

ATOM ÉS ENERGIA

Irta: MÁNDICS GYULA

1.

Mióta az anyag belső felépítésének kutatásában az elektron-elmélet megjelent, ismeretessé vált az is, hogy az atom nagymennyiségű energiát rejt. A részecskéket, melyek az atomot és magvát alkotják, nagy erők és erőmezők tartják egyensúlyban. Ennek az egyensúlyi állapotnak megbontása tehát, ami az atom felbomlását, szétszakadását jelentené, hihetetlen erőfelszabadulást is kell, hogy eredményezzen. „A molekuláris vegytan — írja *Broglie* — mint az előrelátható volt, sokkal nagyobb mértékben képes atomenergiát felszabadítani, mint a közönséges vegyi reakciók.” Ennek ellenére azonban hosszú évekig pesszimiztikusan ítélték meg a bizonyos határt túllépő atomátalakítási lehetőségeket, aminek segítségével jelentékeny energiamennyiséghez jutottak volna. Csak a legutóbbi idők kísérletei teszik lehetővé, hogy ezzel az eljárással szemben olyan reményeket tápláljunk, melyek eddig a képzelgés világába tartoztak.

Mi az oka az előbbi pesszimizmusnak s az új reménykedésnek? Hogy erre a kérdésre válaszolhassunk, fel kell elevenítenünk az atomátalakítás fejlődésének főbb állomásait.

Egészen a radioaktív anyagok felfedezéséig az atomkutatás uralgó elve az atom oszthatatlansága volt. A nehéz elemek (uranium, thorium) radioaktív tulajdonságai azonban már 1896-ban arra mutatnak, hogy az atom igenis felbontható. Nyilvánvaló lett, hogy a radioaktív elemek észrevehető átalakuláson mennek keresztül, maguk új elemekké alakulnak át, miközben bizonyos mennyiségű energiát szabadítanak fel. Ezzel kapcsolatosan vetődött fel az a gondolat is, vajjon mesterséges eljárással nem alakíthatók-e át a közönséges elemek atomjai is.

Lord *Rutherford* híres atomelmélete 1911-ben került nyilvánosságra. Ez az elmélet minden atomot kis világegyetemnek, kis naprendszernek fogott fel: a kis nap, az atommag körül, mely az atom közepén foglal helyet, mint apró bolygók, hihetetlen sebességgel keringenek az elektronok. Míg ezek a kis planéták negatív elektromos töltésűek, a mag — melyet újabb elméletek szerint protonok és neutronok alkotnak — pozitív töltésű s ennek a mának elektromos ereje idézi elő voltaképpen az elektronok nagy sebességét, ez az atomenergia fészke. De hogyan szabadítható fel az atom e mesés erőmennyisége, hogyan hatolhatunk egészen az atommagig s hogyan robbanthatjuk fel?

Nagyság tekintetében az atom úgy viszonylik az emberhez, mint az ember a naphoz. Az atommag viszont nagyon kicsi a teljes atomhoz képest. Arról volna tehát szó, hogy szinte felfoghatatlanul kis részecskéket robbantsunk fel. Ezzel kapcsolatban pedig arról, hogy feltaláljunk és kezeljünk megfelelő nagyságu és elégséges számú lövedéket, melyek alkalmasak legyenek hatékonyan bombázni az atommagot.

A tudománynak erre hosszú ideig csak egyetlen számbajöhető eszköze volt, az *alfa*-részecskék, melyek a rádium bomlása folyamán jöttek létre, miután maga a rádium is már bomlási terméke az uraniumnak és thoriumnak. Az alfa-részecskék nem egyebek, mint a hélium atomok po-

zitiv magjai, nagy sebességűek és átható erejük is jelentős. Ezt alkalmazta lord Rutherford már 1919-ben néhány elem atommagjának bombázására s elsőnek neki sikerült bizonyos átalakulásokat előidézni, különösen a nitrogénénél.

