

Az út az atombombáig

Irla dr. Erdey-Gruz Tibor

A háborúnak vége van, remélhetőleg belátható időkig nem lesz szükség az atombombára mint fegyverre. A hatalmak egyelőre arról tanácskoznak, hogy titok maradjon-e az atomenergia az az első komoly felhasználása emberi célokra, vagy pedig éppen azzal lehet-e majd biztosítani a békét. A Tudomány természetesen a tudomány szempontjából kíván foglalkozni az atombomba, illetve általánosabban az atomenergia problémájával s amennyire a nagy titoktartás mellett kiszivárgott adatok alapján lehetséges, jellebbenteni a fátyolt az atombomba titkairól. Dr. Erdey-Gruz Tibor, a budapesti tudományegyetemen az általános kémia rendkívüli tanára, akinek éppen most van sajtó alatt az atomokról és molekulákról írt nagy könyve, a következő cikkben beszámol az atomfizikai kutatások menetéről, eredményeiről s az amerikai és angol tudósoknak arról a hatalmasan megszervezett kollektív munkájáról, amely elvezetett az atomenergia első gyakorlati alkalmazásához, a bombához.

A MEGISMERÉS után való vágy, ismeretlen jelenségek és összefüggések felkutatásának öröme sarkalta közel másfél évszázaddal ezelőtt Dalton-t, mikor a kémiai elemek egymással vegyülő mennyiségeinek törvényeit kutatta. Vizsgálatainak eredményeként természettudományi alapon újította föl az ógörög böleselők atomelméletét, melynek értelmében minden elem legapróbb, tovább már nem osztható részecskéből, atomokból, áll. Felfogása szerint egy-egy ugyanannak az elemnek minden atomja egyenlő súlyú. Az atomelmélet fényszóróként világította meg a kémiának akkoriban igen kusza területét, s lehetővé tette a már szép számmal összegyűjtött kémiai ismeretek tudományos

szempontból való egységes rendezését.

A nevetségessé válástól való félelem tartotta vissza Prout-ot attól, hogy saját neve alatt közölje 1815-ben az atomok összetett voltáról vallott nézetét. Feltűnt neki, hogy ha az atomok súlyának egységül a hidrogénatom súlyát választjuk, akkor sok atom súlya kereken egész szám, amit álnéven kiadott értekezésében úgy magyarázott, hogy az egyes elemek atomjai különböző számú hidrogénatomból vannak összetéve. E felfogást az akkori kor tudósai elvetették, mert szilárdan hittek abban, hogy az elemek egymással nem alakíthatók át, s atomjaik függetlenek egymástól.

Megmagyarázhatatlannak lát-

szó jelenségek, érthetetlen megfigyelések okozta kielégületlenség nem hagyta nyugodni a mult század utolsó éveiben *Bequerel*-t, míg ki nem nyomozta, miért feketedett meg az a fénymentesen fekete papírosba csomagolt fényképező lemez, amelyre véletlenül egy darabka uránércet tett. A nyomozás meglepő eredményre vezetett. Az urán láthatatlan sugárzást bocsát ki magából, mely azonban a fényképező lemezre úgy hat, mint a fény, s e közben *más elemmé alakul át*. Ez az új elem a maga részéről újabb sugárzás közben ismét átváltozik más elemmé. A kémiai elemeknek egész sorozata keletkezik az uránból sugárzás közben, megdőlt tehát a régi atomelméletnek az a tanítása, hogy az atomok nem alakulhatnak át egymássá. Egy része legalább is az elemeknek, azok, melyeket sugárzásukra való célzással *radioaktív*oknak neveznek, sorozatosan átalakulnak egymássá. Atomjaik tehát nyilván nem függetlenek egymástól és nem oszthatatlanok, hanem közös alkatrészekből vannak különbözőképpen összetéve. Ha megbomlik az egyensúly az atom belsejében, akkor egyes részek nagy sebességgel kilöködnek, (ezek a részecskék alkotják a radioaktív sugárzást), s ami visszamarad, az az új atom.

