

Válogatás Szilárd Leó, életéből és munkásságából



Szilárd Leó

Született: Budapest
1898. február 11. (120 éve)

Meghalt: La Jolla (Kalifornia)
1964. május 30. (54 éve)

Dr. Sükösd Csaba, c. egy. tanár
BME Nukleáris Technika Tanszék

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

1

Tartalom

1. Magyarország, korai évek
2. Németország, szabadalmak, felfedezések
3. Londoni évek
4. Világháborús évek (USA)
5. Hidegháborús évek (USA)

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

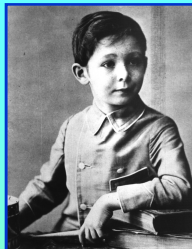
Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

2

Szilárd Leó (sz. Spitz Leó)
1898. február 11.-én
Budapesten született
(Bajza u. 50.)



Gyermekeit a
Városligeti fasor
33. sz. alatti
házban töltötte



1916 Bpest 6. ker. Reáliskolában érettségizett
Beiratkozott **vegyésmérnöknek a BME-re**
1917 Behívták katonának, a frontra küldték
1918 Betegség miatt leszerelték
1919 Folytatta tanulmányait a BME-n
Lelkesedett a Tanácsköztársaságért
Annak bukása után megverték,
elhagyta Magyarországot

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

NÉMETORSZÁGI ÉVEK

1920. Berlinben tanul
Einstein, Planck, von Laue előadásait hallgatja
1922. Doktori fokozatot szerez
(disszertáció: Fenomenologikus termodinamika)
1924-27 Asszisztens a Berlini Egyetem Elméleti
Fizika Intézetében
1927. A Berlini Egyetem docense lesz (Privatdozent)

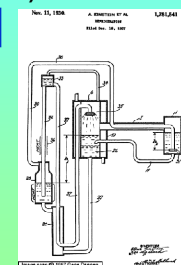


Szilárd 1926-ban

Németország, szabadalmak, felfedezések

1927-34: Közös szabadalmak *Einstein*nel
Az *Einstein-Szilárd* *pumpa* mozgó alkatrészek
és tömítés nélkül (abszorpció), valamint MHD
elven (a folyékony fémmel hűtött *gyorsreakto-
rokban* alkalmazzák napjainkban)

1931: Elkészül az első működő *Einstein-Szilárd*
hűtőgép (AEG), de a freon felfedezése miatt a
hűtőgépgyártás más irányba indul el.



TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

4

Németország, szabadalmak felfedezések

1931. Szabadalmi beadvány az **elektron-mikroszkópra**
(**Gábor Dénes**: az elektronnyaláb mindent el fog égetni...)

1873. **Abbe és Helmholtz**:
a (fény)**mikroszkóp**
felbontóképessége
a **hullámhossztól**
függ.

1858. **Plucker**: a katódsugarak
mágneses térben eltérülnek
1891. **Riecke** fókuszálja őket
1897. **J.J. Thomson**: **elektronok**
1910-26 **H. Busch**: elektronoptika

1924. **L. de Broglie**:
részecskék ↔ hullámok $\lambda = \frac{h}{mv}$
1927. **Davisson és Germer**:
elektron-interferencia

1930-as években többen is „felfedezték” az elektron-mikroszkópot
Végül **Ernst Ruska** megépítette (Nobel-díj 1986)

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

5

Németország, szabadalmak felfedezések

1929. Entrópia és információ

Cikk: „Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen”
(Intelligens egyed beavatkozásának hatására létrejött entrópia-csökkenés termodinamikai rendszerben)
Zeitschrift für Physik 1929, 53, 840-856

„Egységnyi” információ entrópiája = $k \cdot \ln 2$. A „bit” fogalma

Klasszikus termodinamika II. főtétele

Meghatározza a folyamatok irányát.
Többféleképpen is megfogalmazható

- Hő magától nem megy alacsonyabbról magasabb hőmérsékletre (kiegyenlítődés nem megfordítható)
- Egyetlen hőtartállyal nem lehet hőerőgépet csinálni (másodfajú perpetuum mobile lehetetlensége)
- Zárt rendszer entrópiája nem csökkenhet $\Delta S \geq 0$

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

6

Németország, szabadalmak felfedezések

Maxwell démon

Maxwelltől származó gondolkísérlet, amely kihívás elé állítja a második főtételt.

Lényegi munkavégzés nélkül „szétválogatja” a gyors és a lassú molekulákat → hőmérsékletkülönbség **keletkezik!**

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

7

Németország, szabadalmak felfedezések

Maxwell démon

Szilárd ennek kapcsán kezdte vizsgálni az „intelligens egyed” beavatkozásának hatását.