A fizikusok lelkesedése határtalan volt. A további átalakítások lehetőségei beláthatatlanoknak tündek. De több fizikusnak, közöttük magának Rutherfordnak is csillapítani kellett az első eredmények felidézte hangulatot, mert az átalakítások gyakorlati értéke nagyon kicsi volt. Több millió „lövedéket“ kellett felhasználni, hogy egyetlenegyszer eltalálják az atommagot és felrobbantsák s az így nyert energia sokezerszer kisebb volt annál, amit reá fordítottak. „Egyrészt — írja ugyancsak Broglie — az atomkémiai eljárások haszna még mindig gyenge, másrészt az az anyagmennyiség, mely valóban átalakul, nagyon kicsi. Ahhoz, hogy mesterséges uton éppen hogy mérhető mennyiségben állítsunk elő új testeket, erre a célra felhasználható, jelenleg ismert legerősebb eszközeink több éves munkájára lenne szükség.“

Látható tehát, hogy Broglie még ma sem nagyon optimista. Gustave Lebon, Olivier Lodge és mások tulzott reményei mértéktelenül tulzottnak látszanak igen sok fizikus szemében.

2.

1931-1933 óta az újabb kísérletek újabb lehetőségeket vetettek fel. A természettudományok történetében jól ismert tény megismétlődése előtt állunk: igen szerény kezdet után váratlanul nagy lehetőségek nyílnak meg. „Ugy látszik, megőrizhetjük reményünket, hogy a jelenlegi infintezimális állapotból nagyobb megvalósulások felé haladunk, de ennek érdekében újabb felfedezésekre van szükség s bizonyos veszélyek elhárítására is, mert urai kell maradjunk a mérhetetlen erőknél, melyekkel dolgoznunk kell“ — írja Broglie. Lord Rutherford egy kevéssel halála előtt készített beszéde, amit a *Tudósok Nemzetközi Szövetségének* Kalkuttában tartott 1938. évi gyűlésén olvastak fel, tartalmazza az összes jelentékenyebb felfedezéseket, amelyek az atomkutatás terén az utóbbi időkben történtek. 1932 előtt az átalakítási kísérletek kizárólag az atommag alfa-részecskékkel való bombázására szorítkoztak. A pozitront (pozitív elektron) Anderson 1931-ben fedezi fel. A neutront Chadwick és a Joliot-Curie házaspár 1932-ben, a mesterséges rádióaktivitást ugyancsak a Joliot-Curie házaspár 1933-ban. Az elemek teljesen mesterséges uton való átalakítását Cockroft és Walton 1932-ben érik el. Protonokat és deuteronokat (nehéz hidrogén atommagok) használtak fel bombázásra, ami igen jelentős eredményekre vezetett. Lawrence kimutatta, hogy a bismutnak gyors deuteronokkal való bombázása a bismutnak egy rádióaktív változatát eredményezi, mely azonos a jól ismert természetes rádióaktív E rádiummal. Bizonyos anyagok rádióaktív tételét sikerült elérni az intenzitás fokozásával. Így például a konyhasónak gyors deuteronokkal való bombázása a nátrium rádióaktív változatát eredményezi. Ez mintegy tizenöt óras felbomlása alatt nemcsak igen gyors béta-részecskéket bocsát ki, hanem a rádium által kibocsátottaknál nem jelentéktlenebb gamma sugarakat is.

Lord Rutherford kísérletei óta ismeretes, hogy az elemek bomlásánál felszabadult energia felhasználható inaktív atomoknak önmaguk ál-

tal való felbontására, mint pl. a nitrogén és alumínium atomok esetében történik a gyors részecskék és az átalakítandó atommagok egyéni kollíziója következtében — ha elégséges kezdő energiával rendelkezünk. Gyakran történik, hogy az atom-töredékek energiája, valamint a reakció folyamán keletkező részecskéké jóval magasabb annál, mint amit a reakciót előidéző részecske tartalmazhatott. Az atomátalakulást ilyenkor belső atomenergiák felszabadulása kíséri. Megállapítható, hogy ilyen atomátalakulások esetén a reakció következtében keletkezett részecskék tömegének összege alacsonyabb, mint az átalakulás előtt. A tömegnek erővé való átalakulása ez s eléggé nagy mértékben: a tömegben beállott 0.001 grammnyi differenciának közel egy millió elektron-volt erőfelszabadulás felel meg. Egészen az utóbbi időkig a testek, melyeket atomátalakítással nyertek, atomsúlyukat és atomszámukat tekintve nem távolodtak nagyon el az eredeti elemtől. Egy, legfeljebb két töltést hordozó részecskék felszabadulásáról volt szó. Az új elem, mely az atom felbontása következtében keletkezett, mindig az eredeti elem közelében maradt, az eredeti atommag egy vagy két alkotóelemének hiányával. Az átalakítás folytán létrejött új elem így legfeljebb két esetben tolódhatott el az eredeti elemnek a Mendelejeff-táblázatban feltüntetett helyétől. Ezekben az esetekben a kibocsátott részecskék néhány millió volt körül oszcilláltak. Az átalakítási eljárás folyamán létrejött energia így eléggé korlátozott volt. De új lehetőségek nyíltak meg az atomrombolás előtt a neutronok alkalmazásával az uránium felbontásánál.