Bebizonyosodván, hogy az atom összetett, kutatni kezdtek a tudósok a szerkezetét. Bár az egész atom szinte elképzelhetetlenül parányi, tízmilliomod millimétert alig meghaladó méretű, csodálatos mélyenlátással sikerült jól észlelhető jelenségekből re-

konstruálni az atom szerkezetét. *Rutherford* és *Bohr* szerint az atom apró naprendszerhez hasonló: középpontjában van a pozitív töltésű s még atomos méretekhez képest is igen kicsiny atommag, s e körül negatív töltésű részecskék, az úgynevezett elektronok keringenek, mint Nap körül a bolygók. Az atommag pozitív töltésének nagysága szabja meg a körülötte keringő elektronok számát és az atom kémiai sajátosságait. E felismerések hatására az századunk első évtizedeiben számos kutató foglalkozott az atomok szerkezetének kifürkészésével. Látszólag semmi gyakorlati hasznuk nem volt e kutatásoknak, csak egyéni intuíció s az önmagáért való kutatás vágya volt sarkalójuk.

A mesterséges atom- átalakítás kezdete

Mert ki is gondolta volna, hogy bármiféle haszon származik abból a felismerésből, hogy kevés kivételtől eltekintve ugyanannak a kémiai elemnek az atomjai sem mind egyenlő súlyúak, hanem vannak atomok, melyek súlya különböző, kémiai sajátosságaik mégis megegyezők. Ki gondolhattott volna haszonra ezzel kapcsolatban, amikor még a kimutatása is rendkívül körülményes ezeknek az úgynevezett *izotóp* atomoknak, mert csak a súlyuk különböző, minden egyéb sajátosságuk teljesen megegyező, ezért kémiai eljárásokkal nem is választhatók szét.

Miután kiderült, hogy a radioaktív elemek atomjai önként el-

bomlanak, megindult a kísérletezés, hogy nem lehet-e a többi elemek atomjait mesterségesen megváltoztatni. Ez valóban sikerült is 1919-ben Rutherfordnak. Ő nitrogént tett ki radioaktív sugárzás hatásának, s akkor néha nagy ritkán előfordult, hogy a sugárzásban nagy sebességgel száguldó részecskék egyike-másika beleütközik a nitrogénatom magjába, s ott olyan megrázkódást hoz létre, ami a belső rend megváltozásához vezet. A radioaktív sugár részecske (pozitív töltésű héliumatom) bennragad az atommagban, egyidejűen azonban egy hidrogénatommag távozik belőle robbanásszerűen, s a nitrogénatom oxigénatommá alakul át. Ez az átalakulás azonban oly ritka, hogy a keletkezett oxigén még a legfinomabb kémiai módszerekkel sem mutatható ki. A mesterséges atomátalakítást csak egészen különleges módszerekkel lehetett felismerni, melyek olyan érzékenyek, hogy már egyetlen atom átalakítását is észlelhetővé teszik.

Miután a Rutherford-féle kísérlet megmutatta, hogy az atomok átalakítása radioaktív sugarakkal való „bombázás” útján lehetséges, a kutatóknak idővel minden atom mesterséges átalakítása sikerült. Különösen azóta váltak eredményessé az atomátalakítási kísérletek, mióta 1932-ben felfedezték a *neutron*t, ezt az elektromos töltés nélküli részecskét, melynek tömege ugyanakkora, mint a hidrogénatom magjáé. Neutronnal való „bombázás” hatására nem csak

állandó atomok keletkeznek, hanem olyanok is, melyek keletkezésük után csakhamar tovább bomlanak s közben sugárzást bocsátanak ki, vagyis radioaktívak (mesterséges radioaktivitás). Mindezek az atomátalakulások azonban csak mérhetetlen kis mennyiségben mentek végbe, s csak a külön e célra kidolgozott, s szinte minden képzeletet meghaladó finomságú módszerekkel voltak kimutathatók.

Miből van az atom magja ?

