

A Teller Ede által felolvasott saját vers folytatásaként beszélgetésünket azzal zártuk, hogy körülbelül egy órán keresztül verseket olvastam fel a magyar versirodalom gyöngyszemeiből, amit Teller professzor nagyon hálásan fogadott.

Lukács Enikő

Szerkesztői megjegyzés

A szerző közléséből tudom, hogy már diák korában, egy Tellerről szóló könyv olvasása során ismerkedtem meg először a nagy tudós életével és munkásságával. Akkor felmerült benne a gondolat, hogy jó volna egyszer egy Teller előadást meghallgatni, biztosan sokat tanulhatna belőle. Ez az álma valóra vált a 90-es évek elején, amikor alkalma nyílt Budapesten egy Teller előadás-sorozatot végighallgatnia. Erről a szerző levelében ezt írja „ezek az előadások még jobban megerősítették csodálatomat lebilincselő személyisége, roppant intuitív előadásmódja és sajátos logikája iránt”. Később amikor letelepedett Svédországban, elhatározta, hogy személyesen is megismerkedik az élő legendával, Ede bácsival, aki a XX. század első felében feltűnt nagy magyar tudósgeneráció utolsó élő tagja. Az elhatározást tett követte és a Lukács házaspár végül is eljutott Ede bácsi otthonába. A vele készült interjú valószínűleg Teller professzor utolsó ilyen tárgyú beszélgetése lehetett magyar fizikussal.

Ezúton is köszönjük Lukács Enikőnek és Lukács Péternek ezt a látogatást és a számunkra eljuttatott interjú-anyagot.

Szemelvények Teller Ede munkásságából

Az 1920-as évek második felében kialakult a *kvantummechanika*. A tehetséges és a természettudományok iránt érdeklődő fiatalok számára roppant izgalmas kihívás volt, hiszen az anyag parányi részecskéinek, az atomoknak, pontos mennyiségi leírását tette lehetővé új, szokatlan matematikai módszerek alkalmazásával. Teller Ede fiatalkori képességét és érdeklődését bizonyítják a *Mathematikai és Fizikai Eötvös* versenyeken elért sikerei.



Az alábbiakban közöljük az „Eötvös Lóránt Matematikai és Fizikai Társulat” XXIX. matematikai és fizikai tanulmányversenyén kitűzött feladatait, melyeket megoldva, Teller Ede 1925 októberében megnyerte a versenyt. A feladatokat a verseny után a *Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok* közölte.

Mathematikai tanulmányverseny tételei:

1. Jelentsen a, b, c, d négy egész számot. Bizonyítandó, hogy a $b-a, c-a, d-a, d-c, d-b, c-b$ különbségek szorzata osztható 12-vel!
2. Hány zérussal végződik $1000!$ a tízes számrendszerben felírva?
3. Bizonyítandó, hogy a derékszögű háromszögbe írható kör sugara mindegyik befogó felénél és az átfogó $\frac{1}{4}$ részénél kisebb!

Az „Eötvös Lóránt” fizikai tanulmányverseny feladatai:

1. Mekkora a másodperc-inga hossza a Jupiter bolygó egyenlítőjén? E bolygó középsebessége 11.14-szer akkora, mint a Földé, közepsűrűsége a Föld közepsűrűségének negyedrésze, forgásideje, $9^h55^m34^s$. (A Föld közepsűrűsége 5.5, középsebessége 6375 km)

2. Egy kádban 0°-ú víz van és benne jégdarabok úszkálnak. A jég elolvadása után mennyivel változik a víz felszínének magassága?
3. 2 × 3 cm-es filmképet húsz méter távolságú ernyőre 4 × 6 méretre akarunk vetíteni. Milyen gyújtótávolságú lensét kell használni?

Édesapja tanácsára, vegyészmérnöknek készült először a *Budapesti Műszaki Egyetemen*, majd 1926-tól a német vegyipar fellegrárában, *Karlsruhéban* folytatta tanulmányait. A fiatal professzor, *Herman Mark* a kvantummechanikáról beszélt hallgatóinak (1927!) mint a kémia új alapjáról. Ennek *Teller* nem tudott ellenállni, így lett vegyészmérnökből fizikus. (Ez a végzet nemzedéke más tagjait is elérte: *Békéssy Györgyöt*, *Hevesy Györgyöt*, *Telegdi Bálintot*, *Wigner Jenőt*, *Neumann Jánost*, sőt jóval később *Marx Györgyöt* is).