Az elektromos töltés nélküli neutronok sokkal alkalmasabbak a pozitív elektromos töltésű atommagba való behatolásra és inkább bomlasztó hatásúak, mint az ugyancsak pozitív töltésű alfa-részecskék, melyeket az egynemű töltés következtében taszít az atommag. Ez az eljárás lehetővé teszi, hogy az atommagot a neutronok nagyságának megfelelő darabkákra osszák, ami valóban új és igen jelentős a felszabadítandó atom-energia mennyiség szempontjából.

3.

Enrico Ferminek és munkatársainak egy 1934-ben végzett kísérlete folytán ismét újabb felismerésekhez jutott az atombontás. Neutronokkal bombáztak urániumot, melynek atomszáma 92 s bizonyos radioaktív jelenségeket figyeltek meg, melyek közül kettőt 92-nél magasabb atomszámú elemeknek tulajdoníthattak. A fizikusok körében különös jelentőséget tulajdonítottak ennek a ténynek, ami azt jelentette, hogy nem az uránium a Mendelejeff-rendszer legutolsó eleme, hanem rajta túl is vannak még ismeretlen elemek.

Lise Meitner, O. Hahn és Strassmann kutatásai megerősítették Fermi feltevéseit, de ezáltal a kérdés csak bonyolódott. Mintegy kilenc aktív elem keletkezett így, melyek közül hat urániumon túli s ezeket a 93-97 atomszámok között kellett elhelyezni. Elfogadták, hogy atommag behelyettesítési reakciókról van szó, vagyis, hogy az új, urániumon túli elemek, a kiindulási elem, az uránium atommag töltéséhez közeleső elektromos töltésűek.

E magyarázat ellen mégis ellenérveket hoztak. A vegyi kutatások során bebizonyosodott ugyanis, hogy az új aktív elemek nemcsak a nehéz elemekhez s így az urániumhoz közeli platinával mutatnak hasonló

vegyi tulajdonságokat, hanem ezen tulajdonságaik azonosak a bárium, sőt a lanthanéval, mely elemek viszont az uraniuménál jóval kisebb atomszámúak.

Közvetlenül Fermi 1934-ben végzett kísérletei után Ida Noddack, német vegyész nő megfogalmazta azokat az ellenérveket, melyek kizárják az uraniumon túli elemek keletkezését az átalakulás folyamán. Anélkül, hogy tagadta volna ilyen elemek létezését, Noddack kimutatta, hogy a kísérletek folyamán a nehéz atommagok neutronok általi felbomlása következtében bizonyos számú *nagyobb* atommag-töredék jött létre, melyek ismert elemek iker-elemei s nem a besugárzott elem szomszédai. De ebben az időben a fizikusok az uranium atommagjának ilyen nagyobb darabokra való szakadását lehetetlennek tartották.