A bőségesen tanulmányozott atomátalakulások lehetővé tették annak a megállapítását, hogy miből van az atom magja. A régi Prout-féle feltevés, mely miatt szerzője annyira restelkedett, lényegében beigazolódott: *Az összes atomok magja hidrogénatommagból és neutronból áll. A pozitív töltésű hidrogénatommagok (vagy más néven protonok) száma adja meg az atommag pozitív töltésének a nagyságát, a protonok és neutronok számának az összege pedig az atommag súlyát szabja meg. Ez a megállapítás azonban így egyáltalán nem megnyugtató annak számára, aki csak egy kicsit is tud fizikát. Mert előtte nem titok, hogy az azonos elektromos töltések taszítják egymást. Hogyan lehet tehát akkor az, hogy az atommagokban pozitív töltésű protonok vannak igen kis helyreösszezsúfolva és ezek nem csak hogy nem taszítják egymást, hanem a neutronokkal együtt rendkívül nagy erővel tartanak össze,*

ami abban mutatkozik, hogy az atommagokat nagyon nehéz megbontani. Ennek a magyarázatára fel kell tételezni, hogy olyan nagy közelségben, mint amilyenben az atommag alkatrészei vannak egymáshoz, minden anyagi részecske, töltésétől függetlenül erős vonzást gyakorol egymásra. E feltevés helyességét be is igazolta egy látszólagos szabálytalanság: az egyes atomok magjának súlya körülbelül akkora, mint a benne levő protonok és neutronok súlyának összege.

Amikor tehát protonok és neutronok atommaggá társulnak, tömegüknek egy kis része „veszendőbe megy”. E deficit magyarázatára nem kellett messze menni, az elméleti fizika már évtizedek óta készen tartogatta a magyarázatot. *Einstein* ugyanis egészen más jelenségek kapcsán tisztán elméleti megfontolások alapján arra az eredményre jutott, hogy tömeg energiává alakulhat, energia pedig tömeggé. Abból tehát, hogy az atommagok súlya kisebb, mint a bennük lévő protonok és neutronok súlyának összege, egyszerűen az következik, hogy amikor e részecskék atommaggá álltak össze, energia távozott és ez okozta a tömeghiányt. A tömeghiányból ki is számíthatjuk az eltávozott energia nagyságát, mert *Einstein* a tömeg és energia közötti átszámítási kulcsot („árfolyamot”) is megadta. A tömegek energiában kifejezett árfolyama igen magas: 1 g tömeg mintegy 20 millió kilovattóra energiának felel meg. Az atommagokban észlelhető kis tömeghiány is tehát

nagy energia leadását jelenti, ami megmagyarázza az atommagok nagy állandóságát: felbontásukhoz tudniillik ugyanekkorra energiát kellene az atommagra összpontosítani. Ez pedig a szokásos fizikai és kémiai eljárásokkal lehetetlen, s ezért szükséges az atommagok felbontásához egészen különleges eljárás.

Hasznosítható-e az atomenergia?

A természetes radioaktív elemek egy-egy atomjának bomlásával kapcsolatban az atom nagyságához viszonyítva nagy energia szabadul fel. Mivel azonban ezek az elemek részben igen lassan bomlanak, a gyorsan bomlókból pedig igen kevés áll csak rendelkezésünkre, a természetes radioaktív elemek bomlásával kapcsolatban nem szabadul fel gyakorlatilag hasznosítható mennyiségű energia. 1939-ig a mesterséges atomátalakítások sem biztattak azzal, hogy gyakorlatilag is hasznosítható energiát szolgáltatnak, mert a legjobb módszerekkel is csak oly ritkán voltak előidézhetőek, hogy a velük netalán kapcsolatos energiatermelés gyakorlatilag számba sem jöhetett. 1939-ben azonban *Hahn Ottó* és *Meitner Eliz* felfedezték, hogy ha a 235 atomsúlyú uránizotop atomját neutron éri, akkor ez az atom két körülbelül egyenlő nagyságú részre hasad ketté, s egyúttal több neutron sugároz ki. Ha ezek a másodlagosan kisugárzott neutronok újabb urán-235-atomok magjába ütköznek, azok is ket-

