**Gáspárdy Géza felajánlása a Sugárvédelmi Füzetekbe**

**Hasznos idézetek a sugárvédelemmel és más természettudományokkal kapcsolatban.**

**Kedves Géza minden olvasó nevében köszönjük szépen!**

**SUGÁRBIOLÓGIA**

   "A természetes háttérsugárzás a kozmikus sugárzástól, a földben levő radioaktivitástól és a szervezetbe bejutó radioaktív izotópok sugárzásának együttesétől származik. A természetes háttérsugárzás nagysága Földünkön széles határok között változik; egyes területeken kiemelkedően magas. A legmagasabb értékeket Keralában (India) mérték, ahol évi dózisa eléri a 13 mSv-et. Az átlagérték e területeket leszámítva évi 1 mSv körül van.” *(Kuhn Endre)*

  "A DNS kettős száltörés sokkal ritkábban fordul elő, mint az egyszáltörés. Az előbbi okoz súlyos sejtkárosodást, sőt sejtpusztulást." *(Mózsa Szabolcs)*

"Az ionizáló sugárzás az anyag atomjainak, molekuláinak ionizálása, gerjesztése révén fejti ki hatását. A tapasztalt biológiai hatások azonban erőteljesebbek, mint amit az aktuális energiamennyiség alapján várhatnánk, és ezért ennek az aránytalanságnak a magyarázatára az idők folyamán számos elméletet állítottak fel." *(Zsebők Zoltán)*

"Szembesülünk azzal a problémával, hogy jelentős biológiai hatást okoznak olyan sugárdózisok, melyek csak kis mértékű kémiai változást hoznak létre. 500 000 r. dózis egy köbmikron élő szövetben 1 000 000 ionizációt okoz, az atomok száma 1 köbmikronban azonban 1011. Így a nagyon nagy 500 000 r. dózis is csak elég kis százalék kémiai változást okoz." *(Douglas Lea)*

   "Mai ismereteink szerint a DNS károsodás felelős a biológiai sugárhatásért, ez tehát a legkritikusabb "céltábla", de a maghártya és az enzimek sérülése is valószínű. Ha az ionizáció közvetlenül a kritikus "céltáblában" jön létre, ez a közvetlen (direkt) sugárhatás. Ha a sugárhatást szabad gyökök (főként vízből eredők) váltják ki, ez a közvetett (indirekt) sugárhatás." *(Kuhn Endre)*

„A DNS sugárkárosodásában a kvantummechanikai alagúteffektus is szerepet játszik.” *(Mózsa Szabolcs)*

*"*A sugárhatás következtében a víz nagymértékben aktív lesz, ezért aktív víznek nevezzük...Az ionizációk a sejtekben és szövetekben kémiai változásokat okoznak." *(Rodé Iván)*

„Van egy ritka betegség, az akatalázia (amit Japánban fedeztek fel), a vörösvérsejtek nagyon kevés katalázt tartalmaznak. Aebi követett ilyen eseteket Svájban és kimutatta, hogy e betegek vörösvérsejtjei sokkal érzékenyebbek a röntgensugárzásra, mint az egészséges betegek eritrocitái. *(O. H. Warburg)*

   „A D0-dózis értéke a sejtnek mintegy a sugárérzékenységét jelzi.” *(Kuhn Endre)*

    "A szem legsugárérzékenyebb részlete a lencse, amelyben sugárhatásra cataracta képződik." *(Várterész Vilmos)*

  "Az oxigénhatás minden biológiai objektumnál és minden sugárreakciónál megfigyelhető, tehát a sugárbiológia egyik legáltalánosabb törvényszerűsége." *(Várterész Vilmos)*

 "A biológiában *abszolút* sugárrezisztenciát nem ismerünk, a sugárrezisztencia mindig *relatív*, a sugárérzékenyebb objektumokhoz viszonyítva." *(Várterész Vilmos)*

 "Teljesen sugárérzéketlen *refracter* sejt nincs. Nagy mennyiségű sugárzásra minden sejt károsodik." *(Ratkóczy Nándor)*

 "Az algák nagyon sugárrezisztensek, amint azt a Bikininél szerzett megfigyelések is igazolják. Az alga-flóra a legerősebben radioaktív zónákban sem szenvedett károsodást." *(Várterész V.)*

"Az élőlények sugárérzékenysége rendkívül különböző." *(Várterész V.)*

   "A sugárártalom szerepe a leukaemia keletkezésében közismert és egységesen elfogadott. Abban az időben, amikor a radiológusok sugárvédelme még nem volt kielégítő, radiológusok között hat-nyolcszor annyi volt a leukaemiások száma, mint nem-radiológusokon." *(Kelemen Endre)*

"A Deinococcus radiodurensis károsodás nélkül elvisel 150 kGy sugárzást, a legsugárrezisztensebb élőlény." *(Természet Világa)*