Még 1938 végén Hahn és Strassmann bebizonyították, hogy bizonyos uranium atomféleségek besugárzása következtében tizenhat mesterséges elem jön létre a 88-90 és 92-96 atomszámok között, melyek közül hét az uraniumon túli csoportba tartozik, nevezetesen egy-egy az uraniumhoz, a rádiumhoz és az aktiniumhoz közelálló elem. Viszont már 1939 január elején ugyanezek a kutatók közölték újabb kutatásaik eredményét, amely ellentmondani látszott előző kísérleteiknek és az atomfizika addigi eredményeinek. Elismerték, hogy a rádiumhoz és thoriumhoz közelálló változatok helyett a báriumhoz, lanthanhoz és cériumhoz közeli, viszonylagosan könnyű elemek keletkeztek. Néhány héttel később „véglegesen” kimutatták a báriumnak uraniumból való keletkezését. Elismerték ilyenformán az uranium atomnak besugárzás következtében történő nagyobb részekre való szakadását. Egyrészt Lise Meitner és Fritsch, másrészt Hahn és Strassmann ajánlották a kapott testek megvizsgálását s minthogy bebizonyították látták az uraniumtól való eltávolódását, lemondtak az uraniumon túli elemek feltevéséről. Csodálkoztak azonban azon, hogy a kapott elemeknek az atomsúlya, melyek valóban az uranium atom kettéhasadása folytán jöttek létre, egyenként körülbelül fele a kiindulási elem atomsúlyának.

Egy a német *Die Naturwissenschaft* folyóiratban 1939 nyarán megjelent tanulmányorozatban Otto Hahn, Fritz Strassmann és S. Flügge véglegesen elvetették az uraniumon túli elemek keletkezésének feltevését az uraniumnak neutronokkal való bombázása következményeként. Felfedezték, hogy egy az uraniumon túli elemek sorozatában ekaplátinának nevezett elem nem más, mint a jódnak egy más periódusú változata. Az ekairidium, egy másik uraniumon túli elem közelebbi vizsgálata is megerősíteni látszott ezt a feltevést. Kiderült ugyanis, hogy ez viszont két, ugyancsak ismert elem változatából, az említett jódnak változatot előidéző tellur s a molibden egy-egy változatából alakult. Vannak még ilyen változatai a kalciumnak, rubidiumnak, xenonnak, kriptonnak és brómnak.

4.

Az uranium atom ilyen hasadása valóságos robbanás, mely alkalmas szabaddá tenni hihetetlen atommag-energiákat. J. Thibaud, francia fizikus erre vonatkozóan a következőket írja: „Az uranium atommag két megközelítőleg egyenlő részre való szakadása egyrészt a 92. elemhez közelálló változatokra, másrészt a 40 és 50 körüli elemek változataira.

támaszkodik, melyek a szakadás következtében jönnek létre. Voltaképpen megállapítható, hogy az igen nehéz elemek atomsulya kissé tulteng a teljes értékhez viszonyítva, míg a közepes elemeknél hiány tapasztalható. Így tehát egy nehéz atom két részre szakadása mintegy 0.20 tömegvesztességnek felel meg, ami a tömeg és erő einsteini elmélete szerint körülbelül 200 millió volt energiának felel meg." Melyek tehát a következményei az uranium atomok szakadásának a neutronok hatására?

Elsősorban a felbomlott atom egyik fele sem felel meg egy a természetben előforduló állandó atomtípusnak, minthogy a neutronok száma felbecsülhetően tulteng bennük. Voltaképpen, amint a periodikus rendszerben a nehéz elemek felé közeledünk a rendes körülmények között megfigyelt atomfelépítés a neutronoknak bizonyos tultengése felé tér el a megfelelő számú protonokhoz képest. A szakadás ilyenformán egyensúly nélküli állapotot teremt a létrejött atommagokban s kényszeríti őket, hogy biztosabb atomtípussá alakuljanak, a neutronok és protonok számának kiegyensúlyozódása által, ami a 40-50 atomszámok körül következik be. A létrejött új atommagok következésképp szükségszerűen radioaktívek lesznek, minthogy ahhoz, hogy egyensúlyukat visszanyerhessék bizonyos számú (5-10) elemét ki kell bocsássák fölös atomrészeknek. Végülis az egyensúlyi állapotot megbontó részecskék kibocsátása után valamely ismert elem stabil iker-elemévé válnak. Másodszorban a felbomlott atommagból létrejött két új atommag erősen pozitív elektromos töltésű s így a Coulomb-törvény alapján valószínűtlenül nagy erővel kell taszítaniuk egymást, tekintve a hihetetlenül kis távolságot, mely elválasztja őket. A két részecske gyorsan távolodik egymástól s az így keletkező energia mindkettő esetében mintegy tízmillió volt, körülbelül tízszer nagyobb lesz annál, amely a régi atombehelyettesítési eljárásnál keletkezett.