1928 tavaszán már *Münchenben* tanult a kvantummechanika nagy öregje, *Arnold Sommerfeld* mellett. A vonalas atomszínképek kutatása befejeződött és látszott, hogy a többatomos molekulák sávós spektrumának megfejtése lesz a soron következő feladat. Ezzel még csak néhány kémikus foglalkozott, mivel nem tűnt olyan vonzónak mint az atomi problémák. Vegyészműltjából kifolyólag, *Teller Edének* azonban természetes képessége volt az ilyen problémák felismerésére és megoldására.

Első molekulaszpektroszkópiai munkáját *Tisza Lászlóval* írta, amelyben rájöttek, hogy a molekula dipólmomentumát befolyásolja a normálrezgés amplitúdója. Eredményeiket a *Zeitschrift für Physik*-ben közlik (*Teller Ede, Tisza László, G. Placzek*, 1932-1933). A cikkben volt egy kis hiba, melyet később *Teller Ede* a *Hand und Jahrbuch der Chemischen Physik*-ben megjelent összefoglaló munkájában helyesbített.

Lipcsébe utazik, ahol *Werner Heisenberg*, a kvantummechanika megalkotója, ifjú professzor volt. Doktori értekezését *Heisenberg* mellett írta, aki azt kérte, hogy számítsa ki az ionizált hidrogénmolekula gerjesztett állapotait (1930). A doktorátus után Göttingenbe került. „Én is megtanultam a Franck-Condon-szabályt: egy elektron átmenetet úgy szabad kiszámolni, hogy föltételezzük: eközben nem változik meg az atomok helye. De előfordulhat, hogy gerjesztett állapotban a molekula rezeg is. Ezt *Herzberggel* számoltam ki, aki módszerünket nagyon eredményesen alkalmazta a molekula-spektroszkópiában, molekulaszpektroszkópiai munkásságáért később Nobel-díjat is kapott.” *Amerikában* ezt a számítást a benzol-molekulára alkalmazta. Mint ismeretes, *Linus Pauling*nak tulajdonítják a benzol kétféle képlete Kekulé-féle megfogalmazásának egyszerű kvantummechanikai magyarázatát. *Teller* cikkében kvantitatíve, spektroszkópiailag megfigyelhető módon tudta igazolni *Pauling* elméletét (1940).

Göttingenben több doktorandusza volt. Egyik diákja *Renner* volt, aki disszertációját *Teller* javaslatára a CO₂ molekula szimmetriájának kiválasztási szabályokra gyakorolt hatásáról írta. „*Rennerrel* a *Tisza*-féle normál rezgés-módszert alkalmaztuk. Később erről, 1933-ban, *Landaurval* Koppenhágában vitatkoztunk, különösen azzal kapcsolatban, hogy a lineáris CO₂ molekulának van-e degenerált állapota. 1934-ben Londonban azután összejöttek egy szimmetria szakértő matematikussal, *H. Jahn*mal. Vele végül is tisztáztuk a degenerált állapotok nem létét – létét lineáris – nem lineáris molekulákban, és azok hatását a kiválasztási szabályokra (1937). (Ezt nevezték el Jahn-Teller effektusnak.)” Röviden a következőképpen fogalmazhatjuk meg a Jahn-Teller-tétel lényegét: elfajult elektronállapotok esetén a magok semmilyen szimmetrikus eloszlása (az egy egyenes mentén való eloszlástól eltekintve) nem stabil. Az instabilitás következtében a magok úgy tolódnak el, hogy a konfiguráció szimmetriájának sérülése a term elfajulásának teljes megszüntetéséhez elegendő legyen. Speciálisan, megállapíthatjuk, hogy szimmetrikus (nemlineáris) molekula normál elektrontermje csak nemelfajult term lehet. (Az a gondolat, hogy egy adott szimmetria következtében elfajult elektronállapotban szimmetria-sértés lép fel, *Landautól* (1934) származik).

Koppenhágában egy dán diákkal, *Kalkarral* írt egy közös munkát, az *orto*- és parahidrogén egymásba alakulásáról, amit inhomogén mágneses tér katalizál. „Itt arról van szó, hogy a H_2 molekulában a protonok spinje lehet ellentett (parahidrogén) vagy párhuzamos (ortohidrogén). Mágneses tér katalizálhatja az *orto* \rightarrow *para* átmenetet, de a térnek inhomogénnek kell lennie. Ezt külső mágneses térrel nem lehet elérni, de például O_2 molekulák hozzáadásával igen, amit a tapasztalat szépen igazolt is.”