"Nagyon radioszenzitívek

•         nyirokszövet

•         csontvelő

•         gasztrointestinális epithelium

•         gonadok

•         embrionális szövetek “ *(Turai István)*

   "A hematológiai elváltozások küszöbdózisa:

         a) 0,1 Gy

         b) 1 Sv

*c) 0,5 Gy*

      d) 0,15 Sv" *(Turai István)*

  "Erythemát nem okoz:

          a) 10 Gy

          b) 3 Gy

*c) 0,6 Gy*

   d)  6 Gy" *(Turai István)*

        „Mekkora sugárdózist kapsz saját magadtól? Szerencsére a legtöbb radioaktív izotóp kisenergiájú bétaelektronokat bocsát ki, és a felszabaduló energia felét neutrinók fennakadás nélkül viszik magukkal. Ezért a 14C-bomlásonként leadott 0,01 pJ, a 3H-bomlásonként leadott 0,001 pJ, a 87Rb-bomlásonként leadott 0,022 pJ átlagos ionizációs energia viszonylag alacsony dózisterhelést jelent. Lássuk a 40K bomlását, hiszen ebből van a legtöbb! A 40K atommag 90 % gyakorisággal 40Ca-ra bomlik vissza, a maximális energia 0,2 pJ, ennek mintegy harmada jut az elektronra, a többi a mozgékony neutrinóra, tehát negatív bétabomlásonként helyszínen leadott ionizációs energia 0,7 pJ. A 40K atommag 10 % gyakorisággal elektronbefogással az 40A atommag gerjesztett állapotába megy át (csak neutrinó lép ki), de ezután a gerjesztett atommag 0,23 pJ energiájú gamma-fotont emittálva kerül stabil alapállapotba. A gamma-fotonoknak kétharmada áthatol testünkön és elhagyja azt, de egyharmada valahol elnyelődik. Így 40K-bomlásonként végülis

(0,90-0,20pJ+0,10 ·0,23pJ)/3=0,7pJ

átlagos ionizációs energiával számolhatunk. Mivel másodpercenként 73 bomlás következik be testkilogrammonként, ez 1 s alatt 73 ·0,1pJ=5,11 pJ/kg, egy esztendő (3 ·107) alatt pedig közel 0,15 mJ/kg ionizációs energiát jelent. A 40K által előidézett sugárterhelésünk 0,15 mSv/év. Ha hozzávesszük testünk széntartalmát, stb. is, azt kapjuk, hogy *saját testünk anyaga olyan sugárterhelésnek tesz ki bennünket, ami eléri a 0,18 mSv/év értéket.” (Marx György)*

"Az egyes fajok endotoxin- és sugárérzékenysége között furcsa párhuzamosság figyelhető meg." *(Bertók Lóránd)*

 "Az ionizáló sugárzás jelentős károsító hatást fejt ki az immunrendszer egészére." *(Bertók L.)*

„A differonok sejttermelő képessége igen nagy, de nem végtelen. Ha egy „élettani standard ember”-ben a differonok termelte sejtek élettartamuk végeztével nem pusztulnak el és ezek raktárt képeznének, úgy az említett élettani standard emberben 70 életév alatt és 70 kg testtömeg mellett 470 kg vörösvértest, 5400 kg granulocyta, 6850 kg bélhámsejt, 275 kg lymphocyta, 86 kg bőrhámsejt, 40 kg vérlemezke képződik (Bond, Fliedner és Archambeau, 1965.). Hatalmas tehát a differon sejttermelő képessége. Mégis: néhány foton vagy részecske elég lehet ahhoz, hogy halálos kimenetelű malignus betegség jöjjön létre ezekben a rendszerekben.” *(Mózsa Szabolcs 2011)*

„A sugárenergia elnyelődése a DNS-ben igen gyorsan, heterogén és LET-dependens. Minél nagyobb a LET-érték, annál több a DNS sérülések száma. (1 Gy energia 2x105 ionizációt okoz egy emlőssejtben). A károsodás kémiai természetű, létrejöttéért a szabad gyökök, a direkt és indirekt mechanizmusok a felelősek. Uralkodó nézet az is, hogy a fenti differenciálódási folyamatban a sugárérzékenység a DNS-től jobbra csökken.

A gyakoribb DNS-károsodások a következők: egyes és kettős lánctörés (strand break), báziskárosodás, keresztkapcsolódás (cross link). Ez utóbbinak további két típusa ismert: a.) láncok közti (interstrand) és b.) lánc és protein közti kötés. A károsodások restitúciójában (molecular repair) újabban nagy reményeket fűznek a topoizomeráz II. enzim felfedezéséhez. Magas LET-érték esetén, ugyanígy hypoxiában a repair-kapacitás kicsi, (Lea, 1946)  
A lineáris makropolymer DNS sugársérülésének ma a legjobb magyarázatát a kvantumbiokémia adja (Ladik, 1967). A DNS helikális szerkezete és a delokalizált л-elektron rendszere alapján elektromos, inhomogén félvezetőként viselkedik. A vezetési elektronok a molekula-szennyeződésekből származnak (pl. Fe). A helix hossztengelye mentén történő elektronvándorlást az egymás feletti purin és pirimidin bázisok elektronjainak pályaátfedési (overlap) biztosítják, és ezen utóbbiak biztosítják az ún. exciton-kölcsönhatást. Sugárhatást követően gerjesztés (excitáció) és π-elektron-kiszakadás (pozitív lyukképzés) lép fel. Ez utóbbi könnyebben jut el a helixnek olyan részeihez, ahol locus minoris resistentiae állapot van és a despiralizáció, a lánctörés, a báziskárosodás könnyebben alakul ki. Döntő mozzanat a H-híd felszakadása, a helix láncainak szétválása. Ha a H-atom protonja a kvantumbiokémiai potenciálgát valamelyik alagútnívóján átjut (a felvett energiának megfelelően!) a második potenciálgörbe, úgy tautomér átrendeződés következik be és anomális bázispárok képződnek. Ezek nem követik a Chargaff-Watson-Crick-féle báziskorrelációs törvényt (A:T = G:C = 1.), azaz adenin citozinnal képez pl. anomális bázispárt. Az anomális bázispárok síkban és térben nem férnek el a helixen belül, ezért a kettős lánc szerkezete instabillá válik, a helix szétnyílik. Ez azt jelenti (jelentheti), hogy nem optimális időben és helyen nyílik lehetőség a m-RNS bioszintézisére: így „anomális” lesz a polypeptidlánc, a struktúra és a működés. A kvantumbiokémiai modell, amely a H-híd protonjának vándorlását a Gamow-féle alagúteffektus működésével értelmezi, sikeres eszköz lehet a sugár- és chemotherápia kutatásában.” *(Mózsa Sz. 2011)*

