

# Bay Zoltán

(1900-1992)

Összeállította Horváth Norbert

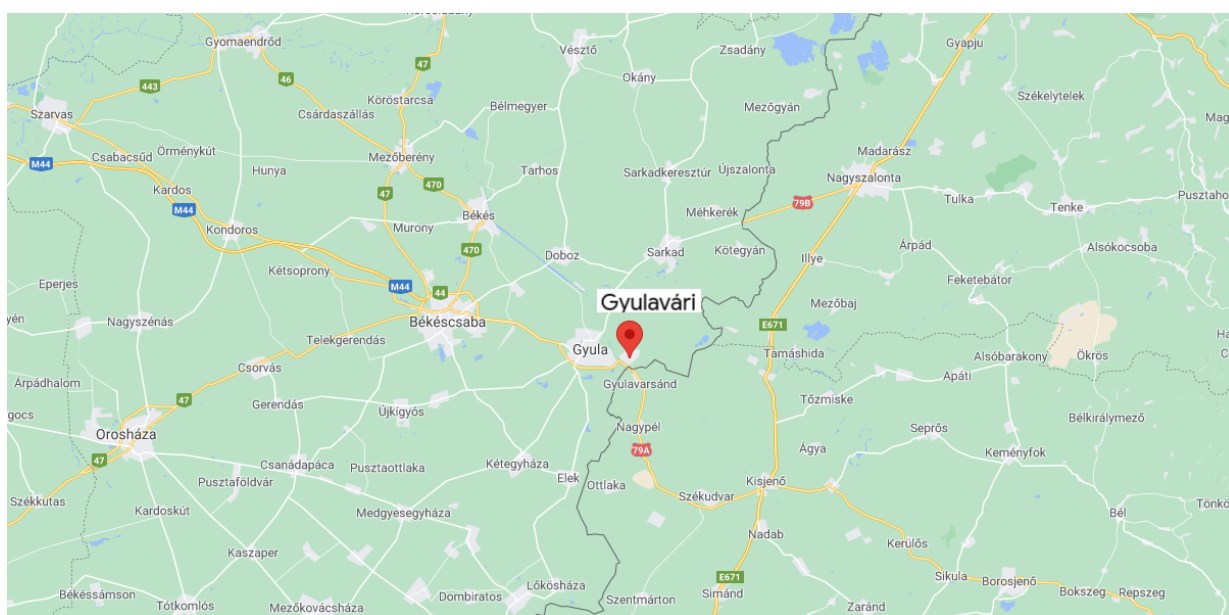
Bay Zoltán magyar fizikus, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, a 20. század világviszonylatban is meghatározó természettudósai és feltalálói közé tartozik. Nevéhez fűződik a magyar Holdradar-kísérlet, a fotóelektron-sokszorozó és a fénysebességre alapozott méterdefiníció.



Forrás: <http://epa.oszk.hu/00700/00775/00019/769-773.htm>

Bay Zoltán Békés megyében, Gyula város tőszomszédságában lévő Gyulavári községben született 1900. július 24-én.

Gyulavári, ma Gyula városához tartozik. Trianon óta itt húzódik határ.



Forrás: Google térkép

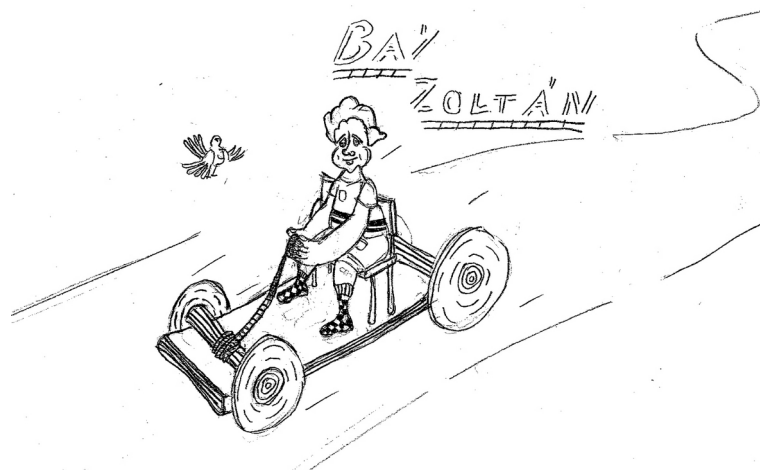
Édesapja Bay József (1858 - 1910) református lelkész, édesanyja Böszörményi Julianna (1864 – 1931) 300 évre visszatekintő református lelkészcsaládból származott. A szülői ház szeretetteljes légköre nem fogta vissza, hanem inkább segítette technikai érdeklődésének kibontakozását a világ újdonságai iránt. Olthatatlan kíváncsisága, tudni vágyása már kisgyermek korában megmutatkozott. 1909-ben Blériot átszelte a La Manche csatornát 42 km-t repülve a saját tervezésű gépével. Erről a korszakalkotó eseményről Zoltán sokat hallhatott családjában. A hozzájuk eljutott újságokból megismerte a technikai részleteket, amelyben felismerte azokat a működési elveket, amelyeket ő már alkalmazott a papírsárkányának megépítésénél.