té hasadnak, s még több neutront lövelnek ki. Ezek megint újabb uránatomokat képesek átalakítani, s a folyamat *lavinászerűen* mehet tovább: mind több és több neutron keletkezik, s ezek hatására mind több és több uránatom hasad ketté. Igen fontos momentum az, hogy a hasadási termékek atomsúlyának az összege kisebb, mint az eredeti uránatomé volt: Az urán-235 atomjának kettéhasadása alkalmával tehát anyag alakult energiává és pedig igen hatalmas mennyiségű energiává. Ha gondoskodás történik arról, hogy minden másodlagos neutron egy-egy uránatomot hasítson ketté, akkor egyetlen neutron elégséges ahhoz, hogy ezt a lavinászerű uránbomlási láncot megindítsa, és az uránnak nagy mennyiségét is a másodperc törtrésze alatt hihetetlen hevességgel felrobantassa.

A valóságban azonban a közönséges urán mégsem robban neutron hatására, mert csak minden 140-ik atomja a 235-ös izotop, a többi 238-as atomsúlyú, s ez utóbbi sokkal higgadtabb, sem hogy egy neutronnal való ütközés hatására szétrobbanjon. Ha tehát a közönséges uránban neutron hatására fel is robban egy-egy 235-ös uránatom, a keletkezett neutronok túlnyomó többsége 238-as uránatomba ütközik, vagy esetleg atommagba való ütközés nélkül eltávozik az anyagból, s így nincs alkalma a robbanási lavinát megindítani.

Ha nem is sikerült azonnal értékesíteni a mesterséges uránbomlásnál felszabaduló energiát,

a tudósok rögtön felismerték, hogy ez az első atomátalakítási folyamat, melynél meg van a re-mény gyakorlati alkalmazásra. A kiaknázás módja is elvileg egyszerű. Tisztán elő kell állítani az urán 235 atomsúlyú izotopját, s gondoskodni kell arról, hogy a neutron hatására bekövetkező kettéhasadásnál kilövelt neutronok lehetőleg valamennyien újabb urán-235 atomokat alakítsanak át. Amilyen egyszerű volt az elv, olyan rendkívüliek a gyakorlati megvalósulás útjába tornyosuló nehézségek. Az egymástól elválasztandó kétféle uránatom izotop egymással, s így elválasztásukra a közönséges módszerek hatástalanok. Kilátástalan azonban e téren sem volt a helyzet, mert tudósoknak már korábban is sikerült egy-két elem izotopját rendkívül nagy fáradtsággal különválasztani. Igaz, hogy ezek sokkal kisebb atomsúlyúak voltak, ami a feladatot lényegesen megkönnyítette.

Individuális tudományos kutatás és kollektív ipari munka

Az a tudományos fejlődés, mely az atomátalakulások ügyét eddig juttatta, egyes tudósok egyéni munkájának, individuális célkitűzéseinek és kutatási módszereinek az eredménye. A hajtóerő a természet minél alaposabb megismerésének a vágya volt. 1939—40-ben azonban megváltozott a helyzet. A világ lángborult, s azoknak, akik az igazság, az emberi jogok uralmának és a békének helyreállítását írták