**DOZIMETRIA**

   „A sugárdozimetria feladatát a következő módon fogalmazhatjuk meg: meghatározni adott esetben  a szövetekben a kérdéses helyen elnyelt energiát.” *(Tarján Imre)*

   ”Egy ionpár termelésére jutó energia a hullámhossztól független, éspedig elektronok esetén levegőben kb. 34 eV (szövetekben átlagosan ugyanennyi), protonok, α-részecskék stb. esetén kb. 35 eV.” *(Tarján Imre)*

„Az ábrán a levegő és a víz abszorbciós görbéjét látjuk. A test lágy szövetei gyakorlatilag ugyanúgy abszorbeálnak, mint a víz, ezzel tehát azok abszorpciós görbéjét is megadtuk.” *(Tarján Imre)*

   "Sokféle doziméterrel nagyon különböző dózisokat mérhetünk, a mért dózisok különbsége 13 nagyságrend is lehet." *(Tarján Imre)*

„A levegő ionizációján alapuló dózismérés két szempontból is alkalmas a sugárzások biológiai hatásokat kiváltó adagjának a mérésére. Egyrészt a mérés alapjául olyan jelenséget, az ionizációt választották, amely a biológiai hatások kiváltásában is alapvető jelentőségű, másrészt a levegőben és az élő szövetekben létrejövő sugárgyengülés messzemenően párhuzamos. Ennek az az oka, hogy a levegőt és az élő szöveteket alkotó elemek rendszámának átlaga, vagyis effektív rendszáma csaknem azonos. A testszövetek sűrűsége viszont 770-szer nagyobb, mint a levegőé.” *(Várterész Vilmos 1963)*

**SUGÁRVÉDELEM**

  "A távolság a legjobb sugárvédelem." ("Abstand ist der beste Strahlenschutz"). *(Bernhard Naunyn)*

     „Miközben a röntgensugár minden anyagon áthatol (ez a körülmény nagyon megnehezíti a sugárvédelmet), egy része a testekben elnyelődik.” *(Fráter Lóránd)*

        "Minden röntgenvizsgálatot, különösen ismételt vizsgálatokat csak akkor rendeljünk el, ha az feltétlenül szükséges. Ne végeztessünk semmiféle hasi rtg. vizsgálatot terhes nőkön, hacsak életveszély nem követeli, s lehetőleg kerüljünk minden egyéb röntgenvizsgálatot is, különösen a terhesség első felében."*(Kelemen Endre 1961)*

      "Helyesen járunk el, ha terhes nőkön - különösen a terhesség első felében- radiológiai vizsgálatokat csak a legszükségesebb esetekben végzünk, a has sugártérbe kerülését mindenképpen kerüljük, és sugárkezelést nem alkalmazunk." *(Kelemen Endre 1961)*

     „A látható fény 10 méter tiszta vízrétegen is keresztülhatol. Ugyanilyen vastagságú vízréteg azonban hatékony védelmet nyújt egy atomreaktorban a rendkívül radioaktív fűtőelemek sugárzása ellen." *(Fráter L.)*

     „Az α-sugárzás veszélyes-e? Külsőleg általában nem, mert már a bőr szarurétege teljesen elnyeli. Belsőleg nagyon veszélyes.” *(Porubszky Tamás)*

         „Az Ytong széles körben alkalmazott építőanyag. Az Ytong röntgensugár-elnyelését vizsgáltuk széles sugárnyaláboknál és 50-140 kV csőfeszültségeknél. Összehasonlítottuk a betonra és más építőanyagokra közölt eredményekkel. Az eredmények azt sugallják, hogy az Ytong nem alkalmas közönséges diagnosztikai installációk primer röntgensugár árnyékolására. Azonban tipikusan 15-20 cm vastag Ytong falak megfelelő védelmet nyújtanak fogászati és mammográfiás installációknál.” *(I. A. Tsalafuotas és társai 1998)*

**SUGÁRBALESETEK**

      "A perui sugárbalesetben, 1998-ban a sérült bőrdózisa 9996 Gray (10 kilogray) volt." *(Turai I.)*

    „Az iráni sugárbalesetben, 1996-ban a sérült fiatal férfi egésztest dózisa mintegy 2 Gy volt. Analgetikumot, antibiotikumokat, helyi ezüst szulfadiazint, trombocita transzfúziókat, valamint G-CSF-et (Leucomaxot) kapott.” *(Turai István)*