Blériot gépe Forrás: Kogo, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=310461>

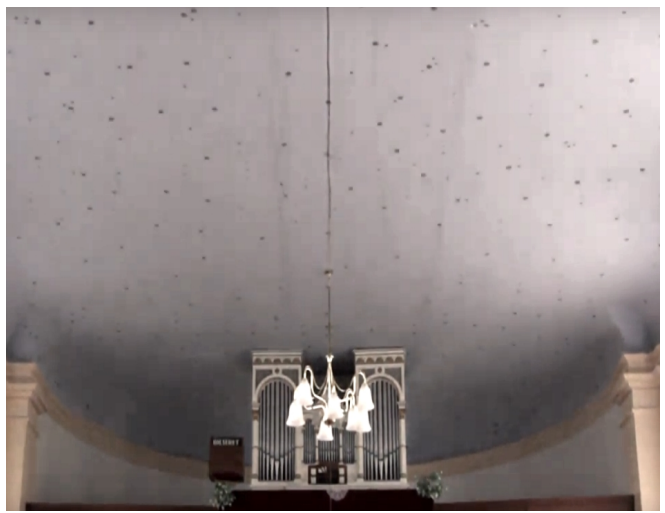
Bay Zoltán visszaemlékező szavaival: „Azonnal átláttam, min alapszik a repülőgép: a légcsavar előrehúzza, a szárny pedig fönntartja. Sárkányok építésének nagy művésze voltam. Azonnal nekifogtam és olyan sárkányokat készítettem, melyek hasonlítottak Blériot gépéhez.”

A kor másik nagy újdonsága, az automobil is inspirálta. „Egy hengerre kötelet csavartam, s ha a kötelet húztam, a járművem megindult. Ezt a találmányomat is bemutattam a nagyoknak, s elmagyaráztam, most már csak azt kell feltalálni, mi húzza a kötelet.”



Veres Tamás rajza, Baár-Madas Református Gimnázium

Az atyai ház környezetében lévő református templom, az imádság és a templom csillagos égboltot mutató mennyezete az álmodozások, ábrándok helye volt. A kisgyermek remekül felismerte a csillagképeket, jó szemével a leggyengébb fényű Kisbérest is azonosította a Göncölszekérben. 1910-ben, tízéves korában lenyűgözte a fél égboltot bevilágító Halley-üstökös látványa. Hajnalonként családjával együtt nézték az égi csodát. A másik fényes objektum, a templomtorony



Gyulavári református templom külső és belső Forrás: Google Térkép

mellett elhaladó Hold pedig a kisgyermek nézőpontjából szinte elérhetőnek tűnt.

Szüleinek fel is tette a kérdést: „mi lenne, ha felmáshnák a torony tetejére, jól kinyújtanám a karom, elérném-e, megtapogathatnám-e a Holdat?”



Amit Zolika láthatott. Kivágás az A Hold válaszolt Bay Zoltán portréfilmből.

Elemi iskoláit Gyulaváriban végezte. Apja korai halála (1910) után Debrecenbe költözött a család. Bátyja, Bay József (1891- 1984) segítette a felnevelkedésben. A jó eszű Zolika a híres Debreceni Református Kollégiumban nevelkedett és tanult. Érettségijét, mint minden előző bizonyítványát kitűnő minősítéssel vehette át 1918-ban.



Debreceni Kollégium homlokzata és belső múzeumi terme a kollégium jelmondatával  
ORANDO ET LABORANDO, imádkozva és dolgozva.

Forrás: Debreceni Kollégium

A középiskola elvégzése után az ELTE (Eötvös Loránd Tudomány Egyetem) elődjében, a Pázmány Péter Tudományegyetem bölcsészeti karán fizika - matematika szakon kezdte meg egyetemi tanulmányait. Bentlakásos éveit Budapesten, mint a vidéki tehetséges fiatalok egyike, az Eötvös Loránd által alapított Eötvös József Kollégium tagjaként élhette át. Tanárjelöltként a Trefort utcai mintagimnáziumban tanított.



ELTE épülete Pesten és az Eötvös Kollégium épülete Budán Forrás: Google Térkép

Bay Zoltán egyetemi tanulmányai befejezése után gyakornoki kinevezést kapott az egyetem Elméleti Fizika intézetébe.