zászlajukra, minden kínálkozó eszközt fel kellett használni céljuk elérésére. Felismervén a tudomány hatalmas erejét, s értesülvén arról, hogy az atomkutatás éppen a háború kitörésekor oldotta meg elvileg az atomenergia felhasználását, az angolszászok minden erejüket latbavetve hozzáfogtak a gyakorlati megvalósításhoz. Mivel a legsürgősebb feladat a háború minél gyorsabb befejezése volt, atomenergiával működő robbanóbombák készítését tűzték ki célul. Ez a munka a szörnyen sürgető idő fenyegetése mellett már nem volt megoldható külön-külön, tetszésük szerint dolgozó kutatók individuális tevékenységével. Össze kellett fogni minden erre alkalmas szellemi munkaerőt, mozgósítani kellett minden szükséges testi munkaerőt és anyagi eszközt, hogy nagyvonalúan kidolgozott terv szerint kollektív munkával lehessen minél előbb megoldani a kérdést, 1941 október 11-én küldötte meg *Roosevelt*, az Egyesült Államok elnöke Anglia miniszterelnökének, *Churchill*-nek a tervet, mely szerint a két állam elméleti fizikusai együttműködhetnének. A terv megvalósult s világhírű fizikusok, kémikusok, matematikusok, nagy tapasztalatú zseniális mérnökök tucatjával áramlottak Amerika kijelölt helyeire, hogy a legnagyobb titokban, de egyúttal minden eddigi felülmúló méretekben és anyagi eszközökkel dolgozzanak az atomenergiával robbanó bomba szerkesztésén. Álcázás céljából a munka „The Manhattan Engineer District” illetve „The Me-

tallurgical Laboratory” név alatt folyt. Rövid idő múlva már 125.000 szellemi és testi munkás dolgozott, s két milliárd dollárra rúgott a befektetett tőke az újonnan épült hatalmas ipartelepeken.

A tudósok és mérnökök eddig soha nem látott együttes erőfeszítése és a hatalmas befektetett tőke meghozta a gyümölcsét: Sikerült az urán-235-öt elválasztani a sokkal nagyobb mennyiségben jelenlévő urán-238-tól. Izotopok egymástól való elválasztása igen nehéz feladat, mert legtöbb sajátságuk teljesen megegyezik, s csak egynéhány tekintetben van közöttük alig észrevehető különbség. Ezek kihasználásával dolgoztak ki a tudományos kísérletek során olyan eljárásokat, melyekkel az izotopokat igen kis mértékben szét lehetett választani. E tisztán tudományos jellegű vizsgálatoknak látszólag semmi gyakorlati hasznuk sem volt, a szétválasztott izotopok csaknem teljesen azonosak lévén, külön való előállításuk semmi előnnyel sem járt. E „haszontalan kísérletek” most azonban mégis igen hasznosnak bizonyultak, mert a gyűjtött tapasztalatok alapján lehetővé tették annak a megítélését, hogy milyen módon remélhető leginkább a két uránizotop nagyban való szétválasztása. Két módszerre esett a választás, s mivel nem volt idő kisméretű kísérleti telepek építésére, hogy ezek működése alapján elbírálható legyen, melyik az alkalmasabb, a korábbi tudományos kísérletek alapján mindjárt két hatalmas gyártelep

épült a nagybani szétválasztásra.

Az egyik eljárás azon alapszik, hogy gázok likacsos falon való átáramlásának sebessége, különben azonos körülmények között annál nagyobb, minél kisebb molekúlájuk súlya. Ha tehát egy gázalakú uránvegyületet (például uránhexafluoridot) állítunk elő, s ezt igen apró likacsú falon áramoltatjuk át, az urán-235-öt tartalmazó molekulák gyorsabban jutnak a fal túlsó oldalára, mint a valamivel súlyosabb s ezért lomhább urán-238-atomokat tartalmazó molekulák. Ennek az lesz az eredménye, hogy a falon túlra jutott gázban valamivel több lesz az urán-235, mint az eredetiben volt. A különbség azonban igen kicsi, mert a kétféle uránatomot tartalmazó molekulák súlya csak kevéssé tér el egymástól, s ennek megfelelően áramlási sebességükben is csak igen kicsi az eltérés. A likacsos falon való átszivást tehát nagyon sokszor kell megismételni ahhoz, hogy az elválasztás legalább közelítőleg teljes legyen.