      “A limfociták azok a vérsejtek, melyeknek száma rendszerint először csökken ioniáló sugárzás expozíció utána. A nyiroksejtek számának csökkenése a vérben durva, de egyszerű és érzékeny és ezért fontos becslése a sugársérülés súlyosságának az expozíció után 48 órán belül. Pl. egy beteg, akinek nyiroksejt száma 1500/mm3 fölött marad 48 óra után, klinikailag jelentős sugárdózist kaphatott, de a prognózis meglehetősen jó. Másrészt, egy páciens, akinek limfocita száma 500/mm3 alá esett 24 órán belül, annak a sérülése életveszélyes.” *(Turai István)*

          "0,5 Gy-nel kisebb sugárdózis még nem okoz hematológiai eltérést. 10 Gray akut egésztest-dózis nagy valószínűséggel halálos." *(Turai István)*

 "Hematológiai változásokat lehet megfigyelni ekkora sugárexpozíció után:

a) 0,1 Gy  *b) 1 Sv   c) 0,5 Gy*   d) 0,15 Sv" *(Turai I.)*

  "A bőrpírt (erythemát) nem okozhatja ekkora elnyelt dózis:

*a) 1 Gy*            b) 3 Gy            *c) 0,6 Gy*        d)  6 Gy" *(Turai István)*

  "Melyik sejtvonal sérülése felelős a gasztrointesztinális szindróma legtöbb manifesztációjáért?

            a) a bélflóra

            b) a szubmukozális vérerek sejtjei

*c) a nyálkahártya kripta sejtjei*

            d) a simaizomsejtek" *(Turai I)*

     “Válassza ki azt a felsorolást, amelyben csak nagyon radioszenzitív szövetek vannak!

*a)* *csontvelő, nyirokszövet, gasztrointesztinális hám*

b) tüdő, lencse, központi idegrendszer

c) bőr, kötőszövet, izom”  *(Turai I.)*

“Mennyi volt a becsült maximális bőrdózis a perui sugársérültnél?

            a)  1 Gy           b) 1 kGy          c) 200 Gy        d) 10 Gy          *e) 10 kGy* “ *(Turai István)*

  "A poroszkék (prussian blue) hatékony a test terhelésének csökkentésében:

  a)   plutónium       b) urán      *c) cézium*  d) plutónium és urán” *(Turai I.)*

  „1999. szeptember 30-án Tokaimurában, Japánban sugárbaleset történt. O úr (Mr. O) 17 Sv egésztest-dózist szenvedett. Szinte azonnal eszméletét vesztette, azonnal hányt, az első órában már hasmenése volt, amely 4 napig tartott. A bőrén kiterjedt eritéma, hólyagképződés. Tüdőödéma, kétoldali pleurális folyadékgyülem, később veseelégtelenség, magas kreatinin szintek, magas bilirubin értékek. A 82. napon az intenzív kezelés és ápolás ellenére exitált.” *(Turai István)*

**SUGÁRTERÁPIA**

    „Gyorselektronterápia esetén durván az elektronenergia fele jelzi cm-ben a szöveti hatótávolságot, pl. egy 10 MeV-es elektronsugárzásnak maximális szöveti hatótávolsága 5 cm.” *(Kuhn Endre)*

 "Egy malignus lymphomás betegünk egyoldali súlyos combfejnekrózisáért egyértelműen az alkalmazott sugárkezelést tehetjük felelőssé." *(Kuhn Endre)*

 "Vannak kifejezetten sugárérzékeny daganatok, így pl. a seminoma, a dysgerminoma, a malignus lymphomák." *(Kuhn Endre)*

 "Léteznek negatív, semleges és pozitív π-mezonok, csak a negatív pionok alkalmazhatók sugárkezelésre." *(Faiz Khan)*

         „Pozitív és negatív, valamint semleges pionok egyaránt előfordulnak, de terápiás szempontból a negatív pionok érdekesek, melyeket nagy valószínűséggel fognak be a pozitív töltésű atommagok. Ezek a nagy energiafelvétel következtében felrobbannak, és a terápiás hatást a maghasadványok váltják ki.” *(Tarján Imre)*

„Alfa-sugárzók a daganatkezelésben.

A daganatgyógyítás egyik fontos problémája az áttétek kezelése. Ennek egyik hatásos formája a radioimmunoterápia (RIT).

211-asztatin

225-aktínium

223-rádium

212-bizmut

213-bizmut

255-fermium

149-terbium” *(Gyenes György)*

**INFORMATIKA**

   "A számítógép *(computer)* mindössze két értékből álló - igen és nem, 1 és 0 - álló, bináris egységekkel *(bit)* dolgozik." *(Fráter Lóránd)*

*"*A számítógép nagyon gyorsan működik, de nincs fantáziája, nem kreatív." *(Vittay Pál)*

*„A computer nem gondolkodik.”* *(Juvancz Iréneusz, Paksy András)*

 "Az információ alapegysége a bit lett: 0 vagy 1, van áram vagy nincs. Hasonlóság a Bar-Kochba játékhoz, igen vagy nem, bólintás vagy fejcsóválás." *(Vittay Pál)*

„Egy nyolc bit hosszáságú szám, amilyen a 10010111, neve *byte (B)*, ami 28=256 érrtéket fejezhet ki. Ennek többszöröseivel is találkozhatunk, amit a byte elő tett jelzővel fejezünk ki: 1 k (kilo)=103, 1 M (mega)=106, 1 G (giga)=109, 1 T (tera)=1012.” *(Fráter Lóránd)*

