory”



Szilárd, Compton, Fermi, Wigner

2014. november 06. Szilárd Leó emlékülés, MTA

12

**1942. dec. 2. Első atommáglya (Chicago)**  
(Enrico Fermi, Szilárd Leó, Wigner Jenő, ...)

Üzemanyag: természetes urán (6 tonna, fém)  
Moderátor: tiszta grafit (315 tonna)  
Szabályozó elemek: kadmium bevonatú rudak (3 db)  
Hűtőközeg: nincs (max. teljesítmény 2 W)



„Nuclear energy”  
(Henry Moore)

- *Az olasz kormányos szerencsésen megérkezett az Új Világba.*
- *Milyenek a bennszülöttek?*
- *Barátságosak.*  
(Arthur Compton távolsági telefonbeszélgetése James B. Conanttal a Harvardon, aki a National Defense Research Committee vezetője volt)

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

13

**HIDEGHÁBORÚS ÉVEK (USA)**

1946-tól két irányú tevékenység:

- „Az emberiség lelkiismerete”
  - 1950. Nyilvánosan ellenzi a H-bomba kifejlesztését
  - Pugwash mozgalom aktivistája
  - levelek Sztálinnak,
  - találkozás Hruscsovval, Kennedyyel
  - „forró drót”. Atoms for Peace Award (1960)



• **Biofizika**

- Prof. of Biophysics Univ. of Chicago, majd saját labor a Chicagói Egyetemen, végül Salk Institute La Jolla, California (1963)
- 1959-ben **hólyagrákot** diagnosztizálnak nála  
Megtervezi saját **sugárkezelését**, teljesen kigyógyul.
- Cikkek: „Az idősödés biológiája”, „A memória molekuláris alapjai”

1964. május 30. Szívroham következtében álmában meghal.

A boncolás kimutatja, hogy a hólyagrákja teljesen meggyógyult.

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

15

**VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)**

1943. Reaktor-tanácsadó  
Grafit sugárkárosodásának  
megjósolása  
(1957 Windscale baleset, később  
„wigneritisznek” nevezték)



Windscale baleset

1944. Javasolja a „breeder” (szaporító)  
elnevezést olyan reaktorra, amely  
több hasadóanyagot termel, mint  
amennyit elhasznál



SuperPhenix (Fr.ország)

1945. Többször is megpróbálja a **bomba bevetését megakadályozni**  
Groves tábornok még kémügyet is próbál ellene indítani

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

14

**Üzenet az egyénnek:**

„Gyengéd kézzel vezesd magad az életen át,  
és bármikor légy készen eltávozni belőle,  
amikor a hívó szó elhangzik.”

(10. parancsolat  
Szilárd Leó tízparancsolatában)



Kerepesi temető (1998)



2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

16

## Üzenet a világnak:

*"A politikát úgy határozták meg, mint a lehetőségek művészetét, míg a tudomány definíciója, hogy a lehetetlenség művészete. A válságra, melyben jelenleg élünk csak akkor találunk végső megoldást, ha az államférfiak összefognak a tudósokkal, és a politika is a lehetetlen művészetévé válik."*

(Szilárd Leó beszéde New Yorkban, 1945 decemberében)

**Köszönöm a megtisztelő figyelmet!**

### Források:

Marx György: Szilárd Leó (Akadémiai Kiadó 1998)

Leo Szilárd Centenary Volume (Akadémiai Kiadó 1998)

Marx György: A Marslakók érkezése (Akadémiai Kiadó 2000)

Hargittai István: Az öt világformáló marslakó (Vince Kiadó 2006)

William Lanouette: Szilárd Leó (Zseni árnyékban)

Leo Szilárd Online (Gene Dannen) <http://www.dannen.com/szilard.html>

Szilárd Leó – Wikipedia [http://hu.wikipedia.org/wiki/Szilárd\\_Leó](http://hu.wikipedia.org/wiki/Szilárd_Leó)

2014. november 06.

Szilárd Leó emlékülés, MTA

17