A másik „urán-235 gyár“ működését arra a tényre alapították, hogy ha nagy sebességgel mozgó ionok (azaz pozitív vagy negatív töltésű atomok) elektromágnes hatása alá kerülnek, akkor eltérülnek eredeti irányukból, és pedig annál nagyobb mértékben, minél kisebb az atomsúlyuk, feltéve, hogy egyébként azonosak a viszonyok. Ha tehát uránionokat létesítünk, s ezeket elektromos előtérben meggyorsítván. sebes mozgásba hozzuk, majd erős elektromágnes hatásának tesszük ki, akkor a könnyebb

nyebb urán-235 atomok nagyobb mértékben térülnek el eredeti irányuktól, mint az urán-238-atomok. Ezáltal különválnak egymástól a kétféle izotop, és a megfelelő irányban elhelyezett kamrákban felfogható.

Az áramlási módszer szerint való elválasztás ipari méretekre való átalakítását a columbiai egyetem laboratóriumaiban dolgozták ki Urey vezetése alatt, az elektromágneses eltérítés módszerét a kaliforniai egyetemen idomították ipari méretekhez Lawrence vezetése alatt. De még mielőtt a laboratóriumi előmunka befejeződött volna, 1943-ban már épültek az elméleti alapon pontosan megtervezett hatalmas gyárak.

Plutonium, a halált-hozó új elem

Időközben kiderült, hogy közvetve az urán-238 is felhasználható az atomenergia értékesítésére. Ha ugyanis a másodlagos neutronok, melyek az urán-235 kettéhasadásakor keletkeznek, megfelelő körülmények között az urán-238 atomok magjába ütköznek, akkor ez egy új elem atommagjává alakul át, melyet *neptunium*-nak neveztek el. A *neptunium* nem állandó, hanem radioaktív, sugárzás közben csakhamar a *plutonium*-nak nevezett elemmé változik. A plutonium hasonlóan viselkedik, mint az urán-235. Atommagja neutronok hatására kettéhasad, s egyidejűen másodlagos neutronok lépnek fel, melyek újabb plutonium-atomokat képesek kettéhasítani, s

ennek folytán a plutonium bomlása is lavinaszerűen terjedhet tova. A közönséges, természetes uránban azonban plutoniumképződés nem indul meg észrevehető mértékben, mert az urán-235 hasadásakor keletkező másodlagos neutronok nagy része változatlanul eltávozik az anyagból, illetve szennyezésekre posztkolódik el, s nem jut hozzá az urán-238 átalakításához.

A plutonium-gyártás céljából tehát meg kell tisztítani a természetes uránt a szennyezésektől, másrészt viszont meg kell lassítani a másodlagos neutronokat, hogy ki ne fussanak az anyagból, hanem elég ideig tartózkodjanak az uránatomok között ahhoz, hogy végül lehetőleg mindegyik átalakítson egy-egy urán-238 atomot neptuniummá illetve plutoniummá. A neutronok lassítására grafit mutatkozott alkalmasnak, melynek hatása alatt valóban sikerült a természetes urán zömét alkotó urán-238 izotopot plutoniummá alakítani. A plutonium már nem izotop az uránnal, s így attól kémiai módszerekkel is elválasztható, a keletkezett plutonium elkülönítése a még változatlan urántól tehát nem jár olyan nehézséggel, mint az urán-235-é.

A nagyméretű plutonium-gyár Hanfordban (Washington) épült. Sikeresen működött, de üzeme hallatlanul veszélye volt. A plutoniumgyártás közben olyan mennyiségben keletkeztek mesterséges radioaktív elemek, amilyenre eddig soha példa nem volt. Radioaktívvá váltak a vizek, radioaktívvá vált a szél! S a

rendkívül erős sugárzás súlyos veszéllyel fenyegette az ott dolgozók életét. Nagyvonalú óvatossági intézkedéseket kellett életbe léptetni, védőberendezéseket szerkeszteni a plutoniumgyártás rész munkájában résztvevők egészségének megóvására. Mindenki apró elektroszkópot vagy kis darab fénymentesen csomagolt fényképező filmet hordott magánál, hogy megállapíthassa, éri-e testét radioaktív sugárzás.