 „Nem azért kell adatbázist készíteni, hogy mások megdicsérjenek (szakma). Azért kell jó adatbázist tervezni, hogy másokat jól el tudjunk látni az élet nélkülözhetetlen kellékével, az ismerettel (hivatás). Elsősorban ezt a szemléletet kell elsajátítani.” *(Halassy Béla)*

**FIZIKA**

**Atomok, magok és elektronok**

     "Az atomot, az anyag alapvető építőkövét sokat vizsgálták, és egyre bonyolultabb kép alakult ki róla. Mégis az atom viszonylag egyszerű naprendszer modellje - egy mag körül keringő elektronok - sok atomi jelenség kielégítő magyarázatára alkalmas és előnye, hogy könnyű elképzelni." *(William Hendee)*

    "Rutherfordnak támadt az a gondolata, hogy legtermészetesebb dolog a kis világot a nagy világhoz hasonlónak tartani: minden atomot egy kis naprendszernek tekinteni, melynek Napja az atommag, bolygói pedig az elektronok." *(Császár Elemér)*

„A hidrogénatom a legeslegegyszerűbb atom, az atomfizika Benjáminja.” *(Károlyházy Frigyes)*

       "1815, Anglia: Prout feltételezi, hogy minden kémiai elem egyetlen őselemből, a hidrogénből épül fel.”*(Györgyi Géza)*

*"*1815-ben Prout angol orvos feltételezte, hogy az atomok nem végső, felbonthatatlan építőkövek, hanem a legkönnyebb elemnek, a hidrogénnek atomjaiból épülnek fel.” *(Györgyi Géza)*

     "Az elektron az atomnál sokkal könnyebb és minden atom alkotórésze." *(J. J. Thomson)*

     "Az atommagban nem tartózkodhatnak elektronok." *(Marx György)*

     "Minden atommag sűrűsége azonos, emiatt folyadékcsepp modellre gondoltak. A víz sűrűsége azonos, mindegy, hogy egy tenger, a Balaton vagy egy pohár víz." *(Marx György)*

"Az atommag sűrűsége a hétköznapi anyagokhoz képest extrém nagy, 100 millió tonna/cm3.” *(Marx György)*

      "Az atom térfogata úgy aránylik a maghoz, mint a Gellérthegy egy kosárlabdához." *(Györgyi Sándor)*

.

  "Hogy a tér- és nagyságbeli viszonyokat érzékelni tudjuk, a héliumatomot a következőképpen képzelhetjük el: ha egy labdarúgópálya közepén van a színes gombostűfejnyi atommag, akkor a mindössze vörösvértest nagyságú elektronok valahol a lelátó széksorai között lehetnek." *(Fráter Lóránd)*

 "Ábra A nitrogénatom femtolézer-felvétele az elektronok három burokban való elhelyezkedését  ábrázolja." *(Fráter Lóránd)*

**Ún. celluláris anyagok**

       „Környezetünkben számos olyan anyag található, amelynek szerkezete apró, üreges egységekből, cellákból áll, ezeket összefoglalóan celluláris anyagoknak hívjuk. Ilyenek a különböző habok (szappanhab, sörhab, borotvahab), a mosogatószivacs, de ilyen tulajdonságú a hungarocell és a bukósisakok belsejét alkotó műanyag is. Az élelmiszerek között is előfordulnak celluláris anyagok, például a kenyér, a piskóta és a jégkrém.

A természetben is találhatunk celluláris anyagokat. A legismertebbek a fa és a szivacs, de emellett a korall, az emberi koponya és a combcsont is celluláris szerkezetű. Az emberiség már több ezer éve használ természetes celluláris anyagokat, de csak a 20. században kezdett el mesterséges celluláris anyagokat iparilag előállítani; először polimerekből, később kerámiákból, üvegekből, fémekből. Napjainkban leginkább a polimerhabok terjedtek el, ám ezek alkalmazhatóságának a kis szilárdság, az alacsony olvadáspont és a tűzveszélyesség szab határt. Fémek habosításával azonban nagy fajlagos szilárdságú, jó energiaelnyelő anyagokhoz juthatunk, amelyek több száz fokos hőmérsékleten is stabilak, ráadásul száz százalékban újrahasznosíthatók. Emellett jó hangelnyelők és alkalmazhatók rezgéscsillapításra, valamint elektromágneses árnyékolásra is.” *(Kádár Csilla, Kenessei Péter)*

**Fénysebesség**

    „Olaf Römer 1676-ban a világon elsőként határozta meg a fénysebességet, először döntötte el azt a kérdést, hogy a fény sebessége végtelen vagy véges.” *(Porubszky Tamás)*

    "Galilei végezte az első fénysebességmérési kísérletet...A kísérlet eredménye azonban negatív volt...Olaf Römer a fény sebességére 3x108 cm/s értéket kapott Galilei halála után alig három évtizeddel." *(George Gamow)*

„A relativitáselmélet egyik alapvető megállapítása: egyetlen test sem mozoghat gyorsabban, mint a fény.” *(Dietrich Stauffer és Howard Stanley)*

„A β-részecskék kezdősebessége megközelítheti a fénysebességet.”  *(Tarján Imre)*

     "A β-sugárzás részecskéi pozitív vagy negatív töltésű elektronok. Sebességük 108...3x108 m/s." *(Fráter Lóránd)*