Szilárd „hőerőgépe” (ugyancsak gondolkísérlet)

- Egyetlen atomból álló „gáz” **állandó hőmérsékletű** hengeres tartályban (**egyetlen hőtartály!**)
- Dugattyút lehet betenni és kivenni lényegi munkavégzés nélkül.
- A dugattyú mozgatásakor a gáz állandó hőmérsékleten tágul és munkát végez (pl. egy súlyt emel).

Eredmény: egyetlen hőtartállyal is tudunk munkát végezni!
Ellentmond a második főtételnek!

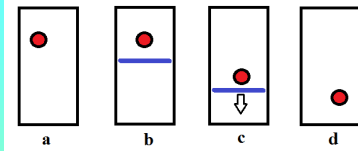
TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

8

Németország, szabadalmak felfedezések

Szilárd képzeletbeli hőerőgépe



„Intelligens lény” döntése: a dugattyú betétele után mindig az atommal ellentétes irányba történő mozgáskor **emeljen súlyt** a dugattyú! Ezzel „információmorzsát” viszünk be a rendszerbe **fel/le, igen/nem, 0/1**

Ez olyan gondolat kísérlet, amelynek az entrópia-változását is ki lehet számolni. Az entrópia csökken, mértéke: $\Delta S = -k \cdot \ln 2$

Az entrópia csökkenése mutatja, hogy ez a gondolat kísérlet is ellentmond a második főtételnek!

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

9

Németország, szabadalmak felfedezések

Szilárd képzeletbeli hőerőgépe

A második főtétel „megmentése”

A második főtétel érvényes maradhat, ha feltesszük, hogy a bevitt **információ** annyi **entrópiát visz be** a rendszerbe, amennyit csökken az entrópia az intelligens beavatkozás figyelembe vétele nélkül: $\Delta S = -k \cdot \ln 2$

Egy igen/nem információmorzsa (bit) entrópiája tehát: $S = k \cdot \ln 2$

Ezzel Szilárd a modern információelmélet egyik megalapozója!

(A „bit” elnevezést *Claude E. Shannon* honosította meg 1948-ban, bár *Vannevar Bush* „bits of information”-ról írt már 1936-ban. De ez még „információdarabkákat” jelentett, nem a mai bit-fogalmat. *Shannon* pedig *John W. Tukey*-ra (Bell Lab) hivatkozott, aki 1947-ben „bit”-re rövidítette a „**binary information digit**” kifejezést.)

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

10

Németország, gyorsító fejlesztések

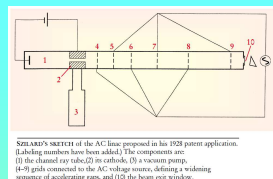
1928. Lineáris gyorsító (német szabadalmi beadvány)

Gustaf Ising (norvég)

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

Rolf Wideröe (svéd)

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



SZILÁRD'S SKETCH of the AC line proposed in his 1928 patent application. (Adding numbers have been added). The components are: (1) the charged ray tube (2) the cathode, (3) a vacuum pump, (4-5) grids connected to the AC voltage source, defining a widening sequence of accelerating gaps, and (10) the beam exit window.

1929-31. Ciklotron és betatron (német szabadalmi beadvány)

Visszautasítják. Az „indoklás”:

„*Patents can be given only for inventions that permit a commercial use. However, the submitted procedure apparently has only a scientific value...*”

<https://physicstoday.scitation.org/doi/full/10.1063/1.1366083>

„*Szabadalmat csak kereskedelmileg is hasznosítható találmányokra lehet adni. Úgy tűnik azonban, hogy a beküldött eljárásnak csak tudományos értéke van...*”

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

11

Németország, gyorsító fejlesztések (folyt.)

Ismét párhuzam Wideröe-vel, de Szilárd a nyaláb **fókuszálásra** is adott megoldást [Első működő ciklotron megépítése: *E. Lawrence* (USA, 1932) (Nobel-díj 1939)]

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

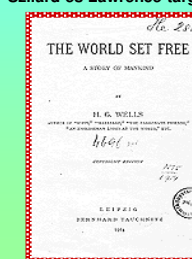


Szilárd és Lawrence tárgyal

Irány az atomenergia

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

Talán ez is hozzájárult, hogy az atomenergia felé fordult.



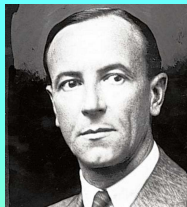
TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

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.

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

13

LONDONI ÉVEK

1933. szept. 12:

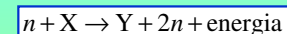
The Times: Rutherford előadása.

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

A láncreakció ötlete:

Hogyan lehet gyorsan makroszkopikus mennyiséghez eljutni?

Exponenciális növekedéssel!



$$n \rightarrow 2n \rightarrow 4n \rightarrow 8n \rightarrow 16n \rightarrow \dots \rightarrow 2^k n$$

Az energiára ugyanilyen gyors növekedés érvényes

Mi legyen az X anyag?