1926-ban a legmagasabb kitüntetéssel szerezte meg doktori fokozatát (sub auspiciis gubernatoris). Disszertációjával - „Az átlátszó közegek magneto-optikájának molekuláris elméletéhez” - az atomfizika új, fejlődő irányzatához csatlakozott.

Az évszázad húszas éveiben a fiatal magyar tudósok tanulmányaikat, kutatásaikat külföldi intézményekben folytatták. A fizikai kutatások nemzetközileg elismert központja abban az időben Berlin volt. Wigner Jenő, Szilárd Leó, Neumann János tökéletesítette itt tudását.

1926 ősztől Bay Zoltán két évet töltött Berlinben a Collegium Hungaricum és két évet a Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaften (Német Tudományos Segélyegylet) ösztöndíjával.

A berlini egyetemen, a megjelent legújabb cikkeket megvitató Laue-kollokviumokon többek között olyan szaktekintélyekkel vett részt, mint Max Planck és Albert Einstein, és a vendégként érkezett Werner Heisenberg, valamint Dániából Niels Bohr.

Az első évben a Physikalisch Technische Reichsanstaltban (Birodalmi Fizikai-Műszaki Intézet) folytatott kutatómunkát. Itt fejlesztette ki Werner Steinerrel együttműködve az ún. Bay-Steiner-féle lámpát, amelyet spektroszkópiai kísérletekben ultraibolya fényforrásként használnak.

1927-1930 között a berlini egyetem Fizikai Kémiai Intézetében dolgozott. Itt érte el első nemzetközi jelentőségű sikerét. Werner Steinerrel közösen az aktív gázokon elvégzett kísérletük - melyet Bay Zoltán által kifejlesztett, teljesen új módszerrel végeztek - bizonyította be először spektroszkópiai úton, hogy az aktív nitrogéngáz szabad nitrogénatomokat tartalmaz.

A nemzetközi szakirodalom elismerte Bay vizsgálati eredményét. Bay és Steiner 1930-ban közös közleményben foglalták össze korábbi és legújabb eredményeiket is.

A Szegeden megválasztott országgyűlési képviselő, Klebelsberg Kunó oktatásügyi miniszter hívására 1932-ben a Szegedi Tudományegyetem Elméleti Fizikai Tanszékére érkezett, ahol oktatói tevékenységén kívül további kutatásokat végzett. 1935. július 1-től egyetemi nyilvános rendes tanár. Előadást tartott a „Részecskeszámlálás és koincidencia mérés” címmel. A Hans Geiger által feltalált részecskeszámláló (Geiger-Müller cső, röviden G-M cső) reakciósebességével nem volt elégedett. A kicsi elektromos jel lassúsága miatt, nem sikerült bizonyos azonos okból történő reakciók egyidejűségének, koincidenciájának bizonyítása. A 1935-ben Zworykin orosz származású amerikai fizikus által feltalált fotó-elektronsokszorozót Bay Zoltánnak sikerült úgy továbbfejlesztenie, hogy azzal bebizonyította, hogy a foton és elektron ütközésekor létrejött szórt foton és elektron  $10^{-11}$  s időtartamon belül repül szét.

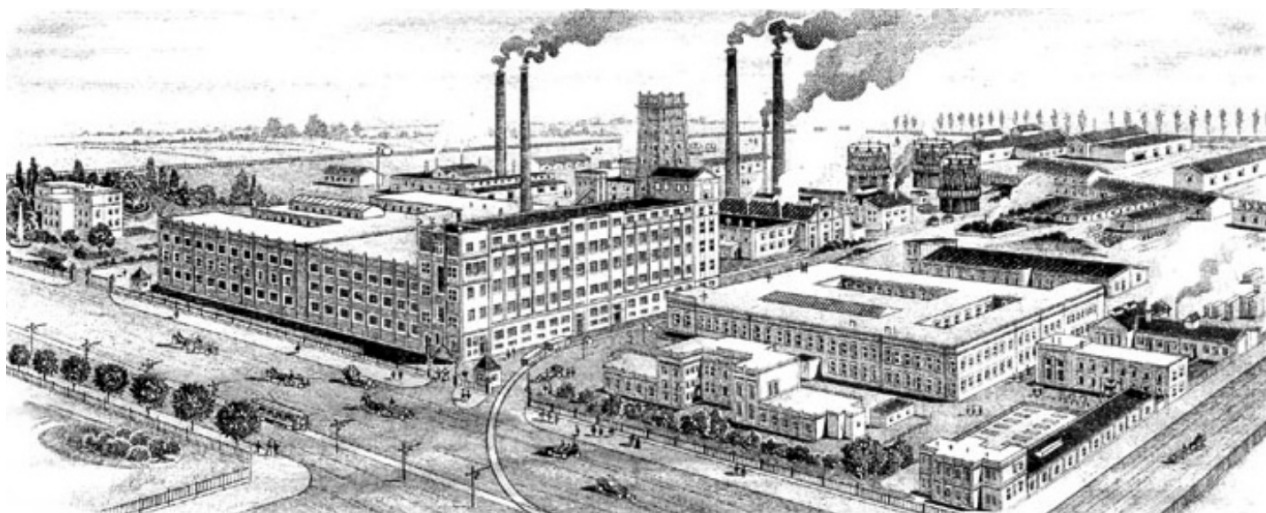


Szeged, Dóm és a vele szemben lévő egyetem fizikai intézete Forrás: Google térkép