Az atom átalakítási kísérletek a nagy érzékenyséű készülékek tökéletesedéséhez vezettek, melyek alkalmasak egyenként kibocsátani atombombázásra alkalmas részecskéket s ugyanakkor egyenként megmérni fotoelektromos eszközökkel mindegyik kibocsátott részecske energiáját. Így J. Thibaud kísérletei folyamán felfedezett az uranium felbomlásánál keletkezett olyan részecskéket, melyeknek energiája 100 millió volt. Ezek a felismerések megerősítették azokat az előzetes elképzeléseket, hogy az elemek felbontása következtében nagy energiákat szabadíthatunk fel.

Az atomok hasadását a neutronok hatására megfigyelték az uranium, thorium és thallium (az utóbbi megerősítése híjján) esetében. John A. Wheeler, a princetoni egyetem tanára nyilvánosságra hozta, hogy a protoaktinium nevű ugyancsak nehéz radioaktív elem szintén alkalmas a felbontásra és jelentékeny energiát szabadít fel. Természetesen elsősorban a nehezebb atomok alkalmasak egyensúlyi állapotuk bizonytalansága folytán arra, hogy egy viszonylag gyenge erő, a kibocsátott neutron mozgási energiája, előidézze szakadásukat. Legújában John R. Dunning, E. T. Booth és A. von Grosse amerikai fizikusoknak a columbiai egyetem atomromboló készüléke segítségével sikerült a protoaktinium atomot két részre bontani neutronok segítségével. A létrejött két elem kémiai vizsgálata kiderítette, hogy caesium és rubídium keletkezett. A felszabadult energia 200 millió elektron-volt. Ezek és

más amerikai fizikusok által végzett kísérletek a legnagyobb mértékben igazolni látszanak a feltételezéseket. Enrico Fermi kezdeményezésére a columbiai egyetem cyclotronia segítségével folytatták az uranium neutronokkal való felbontását. Az uranium atom két részre szakadt, a részecskék energiája külön-külön 100 millió elektron-volt. A neutronok által előidézett szakadás, a felhasznált neutronok energiájánál mintegy hat milliárdszor nagyobb energiát szabadított fel.

Ujabb kísérletek során a létrejött hőmennyiség első ízben idézett elő kémiai reakciót: a jódnitrogén, amit a bombázott uranium mellé helyeztek, felrobbant. Lehet, hogy ez a felismerés döntő fordulatot jelent a kísérletezés terén.

Ami az uranium felbomlása következtében keletkezett energia természetét illeti, különböző kutatók körülbelül így határozták meg: az uranium atom kettéhasadásának termékei alkalmasak 2.2 cm. levegőn áthatolni, más esetben 1.5 cm.-nyi rétegen. A felbomlás következtében gázok (valószínűleg krypton és xenon) keletkeznek, melyek rádióaktív tulajdonságúak. A két részecske energiájának összege 175 millió elektron-volt. A 200 millió elektron-voltnyi elméleti energiamennyiség s a valóban nyert energiamennyiség közötti különbség a felbomlott részecskék neutron-, elektron- és gamma-kisugárzásának tulajdonítható.

5.

Az uranium atom felbomlásánál keletkező hatalmas energiamennyiség ismeretének birtokában most már gondolhatunk azokra a lehetőségekre, melyeket az atomenergia technikai felhasználása nyújthat. Ami ebben a felbomlásban lényeges az az, hogy a neutron segítségével felbontott uranium atomból keletkező két új elem ismét neutronokat bocsát ki, melyeket további atombontásra lehet felhasználni. Egy sorozat atomreakció keletkezik így, melyeknek során egyre jelentékenyebb energiamennyiségek szabadulnak fel. „Hogy neutronokat hozzassunk létre — írja erre vonatkozóan Thibaud professzor — melyekre ezeknél a robbantásoknál okvetlenül szükségünk van, a berillium nevű elem atomjának felbomlásából indulunk ki, melyeket a rádium felbomlásánál kapott alfa-sugarakkal bombázunk. Az uranium felbomlása ilyenformán már három hasonló reakciónak eredménye, melyek mindegyikénél energiát nyerünk. Így az első bomlás, a rádium bomlása mintegy 5 millió volt energia felszabadulást jelent. Lehetségesnek látszik tehát az uranium felbomlásánál keletkezett mintegy 150 millió voltnyi tiszta energiát más, további bontásra felhasználni, amelyek során talán milliárd voltokat kaphatunk. Bizonyos tekintetben hasonló jelenség ez, természetesen végtelenül magasabb energetikai fokon, a puskapor felrobbanásával, melyet szintén egy viszonylag jóval kisebb erő, egy szikra idéz elő.“