Még mielőtt az atombomba nyersanyagait, az urán-235-öt elválasztó és a plutoniumot előállító nagyüzemek elkészültek volna, Los Alamosban (New-Mexico) megindult magának az atombombának a kidolgozása. Ezt a munkát *Oppenheimer*, a californiai egyetem tanára vezette. Mire az atombomba nyersanyagát folyamatosan tudták szállítani a gyárrak, addigra működésbe jött magát az atombombát előállító gyár is. A szerkezet és a gyártási eljárás részletei szigorú titkok, annyi azonban kiszivárgott, hogy szerephez jutott a Fort Knox aranykinese is.

Az atombomba gyártása

Az atomenergia első felhasználásaként elkészült atombomba szörnyű hatásáról Hiroshima japán város pusztulása tanuskodik. Kidolgozó nagy felelősséget éreztek magukra nehezedni, és *Smith*, a princetoni egyetem tanára, az atombomba előkészítéséről írt jelentésében bevallja, hogy a közreműködő tudósok közül sokan remélték olyan akadály

felmerülését, mely elvileg lehetlenné teszi az atombomba elkészítését. A remény azonban hiúnak bizonyult, s az atombomba elkészült. Elkészülhetett, mert megfelelő korszerű módon fogtak elkészítéséhez: szabad tudósok önmagáért való tudományos kutatásai által individuálisan megművelt és kellőképpen kifürkészett területen jól szervezett kollektív munkával fogtak hozzá az elméleti és kísérleti tudomány eredményeinek gyakorlatba való átültetéséhez.

A tudomány és gyakorlat eme hatalmas összefogásának első eredménye pusztító eszköz. De a

tudomány már jóval az atombomba megvalósítása előtt megmutatta az utat a robbanási lavina meglassítására. Ha pedig e lassítás folytán az atomenergia nem a másodperc törtrésze, hanem hónapok vagy évek alatt szabadul fel, akkor pusztítás helyett termelő gépek hajtására és az emberiség jólétének növelésére hasznosítható. Bízunk benne, hogy a tudomány nagy eredményeit csak azért kellett először pusztításra felhasználni, hogy ezzel annál inkább biztosítva legyen a jövő békés fejlődésének és az emberiség boldogulásának az útja.

A MEXICÓI-öböl mentén, Texas déli részén, minden májusban mérföldeken át olyan tömegben rakják le a teknősbékák tojásaikat, hogy a 2—3 láb nagyságú teknőik egymáshoz ütdődése folytán keletkező zaj állandóan hallatszik, amint a part mellett elhaladnak. A mexicói tojás vadászok úgy járnak rajtuk, mint valami mozgó mezőn. Amikor a teknősbékák megtalálják a megfelelő helyet, gödröt ásna, belerakják 60—70 tojásukat és gondosan lefedik homokkal. Három napon belül aztán, amilyen gyorsan jöttek, olyan hirtelesen el is távoznak. A tojás vadászok — nemcsak emberek, hanem prairie-farkasok és keselyűk is — azonnal elkezdik a tojások kiásását, amint a lerakás megtörtént. A vadak és keselyűk csupán a keltetéshez szükséges 21 nap alatt úzik a vadászatot, az emberek még azután is ott maradnak, mert ekkor kezdődik a legérdekesebb színjáték: a kis teknősbékák kimásznak a homokból és mint óriási bolhák, elkezdnek a víz felé rohanni. Egészen ellepik a partot — mert bár teknőjük gyöngye héja könnyű prédája is a prairie-farkasoknak és a keselyűknek, olyan tömeg van belőlük, hogy ezek csak kis részüket falhatták fel.

Azonban még akkor sincsenek biztonságban, amikor elérték a vizet: a halak várják őket végtelen tömegekben. De a teknősbéka szülők bölcsen választották ki ezt a helyet, mert a partvidék közelében lépesmézzel borított sziklák találhatóak és ezekben a szirtekben a csecsemő teknősbékák nagy része menedéket talál, amíg teknőjük megerősödik.