Szegeden folytatta a kondenzált gázkiszülések fizikai problémáinak még Berlinben megkezdett vizsgálatát, találmányaira több szabadalmat kapott.

A szegedi egyetemen kötött életre szóló barátságot az orvostudományi karon kutató Szent-Györgyi Alberttel, aki 1937-ben kapott Nobel-díjat a C-vitamin felfedezéséért. Vele később az Egyesült Államokban együtt foglalkoztak biofizikai problémák megoldásával. Ugyancsak a szegedi orvostudományi kar professzorai kérésére Bay Zoltán új rendszerű elektrokardiográfot tervezett, amely széles frekvenciatartományban, torzítás mentesen regisztrálta a szív működését. Kidolgozta a szívritmus-szabályozó elvi alapjait, de megvalósítására már nem került sor.

1936-ban Budapestre csábítja Aschner Lipót a Tungstram vállalat vezérigazgatója. Erről így ír Bay Zoltán „Az élet erősebb” című könyvében: „A vállalatnak szépen felszerelt kutatólaboratóriuma volt, mely száz embert foglalkoztatott. Így kerültem én kapcsolatba a vállalattal, mely 1936-ban meghívott a Kutatólaboratórium élére. Akkor én a szegedi egyetemen voltam az elméleti fizika professzora, s nehezen szántam el magam, hogy a tiszta fizikai kutatást az alkalmazott fizikával fölcseréljem, bármi csábító volt a szegedi, eléggé szegényes viszonyok között, az országnak ez a legnagyobb fizikai laboratóriuma. A kérdést Aschner Lipót, a Tungstram nagy látókörű vezérigazgatója oldotta meg, aki biztosított, hogy a tiszta fizikai kutatást nem kell abbahagynom, és hogy a Tungstramnál semmi előírt feladatom nem lesz, a feladataimat magam állapítom meg. Ezenkívül később alapítványi tanszéket szervezett számomra a budapesti Műegyetemen, ahol az atomfizikát taníthattam és finanszírozta, hogy ott az ország első atomromboló készülékét megépíthessük.”



Hatezer dolgozót foglalkoztató Tungstram-Egyesült Izzó újpesti telepe a két világháború között

A kísérleteit ezután a budapesti Tungstram Laboratóriumban és a Budapesti Műszaki Egyetemen folytatta. A Tungstram labornak a többivel ellentétben rendkívüli előnyei voltak, ugyanis az anyagiakra nem lehetett panasz, se a jól képzett gárdára. Bay számos szabadalmat jelentett be a labor vezetőjeként:

- nagyfeszültségű gázcsövek
- fénycsövek és elektroncsövek kifejlesztése
- elektron-lumineszcenciára vonatkozó szabadalom
- rádió-vevőkészülékek áramköreinek kifejlesztése
- deciméteres rádióhullámú technika.

Bay Zoltán a mikrohullámú technika megismerése, a radar kifejlesztése után rájött arra, hogy az új technikával ki lehetne jutni az űrbe, a mikrohullámú jelek segítségével el lehetne érni a Holdat. A kutatás közben felmerült nehézségek nem tántorították el céljától.

1942-ben a magyar kormány felkérésére a Bay-csoport kifejlesztette a honvédségi radart: nagy területek ellenőrzésére, közeledő ellenséges légi erők korai észlelésére szolgált ez a radarrendszer.

Bay Zoltán 1944. március elején felvetette, hogy radar segítségével kapcsolatba lehetne lépni a Holddal. A katonai radarkészülék paraméterei nem voltak megfelelőek, mert a Holdról kapott visszhang amplitúdója a vevőberendezés zajszintje alatt volt. A kísérletek többször félbeszakadtak, majd végleg abbamaradtak Budapest ostroma miatt. A teljesen új berendezés megépítését 1946 januárjára fejezték be. Az első sikeres kísérletet 1946. február 6-án hajtották végre.