**Figyelemfelkeltő könyvfejezetcímek**

George Gamow: Mr. Tompkins in Wonderland című könyv

1. A városi sebességkorlátozás

2. A professzor előadása a relativitáselméletről

3. Tompkins úr szabadságra megy

4. A professzor előadása a görbült térről, a gravitációról és az univerzumról

5. A pulzáló világegyetem

6. Kozmikus opera

7. Kvantumbiliárd

8. Kvantumőserdő

9. Maxwell-démon

10. Az elektronok vidám nemzetsége

11. Az előző előadás egy része, amit Tompkins úr átaludt

12. Az atommagon belül

13. A fafaragó

14. Lyukak a semmiben

15. Tompkins úr megkóstolja a japán ételeket

(1. arról, hogy a fénysebességnél egy test sem halad gyorsabban, 2. a relativitáselméletről, 3. és 4. kozmológiáról 5. a világegyetem expanziója és összezsugorodása, 6. Lemaitre és az ősrobbanás elmélete, 7. és 8. kvantumjelenségek, 9. a valószínűség, az entrópia és a folyadék felforrása, 10. az elektronhéjak és a Pauli-elv, 11. a Bohr-féle atommodell és a kémiai elemek periódusos rendszere 12. az atommag, protonok és neutronok, 13. a fafaragó George Gamow képzeletében atommagokat készít protonokból és neutronokból, 14. a pozitronok 15. a japán fizikus, Hideki Yukawa és a π-mezonok, valamint az erős kölcsönhatás)

**Kvarkok**

   "Szabad kvarkot soha nem sikerült igazolni." *(Hegyi Sándor)*

**Levegőmolekulák**

     Egy levegőmolekula másodpercenként 1-2 milliárdszor ütközik." *(Teller Ede)*

**Határozatlansági reláció**

   "A határozatlansági reláció (Heisenberg 1927) a kvantummechanika talán legalapvetőbb eltérése a klasszikus mechanikától...Minél nehezebb a részecske, annál kisebb a határozatlansága. Aki Rolls-Royce-ával a tilosban parkol, nem hivatkozhat Werner Heisenbergre (1901-1976)." *(Dietrich Stauffer és Howard Stanley)*

**Humor**

  "Gondolatkísérlet: gyorsulással zuhanó liftben vagyunk! (még szerencse, hogy nem valóság!)" *(Jurij Fialkov)*

 "A határozatlansági reláció (Heisenberg 1927) a kvantummechanika talán legalapvetőbb eltérése a klasszikus mechanikától...Minél nehezebb a részecske, annál kisebb a határozatlansága. Aki Rolls-Royce-ával a tilosban parkol, nem hivatkozhat Werner Heisenbergre (1901-1976)." *(D. Stauffer és H. Stanley)*

**Izotópok**

   "A természetben szinte minden elem izotópok keveréke, melyek egy része stabil, más része instabil atomi felépítésű. Az utóbbiak bizonyos idő után sugárzások kibocsátásával mennek át, innen származik nevük is: *radioaktív izotópok.*(Mint az eddigiekből kiderül, nem minden izotóp radioaktív!)" *(Fráter Lóránd)*

**Izotópok felezési ideje**

 "A felezési idő néhány tízmilliomod másodperctől több milliárd évig terjedhet." *(Fráter Lóránd)*

**Naprendszer**

„A szép homéroszi kép, hogy a Nap egy aranyszekér, amelyet az égen egy ragyogó fiatal isten, Héliosz vezet, a későbbi görög időkben átadta helyét annak az elméletnek, hogy a Nap a Föl körül kering, és aztán az 1500-as években jött egy elmélet, mely szerint a Föld a Nap körül kering.” *(Henry Margeaneu és David Bergamini)*

**Neutronok és neutrínók**

„Joggal merült fel a kérdés, hogy vajon Chadwick és Pauli neutronjai azonosak-e? Fermi azonnal megadta a választ: "No. Le neutroni di Chadwick sono grande. Le neutroni di Pauli erano piccole; egli devono star chiamato neutrini." (Nem, Chadwick neutronjai nagyok, Pauli neutronjai viszont kicsik; ezeket neutrínóknak kellene hívni.) Fermi találó névadása polgárjogot nyert. Azóta az atommag semleges alkotórésze viseli a neutron nevet, a Pauli-féle részecskét pedig neutrínónak hívjuk.” *(Jéki László)*

**Négy alapvető kölcsönhatás**

„A természetben négy kölcsönhatás van, ezek az erősségük sorrendjében: az erős kölcsönhatás, az elektromágneses kölcsönhatás, a gyenge kölcsönhatás és a gravitációs erő. A közvetítő részecskék a bozonok.” *(Faiz Khan)*

**Pauli-féle tiltási elv**

   "A Pauli-elv eddig azt tartalmazza, hogy egy En elektronhéjon csak n2 elektron  helyezkedhet el. Eszerint a hélium elem nem létezhetne, és a második legbelső héjon (n=2) a valóságban meglevő nyolc elem (lítium, berillium, bór, szén, nitrogén, oxigén, fluor, neon) helyett csak négy lehetne. Oxigén, szén és nitrogén nélkül pedig az életet nehéz lenne elképzelni. A megoldás: az elemi részecskék "forognak"." *(D. Stauffer és H. Stanley)*