*Gamow*val Koppenhágában ismerkedett meg. *Gamow* még Leningrádban kitalálta a potenciálgáton való kvantumos alagúttazást, aminek valószínűségét a Gamow-faktor írja le. „Amikor *Gamow* kiment Koppenhágából Washingtonba, engem is meghívott a George Washington Egyetemre. Washingtonban én tanítottam a kvantummechanikát az amerikaiaknak.” „*Gamow*ot érdekelte a Nap energiaforrása. Csináltunk egy formulát a termonukleáris reakciókra, ami a Boltzmann-faktor és a Gamow-faktor szorzata volt. Ahol az energiával exponenciálisan csökkenő első tényező és az exponenciálisan növekvő második tényező átfedik egymást, ebben az optimális energiasávban létrejön a magfúzió. De amikor behelyettesítettük az adatokat, az eredmények nem voltak kielégítőek. A napsugárzás magyarázatára 1938-ban rendeztünk egy konferenciát erről a témáról, utána egyik diákkal, *Critchfielddel* írtunk is egy tanulmányt. A konferencián *Hantz Bethe* is részt vett, nagyon érdekelte a téma. *Bethe* mutatott rá, hogy a Nap hidrogénből áll, de két proton ütközése nem ad stabil magot (2He), csak akkor, ha az ütközés pillanatában még egy β -bomlás is bekövetkezik, ami tovább csökkenti a fúzió valószínűségét (*Bethe-Critchfield*). A probléma megkerülésére javasolta *Bethe* a C-He ciklust is, amiért később Nobel-díjat kapott. Azóta kiderült, hogy a Napban mégis $p + p \rightarrow ^2He \rightarrow ^2H + e^+$ reakció a legfontosabb. (A nehéz hidrogéntől már gyors a fúzió a héliumig).”

Egy alkalommal *Fermi* megkérdezte *Tellert*: ha a maghasadásos atombomba által előidézett hőmérséklet magasabb mint a Nap centrális hőmérséklete, nem lehetne-e vele termonukleáris reakciót elindítani? *Teller* első válasza negatív volt, de a gondolat nem hagyta nyugodni. 1942-ben Berkeley-ben egy bizalmas tanácskozáson *Teller* már a „szuper”(azaz hidrogénbomba) lehetőségéről tartott előadást. 1950. január 31. után, amikor *Truman* elnök – *Teller* javaslatára – a hidrogénbomba kifejlesztése mellett döntött, kiderült, hogy a *Teller* által javasolt „szuper” kifejlesztése nem volt sima menet. *Ulam* kiszámította, hogy a sugárzási veszteség miatt termonukleáris láncreakció nem alakulhat ki nehézhidrogénben (deutériumban). Lehetségesnek bizonyult azonban nehéz hidrogén (deutérium) és szupernehéz hidrogén (trícium) keverékében. A hidrogénbomba szabadalmát az amerikai kormány *Teller Edének* és *Stanislaw Ulamnak* ajánlotta föl, de ezt így megosztva *Teller* nem fogadta el.

A *Teller Ede* vezette Reaktorbiztonsági Bizottság fölismerte, hogy a grafitmoderátoros, vízű reaktor strukturálisan instabil. Véletlen túlhevülés esetén elforr a víz, amely neutron elnyelő anyag, így több neutron marad maghasításra, több lesz a hasadások által termelt energia, a pozitív visszacsatolás folytán megszaladhat a neutron láncreakció. *Teller* elérte a hanfordi grafit-víz reaktorok leállítását. 1986-ban *Csernobilban* be is következett a *Teller* által előrelátott megszaladás. *Teller Ede* a Strarégiai Védelmi Kezdeményezésre rábeszélte *Reagen* elnököt. (Ez kapta később az ellenzéki *Edward Kennedy* szenátortól a „*Csillagháború*” becenevet.)

Freeman Dyson korunk egyik legeredetibb amerikai fizikusa így jellemezte jó barátját, *Teller Edét*: „*Bugyognak belőle az ötletek és a tréfák. Sok érdekes dologgal foglalkozott a fizikában, de egyik témával sem sokáig. Úgy látszik, a fizikát az élvezetért csinálja, nem a dicsőségért.*”

Lázár József