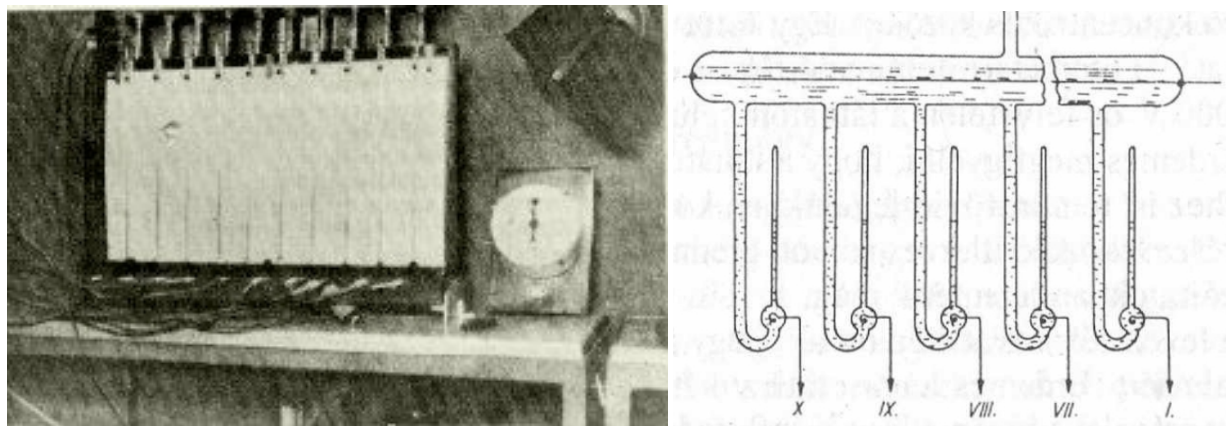
Grafikai kép a Tungsram tetejéről indított radarhullámokkal és a valódi radarkészülék képe  
(Forrás: [www.omikk.bme.hu](http://www.omikk.bme.hu))

Valamivel korábban, 1946. január 10-én Belmarban, az Egyesült Államok jól felszerelt radarállomása John H. De Witt tábornok irányításával a Holdról visszaverődő radarjelek észleléséről számolt be. Az amerikai és magyar kísérletek összehasonlítását Vajda Pál és John A. White publikálta, melyben arról számoltak be, hogy Belmarban az adó- és vevőfrekvencia kristályvezérlésű volt. Bay Zoltánnak nem volt kristályvezérlésű adója, kísérletében több zavarforrás és korlátozó tényező volt, melyekről ő maga is ír tanulmányában.

A nagy távolság miatti pontatlansági tényezők kiküszöbölhetőek voltak a coulombmétereket (vízbontáson alapuló voltmérő) felhasználó jelösszegezési módszer révén. Bay 1946-os történelmi cikkében (A mikrohullámok visszaverődése a Holdról, Acta Physica Hungarica, 1946, 1.) már előre látta, milyen alapvető fontosságú ez az összegezési módszer a radartevékenység Holdon túli kiterjesztése szempontjából.

A Hold-radar kísérlet nehézségeiről hallgassuk őt magát egy riport részletben: „A legnagyobb nehézséget a nagy távolság áthidalása jelentette. A Hold négyszázezer kilométernyire van Földünkötől, s mivel a visszavert jel energiája a távolság negyedik hatványának arányában csökken, menthetetlenül elmerül a zajban. Vevőkészülékeink zajszintje jóval felette volt a visszavert jel energiájának. Mit tehetünk? Némileg javít a helyzeten, ha rövidebb hullámhosszú jeleket sugárzunk ki - ilyenkor kisebb az energiavesztés -, ha növeljük az adóteljesítményt, vagy nagyobb átmérőjű reflektortányért alkalmazunk. Nem akarom untatni a technikai részletekkel, de mindezek együtt sem tették lehetővé, hogy a zajszint fölé emeljük, "hallhatóvá" tegyük a Holdról visszaérkező jelet. S ekkor, néhány áttöprengett álmatlan éjszaka után rájöttem a megoldásra. Többször kell megismételniük a kísérleteket, majd a Holdról visszaérkező apró jeleket, melyeket elborít a zaj

tengere, megőriznünk és összegeznünk. A valószínűségszámítás szabályai azt mutatták, hogy esetünkben kb. ezerszer kell a kísérletet elvégeznünk, hogy jelünk a zavarnívó fölé emelkedjék és mérhetővé váljék. A mikrohullámú jelek a Holdig és az onnan visszavezető utat együtt: két és fél másodperc alatt teszik meg. Ha három másodpercenként küldünk impulzusokat és a visszavert jeleket összegezni akarjuk, azt jelenti, hogy az ezerszer megismételt kísérlet visszaérkező jeleit ötven percig kell tárolnunk.”