**Proton**

   "A proton jellemző mérete, 10-15 m olyan piciny, hogy semmiképpen nem tudjuk hétköznapi méretekkel érzékeltetni. Legfeljebb annyit mondhatunk, hogy a proton akkora a gombostûfejhez képest, mint a gombostûfej a Naphoz képest (amelyeknek nagyságát ugyancsak nem tudjuk megfelelõen felfogni, hiszen nincs közvetlen tapasztalatunk róla)." *(Trócsányi Zoltán)*

**Radioaktív sugárzás**

„Az α-részecskék pályája egyenes…A β-részecskék pályája erősen zegzugos.” *(Tarján Imre)*

„A γ-sugárzás természete hasonló a röntgensugárzáséhoz, ezért hatásai is alapvetően egyezőek.” *(Tarján Imre)*

**Részecskegyorsítók**

"Elektronokat nem lehet ciklotronban gyorsítani." *(Johns és Cunningham)*

"A relativitáselméletben a tömeg annál nagyobb lesz, minél nagyobb a sebesség és végtelenné válik, ha v=c. Ezért aztán egyre több és több erőfeszítést igényel, hogy egy részecskét c-hez közeli sebességre gyorsítsanak. Ez jól látható a Fermilab (Chicago) és más részecskegyorsítók költségvetésén." *(D. Stauffer és H. Stanley)*

 "Akármilyen módon gyorsítunk is részecskéket, sebességük nem haladja meg a fénysebességet." *(Teller Ede)*

"Ernest Lawrence professzort megkérdezték, hogy a bevatron milyen titkokat fog feltárni. Ezt felelte: "Ha tudnánk, nem építettük volna meg."*" (Henry Margenau és David Bergamini)*

**Röntgensugárzás**

    "Noha nevét csak a XIX. században kapta, a röntgensugárzás éppoly régóta létezik, mint maga a világegyetem." *(Fráter Lóránd)*

     "A röntgensugárzás láthatatlan ugyan, de olyan bepillantást enged az élő és élettelen testek belsejébe, aminek jelentősége szinte leírhatatlan." *(Császár Elemér)*

   "A röntgencsövekben keletkező fékezési sugárzás (Bremsstrahlung) spektrumára vonatkozóan elsőként Kramers (1923) adott meg elméleti formulát, már kvantummechanikai megfontolásokkal. A Kramers-formula csaknem 50 éven át egyeduralkodó volt. A Kramers-elmélet nem veszi figyelembe a target (azaz az anód) önabszorpcióját, másfelől kiindulásként azt tételezi fel, hogy infinitezimálisan vékony target spektruma - zérus energia és a beeső elektronok energiája között - konstans. Hogy mégis tűrhető spektrumközelítést ad, az onnan ered, hogy a két elhanyagolt ellentétes hatás többé-kevésbé kompenzálja egymást." *(Porubszky Tamás)*

 "Hendrik Anthony Kramers (1894-1952) holland fizikus, a kvantumelmélettel foglalkozott.

     "Örök életű röntgencső természetesen nincs." *(Holbok Sándor)*

  "A röntgendiagnosztikában az abszorpciót befolyásoló tényezőket egyszerűsített képletben összefoglalva:

A ~α3 Z4 d D" *(Fráter Lóránd)*

**Szappan**

  "A monomolekuláris rétegben szétterülő pipereszappan területe 1,5 km2 ." *(Teller Ede)*

**Szivárvány**

  "A szivárvány a természet csodálatos tüneménye, amely számtalan festőt, költőt megihletett (például Arany János: A gyermek és a szivárvány), valamint számos fizikus tanulmányozta a jelenséget...Végső soron a szivárvány létrejötte annak tulajdonítható, hogy az elektromágneses tér (fény) egy közel gömb alakú vízcseppen szóródik." *(Cserti József)*

**Tau-részecske**

 "A protonnál, egy barionnál  nehezebb lepton, a tau-lepton." *(Marx György)*

**1932**

 "1932 a magfizika aranyéve: a neutron felfedezésének, a pozitron felfedezésének, a gyorsítóval végrehajtott első magátalakítás éve." *(Simonyi Károly)*

  "A neutroncsillag létezésének lehetőségére *Landau* már 1932-ben, rámutatott, abban az évben, amikor a neutront felfedezték. Hasonló nézeteket vallott *Oppenheimer* is." *(Simonyi Károly)*

 "A neutron felfedezésének évében *Heisenberg* és *Tamm* megalkotta a protonokból és neutronokból álló mag elméletét." *(Simonyi Károly)*

  "Az 1932. év kimagasló éve volt a magfizikának és a Cavendish Laboratóriumnak: a magfizika  számára új irányt szabó mindkét eredmény ott született *Rutherford* vezetése alatt. Ez az év a részecskefizika szempontjából is jelentős. Ekkor fedezte fel *Chadwick* a neutront és végezte el *Cockroft és Walton* az első magátalakítást mesterségesen gyorsított részecskékkel *Anderson* ekkor fedezi fel az első antirészecskét, a pozitront, és ez idő tájt alkotja meg *Fermi* a β-béta-bomlás elméletét, bevezetve a gyenge kölcsönhatás fogalmát és feltételezve egy új elemi részecskét, a neutrinót." *(Simonyi Károly)*

**KÉMIA**

**Alkímia**

    "A középkori alkimistáknak az arany előállítása nem sikerült, azonban sok vegyületet felfedeztek és értékes eszközöket találtak fel pl. desztillációs készüléket." *(Henry Margenau és David Bergamini)*