Egyik újabban megjelent tanulmányában S. Flügge német fizikus az atomenergia technikai felhasználásának lehetőségeit vizsgálja az összes idevontkozó eddigi eredmények alapján. Fejtegetései során lehetségesnek tartja az atomreakciók sorozatát, minthogy minden neutron, mely az uranium atom felbomlását előidézi, szabaddá tesz 2-3 más neutron, melyeket újabb uranium atomok felbontására lehet felhasználni, stb. Az ezzel az elgondolással kapcsolatban felmerülő kérdések három-

félék: elsősorban reális-e ez a számítás? Másodsor: hány atom szabadul fel a kettészakadás következtében s végül: mi ezeknek a robbantásoknak az energia hozama?

Mindenekelőtt fontos kérdés a felbontandó anyag mennyisége. Tudvalevőleg a felszabaduló neutronok számuk növekedésével egyre nagyobb területen végzik felbontó munkájukat. A besugárzott gömbalaku anyag átmérőjének tehát elég nagyoknak kell lennie a felszabadult részecskék útjához viszonyítva, hogy ezek ne érkezzenek ki a felületre s ne jöjjenek ki a felbontandó anyagból. Ennek az átmérőnek hossza több méter.

Flügge számítása a következő: vegyünk felbontandónak egy 1 köbméter nagyságu uraniumoxid tömeget, aminek a súlya 4.2 tonna s 3.10^{27} molekulát, illetve 9.10^{27} atom uraniumot tartalmaz. Minthogy minden uranium atom mintegy 180 millió elektron-volt energiát szabadít fel, tehát körülbelül 3.10^{-4} erg, azaz 3.10^{-12} méterkilogramot, a felszabadult energiamennyiség 27.10^{15} méterkilogram lesz. Ez azt jelenti, hogy egy köbméter uraniumoxid (U_3O_8) elégséges energiát ad felbomlása folyamán ahhoz, hogy egy köbkilométer (egy milliárd tonna) vizet 27 kilométer magasságra emelhessünk vele. Viszont ez az energiamennyiség 0.01 másodpercnél kisebb idő alatt szabadul fel s így ahhoz, hogy technikailag felhasználhassuk megfelelően lassítani kell a folyamatot, ami még megoldandó feladat. Ez az első valódi kilátás arra, hogy technikailag felhasználhatjuk a kimeríthetetlen atomenergiákat.

F. Adler és H. von Halban fizikusok elgondolása szerint az uraniumoxid atomok bomlási folyamata meglassítható, ha vízzel és kadmiummal keverjük. Ha az atombontási reakciók sorozata megvalósul, az anyag hőmérsékletének az energia felszabadítás következtében emelkednie kell. Egy ilyen 4.2 tonna uraniumoxidból, 280 kilogram vízből és 56 gram kadmiumból álló „uraniumgép“ lehetővé tesz egy 350 Celsius fok melegeget szolgáltató hőforrást. A benne levő és a bomlás során felszabaduló energiamennyiség 70 milliárd kw. óra. Minthogy 1929-ben az összes németországi elektromos üzemek mintegy 700.000 kw. óra energiamennyiséget termeltek, egyetlen köbméter uraniumoxid tizenegy évre fedezné az összes németországi üzemek áramtermelését.