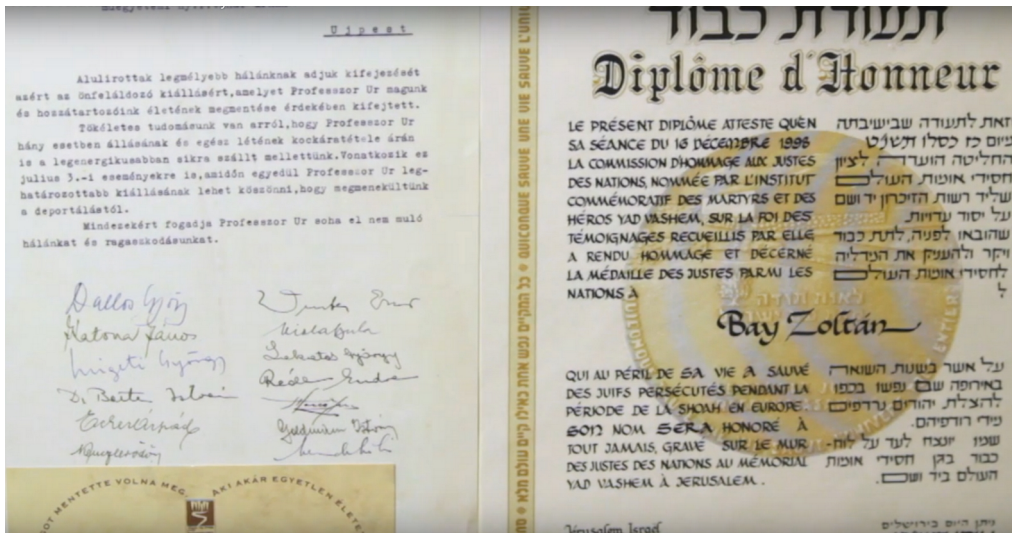


A Hold-radarkísérlet lelke, a tíz coulombméterből álló műszer, melyet jelösszegező memóriaként használtak Forrás: bal oldal: <https://www.sztmh.gov.hu/hu/kiadv/ipsz/199902/bay.htm>  
jobb oldal: [http://misc.bibl.u-szeged.hu/45014/1/iskolakultura\\_1996\\_005\\_052-069.pdf#page=4&zoom=auto,-357,37](http://misc.bibl.u-szeged.hu/45014/1/iskolakultura_1996_005_052-069.pdf#page=4&zoom=auto,-357,37)

A hidrogén coulométerben (*nem elírás, a berendezést így nevezték el*) vagy voltaméterben az áram hatására kivált hidrogén vékony kapilláris csőben gyűlik össze: a folyadékfelszín az áramimpulzusok összegével arányosan tolódik el. Részlet Bay Zoltántól: „A kísérletben egymás után kötünk össze 10 voltamétert a vevőkészülék kimenő fokozatával, az adóimpulzussal szinkronizált időrendben. A 10 voltaméter közös anóddal egy üvegedényben van összeépítve az adás és vétel kapcsolásait egy forgó kapcsoló végzi. A kapcsoló forgásideje 3 másodperc. Ily módon mindegyik voltaméter az adóimpulzus után meghatározott időpontban kerül bekapcsolásra. Az időskála így definiálva van. A jel, mely a Holdról visszajön, mindig ugyanarra a voltaméterre esik s ott összegezést nyer. Ugyanabban a voltaméterben a zaj (áramingadozás) pozitív és negatív előjelű, tehát statisztikusan közepelődik. A többi voltaméter csupán a zajt észleli, így a kísérlet »zéró vonal«-át adja, melynek statisztikus ingadozása a kísérlet zajának mértéke.” Így emelte ki a zajból a visszavert radarjelet Bay Zoltán, és ezzel vette kezdetét a radarcsillagászat. A későbbi kutatócsoportok által végrehajtott Vénusz-radarkísérletben A. G. Smith és T. D. Carr alkalmazta Bay Zoltán elgondolásait.

A háború utolsó éveiben és az azt követő szovjet megszállás éveiben Bay Zoltán mind a náci fasiszta hatalommal, mind a szovjet, bolsevik proletár diktatúrával szembe találta magát.





Kivágás az A Hold válaszolt Bay Zoltán portréfilmből

Előbbiben arra hivatkozva, hogy elengedhetetlenül fontos a zsidó származású szakemberek munkája a németek által kért rádiócsövek gyártásában, 13 embert sikerült a deportálástól megmenekíteni. Izraelben, a Jad Vasem múzeumban, ahol nem zsidó származású, zsidókat mentők kapnak emlékfát vagy emlékkövet, Bay Zoltán a Világ Igaza kitüntetéssel kapott emlékkövet. Sajnálatos módon a 13 főből már csak heten álltak ki mellette a kommunista hatalom átvétel után. Látva a nácizmus helyére betörő kommunista terjeszkedést, a Tungram kirablását, az utcán összefogdosott civilek elhurcolását, nem akart részt venni az új hatalmi berendezkedésében. Tudatosult benne, hogy vagy elmenekül, vagy koholt vádakkal, mint akkor nagyon sokan, az Államvédelem börtönében végzi. 1948-ban kalandos úton emigrált Amerikába.