**A négy "arché"**

„A görögök úgy gondolták, hogy a világot felépítô négy ôselem a víz, a tûz, a levegô és a föld. Cavendish ezek közül kettôrôl, a vízrôl és a levegôrôl bebizonyította, hogy azok összetett képzôdmények.” *(Kovács László)*

**Kémiai elemek, transzuránok**

"A természetben kilencvenkét elem fordul elő, a legnehezebb a 92-es rendszámú urán. Ezek az elemek építik fel az összes olyan anyagot, amellyel a természetben találkozunk. Az uránnál nehezebb elemeket kivétel nélkül emberek állították elő." *(Hargittai Magdolna)*

"1994-ben Darleane csoportja igazolta, hogy a 106-os elemet valóban felfedezték Ghiorso és munkatársai, akik ezután a "seaborgium" nevet javasolták. Az IUPAC 1997-ig késlekedett a név elfogadásával, mert Seaborg még élt, de egyetlen olyan szabályt sem találtak, amely megtiltja, hogy élő emberről nevezzenek el elemeket." *(Hargittai Magdolna)*

   *"A periódusos rendszer valahol 120 és 130 között véget ér."* *(Marx György)*

**Lángfestés**

   "A lángot az alkálifémek, alkáliföldfémek megfestik, a lítium vörösre, a kálium fakóibolyára, a nátrium sárgára, a réz zöldre stb." *(Sajó Istvánné)*

**Szerves vegyületek és élőlények**

    "A szerves vegyületek száma szinte végtelen." *(Kajtár Márton)*

„Hadd idézzem Diószeghy Sámuelt annak illusztrálására, hogy kb. 200 évvel ezelőtt a „modern” természettudomány néhány alapelvét már igen világosan látták a biológiában (és az orvostudományban) kutató legkiválóbb elmék. „Az „élőeszközös testek” mindegyikét a plántáktól az állatokon át az emberig „négy rendbeli levegőég nemű tárgy (ma: gáz) vagy matéria, ti. Savany Tárgy vagy Savanyszerző (Oxygenum), Víz Tárgy vagy Vízszerző (Hydrogenum), Szén Tárgy vagy Szénszerző (Carbonicum) és Fojtó Tárgy vagy Halál szerző (Azotum, ma: nitrogén) alkotja.” Vagyis lényegében ugyanazt mondja, mint *Kajtár Márton* professzor 1986-ban megjelent, *Változatok négy elemre* című, remek szerves kémia tankönyvében.” *(Koch Sándor 2000)*

**A TERMÉSZET**

"Elaborate designs are often found in nature. Even very simple plants and animals, like the mushroom and the chiton (a kind of mollusk) show symmetry of an intricate order." *(Henry Margeau and David Bergamini)*

"A természettudományt egzaktnak minősíteni a lehető legnagyobb tévedés. A tudomány mindig is hemzsegett a hibáktól." *(Teller Ede)*

**ÉLŐLÉNYEK**

„Megfigyelték, hogy egy hangya saját súlyának ötvenszeresét felemelte. Mintha egy 50 kilós ember 2500 kg-ot felemelne...” *(Fazekas György)*

  "Sok tudós nem szereti a mezei virágot, nem is ismeri, számára a növénytan csak latin nevekből áll." *(R. W. Emerson)*

  "Rejtelmes-e a növényi élet?" *(Frenyó Vilmos)*

   "Az élő szervezetek lenyűgözőek." *(Hegyesi Hargita)*

**A FRAKTÁLOK**

"A fraktálok két csoportra oszthatók, *véletlen (random)* és *szabályos (nem-random)* fraktálokra...Szabályos fraktál a természetben nem fordul elő." *(Dietrich Stauffer és  Howard Stanley)*

  "A természetben előforduló fraktál alakzatok véletlen fraktálok." *(D. Stauffer és H. Stanley)*

„Lenyűgöző, hogy a természet meglehetősen bonyolult alakzatait egyetlen számmal, a df fraktáldimenzióval kvantitatívan jellemezni lehet.” *(D. Stauffer és H. Stanley)*

     "Az a tény, hogy a természetben előforduló valódi alakzatok nem maradnak a teljes skálán fraktálok, nem von le semmit érdekességükből, sőt, a hosszúságskálának az az értéke, amelyen a homogén viselkedésre történő átmenet megjelenik, még értékes információt is jelenthet. Azonban ezekkel a megszorításokkal együtt is tény, hogy a természet bővelkedik fraktálokban." *(D. Stauffer és H. Stanley)*

 "Az elágazódó alakzatok fraktálként roppant egyszerűen, néhány bitnyi információval leírhatók." *(James Gleick)*

 "1986-ban élettani tárgyú könyvben aligha találtad meg a fraktál szót. De azt hiszem, 1996-ban meg olyat nem fogsz találni, amelyikben ne lenne benne." *(Ary Goldberger)*

**KÁOSZELMÉLET**

"A matematikus Stanislaw Ulam megjegyezte, hogy a káosz tanulmányozását nemlineáris tudománynak nevezni olyasmi, mintha a zoológiát "a nem elefánt állatok tanaként" emlegetnénk." *(James Gleick)*

 "A káoszelmélet elegáns bonyolultsága..." *(Juhász-Nagy Sándor)*