London, Southampton Row

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

14

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: ${}^9\text{Be}(n,2n){}^8\text{Be} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^4\text{He}$.

Az (n,2n) reakciók általában nem energia termelő folyamatok a 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...

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

15

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 known¹ 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,² who find a period of about 12 seconds.

Physical Review (1939) 799. oldal

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

16

VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA)

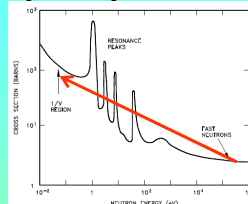
1939 tavasza

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

1939. aug. 2. Wigner Jenővel (és Teller Edével) rábírik Einsteint a híres levél megírására Rooseveltnél

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.**



TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

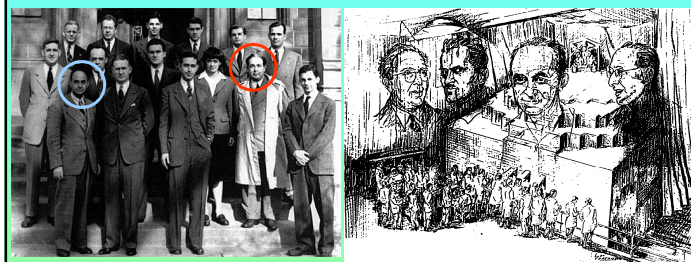
Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

17

A VILÁGHÁBORÚS ÉVEK (USA) (folyt.)

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

1942. dec. 2. Chicago, első önfenntartó láncreakció „Metallurgical Laboratory”



Szilárd, Compton, Fermi, Wigner

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

18

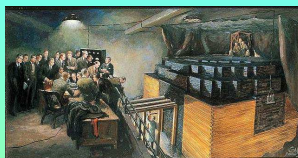
1942. dec. 2. Első atommáglya (Chicago) (Enrico Fermi, Szilárd Leó, Wigner Jenő, ...)

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)

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

19

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

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és munkásságából

20

HIDEGHÁBORÚS ÉVEK (USA)

1946-tól két irányú tevékenység:

- „Az emberiség lelkiismerete”
 - 1950. Nyilvánosan ellenzi a H-bomba kifejlesztését
 - a Pugwash mozgalom aktivistája
 - levelek *Sztálin*nak,
 - találkozás *Hruscsov*val, *Kennedy*vel
 - „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.

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

21

Szilárd Leó Tízparancsolata

1. Ismerd fel a dolgok összefüggéseit és az emberek cselekedeteinek törvényeit, hogy mindig tudd, mit is csinálsz
2. Tetteidet egy méltó cél vezérelje, de ne azt kérdezd szüntelen, hogy elérhető-e ez a cél. Céljaid modellek és mintaképek legyenek, ne pedig cselekedeteid mentségei.
3. Úgy szólj az emberekhez, mintha önmagadhoz szólnál. Ne szavaid várható hatásával törődj. Embertársaidat ne zárd ki a saját világodból. Mert ha elszigetelődsz, elsiklik szemed elől az élet igazi értelme és elveszíted a teremtés tökéletességébe vetett hitedet.
4. Ne rombold le, amit magad nem tudnál megalkotni.
5. Ne fordulj törvényszékhez, hacsak nem vagy nagyon éhes. (Szójáték: Gericht = törvényszék, étel)
6. Ne kívánd, amit úgysem tudsz megkapni.
7. Ne hazudj, ha nem föltétlenül szükséges.

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

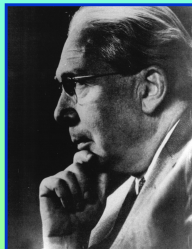
22

Szilárd Leó Tízparancsolata (folyt.)

8. Tiszteld a gyermekeket. Tisztelettel figyeld szavaikat és végtelen szeretettel szólj hozzájuk.
9. Hat esztendőn át munkálkodjál. A hetedik esztendőben vonulj el magányba vagy idegenek közé, hogy barátaid véleménye ne tartson vissza attól, hogy az légy, amivé váltál.
10. Gyengéd kézzel vezesd magad az életen át, és bármikor légy készen eltávozni belőle, amikor a hívó szó elhangzik.



Kerepesi temető



TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

23

"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)

Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!

Források:

William Lanouette: Szilárd Leó (Magyar Világ Kiadó 1997)
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)
Hargittai István: Ambíció és kíváncsiság (Akadémiai Kiadó 2012)
Hargittai Balázs és Hargittai István: A marslakók bölcsessége (2016)
Leo Szilárd Online (Gene Dannen) <http://www.dannen.com/szilard.html>
Szilárd Leó – Wikipedia http://hu.wikipedia.org/wiki/Szilárd_Leó

TIT Kossuth Klub,
2018. május 29.

Válogatás Szilárd Leó életéből és
munkásságából

24