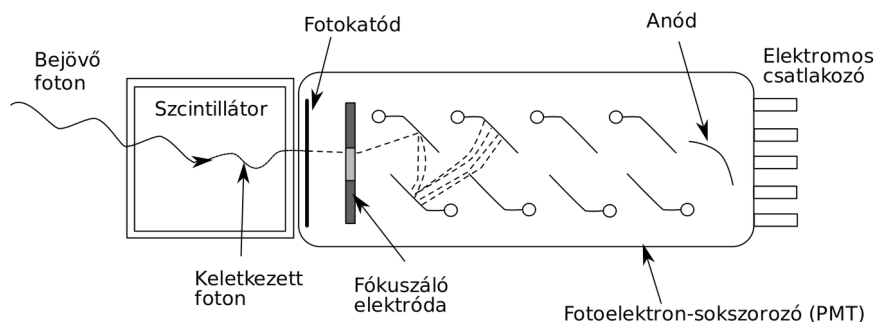


A kifosztott Tungram egyik épülete 1945-ben. 700 (!) vasúti vagon gépet, bútort, kutatóeszközt vitt el a szovjet hadsereg jóvátételként, ami végül nem lett a jóvátételi listára felvéve.

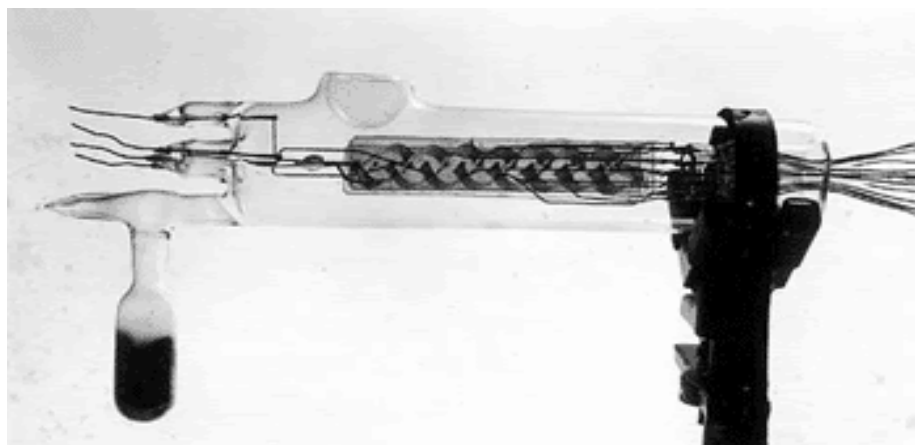
Forrás: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Az\\_Izz%C3%B3\\_a\\_leszerel%C3%A9s\\_útj%C3%A1n.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Az_Izz%C3%B3_a_leszerel%C3%A9s_útj%C3%A1n.jpg)

Amerikában a George Washington Egyetemen kapott tanári és kutatói állást, ahol a fentebb említett fotóelektron-sokszorozó készüléket már Amerikában tökéletesítette Bay Zoltán.

A fotóelektron-sokszorozó egy olyan vákuumos elektroncső, melyben a bemenetre érkező fény fotonja a katódból egy fotóelektront vált ki. Az úgynevezett dinódák közötti feszültség az elektronokat gyorsítja, így azok a dinódákba történő becsapódáskor további elektronokat gerjesztenek. Detektált foton esetén a sokszorozás hatására egy áramtüske jelenik meg az eszköz kimenetén.