Az uranium atom felbontási kísérleteinek során a sajtóban felmerült egy egyetemes robbanás veszélyétől való félelem. Másrészt pedig az uranium felbomlásának kérdése fokozottan érdekli a geológiát is. Hogyan magyarázható, hogy mióta csak egyetlen neutron létezik, a természet ezt nem valósította meg a föld rétegződésében? Elszigetelt neutronok léteznek ugyanis mindenütt, ahol uranium vagy thorium tartalmú ásványok vannak s ezeknek azonnali robbanásokat kellett volna előidézniük. A felelet a következő: A természetben hasonló reakció kevéssé valószínű, mert sehol nem találhatók olyan mennyiségben uraniumot és thoriumot tartalmazó ásványok, hogy megfelelő mértékben felhasználhatnák a neutronok munkáját. Mégis lehetséges, hogy sporadikusan előfordulnak ilyen jelenségek a természetben is s ez valamelyes érdekelhet a geológia számára is, különösen ami a vulkanikus jelenségeket illeti.

A bennünket érdeklő kísérletek eredményeiről Thibaud a következőket mondja: „Ilyen eredmények láttára bizonyos gazdag képzeletű lei-

kek tarthatnak attól, hogy a kutatások során a fizikusok, szinte akaratukon kívül egyre inkább megközelítik minden földi anyag atomjainak felbontását s egyszer önkéntelenül a világekataklizmával találják szemben magukat. Anélkül, hogy ilyen messzire mennénk a nagy tömegek felé, elképzelhetjük az apró atomenergiák célszerű felhasználását. Jóllehet ezek a kilátások egyáltalán nem utopisztikusak, tekintetbe kell vennünk, hogy a laboratóriumi atomrobbantások, bármilyen erőteljesek legyenek is, csak az anyag elenyésző részére vonatkoznak s elég hosszú időnek kell még eltelnie, hogy e felfedezéseket gyakorlatilag hasznosíthassuk."

A belső atomenergia technikai felhasználásának lehetősége azonban többé már nem képzelgés. Tény, hogy a kérdés még igen sok problematikus elemet és adatot tartalmaz és hogy a kísérleteknek végtelen sora hivatott megoldani véglegesen és gyakorlatilag. De az, hogy ez a feladat már komoly, reális feladat s hogy arról mint valóságról lehet beszélni, önmagában is hatalmas eredménye napjaink tudományos és technikai törekvéseinek.

JÓZSEF ATTILA ÉLETE (VI)

Irta: JÓZSEF JOLÁN

Öcsödi látogatása után mama még elkeseredettebben dolgozott, hogy visszahozhassa a gyerekeit. Irántam teljesen megváltozott: türelmetlen lett, szótlán, kiméretlen. Nemcsak a tulfeszített munka volt ennek az oka, hanem — ma már bizonyosan tudom — valami névtelen elkeseredés is, hogy én milyen kivételes helyzetben vagyok mellette a két kisebb rovására. Akkor úgy éreztem, ellenséges a magatartása, gyűlöli és terhére vagyok. Semmi se volt jó, amit csináltam. Sokszor heteken keresztül nem szólt hozzám, rám se nézett. Esténként az ágy szélén ülve garasait számolta, a pénzt eltette a kagylós dobozba és eldugta. Méretlenül szenvedtem ridegsége miatt, azt sem tudtam, mit tegyek, hová nyuljak, hogy barátságosabb legyen hozzám.

Mikor a gyerekek Öcsödre költöztek, én a negyedik elemít végeztem. Anyám a vizsga után be akart adni a gyárba, ahol gyerekek is dolgoztak. Pár napig jártam oda, de úgy viselkedtem, hogy kitétek a szűrőmet; nem akartam úgy élni, úgy dolgozni, mint a többi ferencvárosi gyerek és felnőtt. Hívságosan és gyerekesen elhatároztam magamban, hogy tanítónő leszek, vagy méginkább orvos. Be is jelentettem mamának, hogy nem akarok a gyárba járni, ősszel beiratkozom a polgáriba. Mama — életemben először — alaposan elvert. Szidott, amiért nem gondolok arra, hogy segítségére legyek, csak magammal törődöm, nem jut eszembe a két kicsi. Most értettem meg, hogy elvárja tőlem, én is keressek pénzt, segítsek abban, hogy újból együtt lehessünk mind a négyen.

Inkább ösztönösen, mint tudatosan cselekedtem úgy, hogy az ő kívánságának is eleget tehessek és a magam vágyait is követhessem. Szerencsém is volt. A házmesterünk felesége lebetegedés előtt állott és fel-