Eredeti kép a <https://hu.wikipedia.org/wiki/Fotóelektron-sokszorozó%C3%B3>



Egy eredeti fotóelektron-sokszorozó

Forrás: <http://www.feltalaloink.hu/tudosok/bayzoltan/html/bayzolta1.htm>



Amerikában gyártott fotoelectron-multiplier

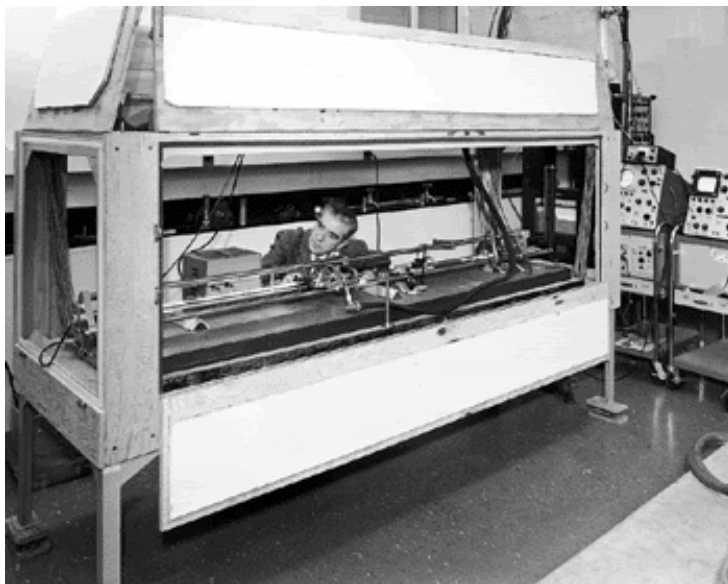
Forrás: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pmside.jpg>

A fotóelektron-sokszorozó egy fotonból  $10^8$  nagyságrendű elektrontól álló lavinát vált ki, ami már mérhető feszültségjelet tud létrehozni.

Számos találmány és sikeres egyetemi kutatói munka mellett, 1955-től 1975-es nyugdíjba vonulásáig az amerikai Nemzeti Szabványügyi Hivatal munkatársa volt. A lézer kísérleti fizikai alkalmazásával megnyílt a lehetőség számos kutatási területen, így a fénysebesség mérésének pontosabb meghatározására. 1965-ben javasolta, méterdefiníciót fel kell váltsa az idő mérésen, és a fénysebességen alapuló méterdefiníció. 1983 óta a méterdefiníció:

„A méter a fény által a vákuumban a másodperc  $1/299792456$ -od része alatt megtett út hossza.”

Ez a méter definíció váltotta le a francia forradalmi időkben, 1795-ben szabványosított távolság egységet, amelyet akkor a Párizs-Dunkerque délkör hosszúságának negyvenmilliomod részeként határoztak meg .



Bay Zoltán lézer berendezés mellett

Forrás: <http://www.feltalaloink.hu/tudosok/bayzoltan/html/bayzoltal3.htm>

Bay Zoltánnak bár 1948-ban el kellett menekülnie Magyarországról, de mindig magyarnak érezte magát. Jó barátjával, Szent- Györgyi Alberttel 1973-ben jött haza először, majd rendszeresen részt vett az Eötvös Loránd Fizikai Társulat vándorgyűlésein, amely szervezetnek 1981-től tiszteletbeli tagja lett. Az 1937-es és az 1938-as akadémiai székfoglaló után, 1986-ban, a Hold-radar kísérlet 40 éves évfordulóján harmadszor is megtartotta székfoglalóját. 1989-ben rehabilitálták, helyreállították tagságának folytonosságát, újra az Akadémia rendes tagja lett. 1990-ben vette át Göncz Árpádtól a Magyar Köztársaság elnökétől, a Magyar Köztársaság Rubintokkal Ékesített Zászlórendjét.



Forrás: <http://epa.oszk.hu/00300/00342/00015/bzkitun9012.html>

Bay Zoltán 1992. október 4-én hunyt el Washingtonban, az Egyesült Államokban. Végakarata szerint hamvait itthon, a gyulavári református temetőben helyezték el örök nyugalomra.



Forrás: Készítette: Zátonyi Sándor (ifj.), Fizped - A feltöltő saját munkája, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10244848>

Ajánlott irodalom és film:

1. A méter új definíciója <http://www.feltalaloink.hu/tudosok/bayzoltan/html/bayzoltal3.htm>
2. Staar Gyula: Fénnel szótt halhatatlanság – Bay Zoltán <http://mek.oszk.hu/03200/03286/html/tudos1/bayz.html>
3. Kovács László: Bay Zoltán a kísérleti fizikus <http://epa.oszk.hu/00700/00775/00019/769-773.html>
4. Wikipédia: Bay Zoltán [https://hu.wikipedia.org/wiki/Bay\\_Zolt%C3%A1n](https://hu.wikipedia.org/wiki/Bay_Zolt%C3%A1n)
5. A Hold válaszolt – portréfilm Bay Zoltánról <https://www.youtube.com/watch?v=eevn5f0sVx4&t=2222s>
6. Kovács László: A fizikatörténet szerepe a fizikatanításban [http://misc.bibl.u-szeged.hu/45014/1/iskolakultura\\_1996\\_005\\_052-069.pdf#page=4&zoom=auto,-357,37](http://misc.bibl.u-szeged.hu/45014/1/iskolakultura_1996_005_052-069.pdf#page=4&zoom=auto,-357,37)
7. Bay Zoltán: Az élet erősebb <https://mek.oszk.hu/15800/15845/>