

## Legújabb eredmények a részecskefizikában

I. rész

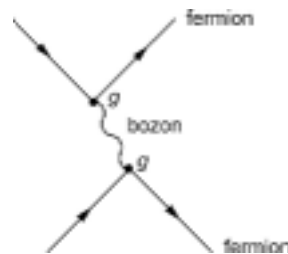
### 1. A részecskék osztályozása

Jelenlegi tudásunk szerint az anyag fermion típusú építőkövekből és bozon típusú ragasztóanyagból épül fel. (A világegyetem 97%-a sötét, azaz nem látható anyagból áll. Erre nézve az ismereteink még igen hiányosak.)

A fermionok feles spinű részecskék, amelyekre érvényes a Pauli-elv: egy adott kvantumállapotban legfeljebb egy fermion lehet jelen.

A bozonok egész spinű részecskék, amelyekre a Pauli-elv nem vonatkozik.

A Pauli-elv az, ami az építőkö jelleget biztosítja a fermionoknak. „Ahol már van egy kő, ott másik már nem lehet.” A bozonok a kölcsönhatások közvetítő részecskéi. Az építőkö szerepét játszó fermionok közötti kölcsönhatás bozonok cseréje révén valósul meg (1. ábra), ezért a bozonokat joggal tekintjük ragasztóanyagoknak:



1. ábra  
*Fermionok kölcsönhatása  
bozon csere útján*

Itt  $g$  a csatolási állandó, amely a kölcsönhatás erősségét méri. „Elemi”-nek tekintjük azokat a részecskéket, amelyeknek nincs belső szerkezete és nincs térbeli kiterjedése. Az a kérdés, hogy ilyenek léteznek-e a valóságban, nem tartozik a fizika tárgyköréhez. A fizika jelenleg a fermionok közül hat leptont (könnyű részecskét) és hat kvarkot sorol az „elemi” részecske kategóriába. A bozonok közül az egyes spinű vektor-bozonokat, nevezetesen a foton, a három gyenge bozont és a nyolc gluont soroljuk az „elemi” részecskék közé. Minden valószínűség szerint ezeken kívül létezik még legalább egy zérus spinű, igen nagy tömegű skalár részecske, a Higgs-bozon is. Ennek létét azonban kísérletileg még nem sikerült igazolni.

Korábban számos olyan részecskét tekintettek eleminek, amelyekről kiderült, hogy összetettek, s az imént felsorolt részecskékből épülnek fel. Ebbe a kategóriába tartoznak a barionok és a mezonok, amelyek együtt alkotják a hadronok családját. A barionok három kvarkból épülnek fel, míg a mezonok egy kvark és egy antikvark kötött állapotai-ként jönnek létre:

$$\begin{aligned} \text{Barion} &= (\text{kvark, kvark, kvark}), \\ \text{Mezon} &= (\text{kvark, antikvark}). \end{aligned}$$

A hadronok között zajló kölcsönhatások, az ún. nukleáris kölcsönhatások nem fundamentális jellegűek, hanem olyan effektív kölcsönhatások, amelyek a van der Waals-féle

emlékeztetnek. Az elemi fermionok és bozonok tulajdonságait a következő két táblázatban soroljuk fel.

FERMIONOK								
Leptonok								
név	spin	töltés	tömeg [MeV]	$\tau$ [ $\mu$ s]				
$\nu_e$	1/2	0	$<5.1 \times 10^{-6}$	-				
$e$	1/2	-1	0.51099906	$\infty$				
$\nu_\mu$	1/2	0	$<0.27$	-				
$\mu$	1/2	-1	105.658389	2.19703				
$\nu_\tau$	1/2	0	$<31$	-				
$\tau$	1/2	-1	1777.1	0.2956				
Kvarkok								
					– flavour (zamat) –			
				izospin	s	c	b	t
down	1/2	-1/3	5 - 15	-1/2	0	0	0	0
up	1/2	+2/3	2 - 8	+1/2	0	0	0	0
strange	1/2	-1/3	100 - 300	0	-1	0	0	0
charm	1/2	+2/3	$(1-1.6) \times 10^3$	0	0	+1	0	0
bottom	1/2	-1/3	$(4.1-4.5) \times 10^3$	0	0	0	-1	0
top	1/2	+2/3	$\sim 174 \times 10^3$	0	0	0	0	+1
Bozonok								
Mérték bozonok								
név	spin	töltés	tömeg [GeV]	$\Gamma$ [GeV]				
$\gamma$	1	0	0	0				
$W^\pm$	1	+1	80.220	2.08				
$Z^0$	1	0	91.187	2.49				
$W^\pm$	1	-1	80.220	2.08				
$g$	1	0	0	0				
Higgs bozonok								
$H^0$	0	0	$>58.4$	?				
$H^\pm$	0	+1	$>41.7$	?				
$H$	0	-1	$>41.7$	?				

## 2. A kölcsönhatások osztályozása

Az anyagi világban zajló kölcsönhatások megszámlálhatatlanul sok változatot mutatnak. A tapasztalatok rendezése során előtűnt az a figyelemreméltó felismerés, hogy a kölcsönhatások végtelen gazdagsága visszavezethető négy fundamentális kölcsönhatás kombinációjára.

Ezek:

- a gravitációs,
- a gyenge,
- az elektromágneses és
- az erős kölcsönhatás.

Fundamentálisnak nevezzük a pontszerű, szerkezetnélküli testek közötti kölcsönhatást. A belső szerkezettel rendelkező, összetett rendszerek esetén effektív kölcsönhatásról beszélünk. A gravitációs kölcsönhatással itt nem fogunk foglalkozni. Jelenleg még nem tudjuk, hogy mi a szerepe a részecskefizikában.

Az elektromágneses kölcsönhatásra vonatkozó ismereteink a legkorábbiak:

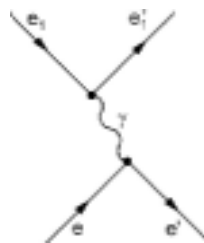
„Mondá az Úr legyen világosság!” (Mózes. Gen. 1). A modern fizika megszületésekor a klasszikus elektrodinamika csodálatos épülete már készen állt „csak” kvantálni kellett. Bátran mondhatjuk, hogy a részecskefizika a Planck-féle

$$E_\nu = nh\nu \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

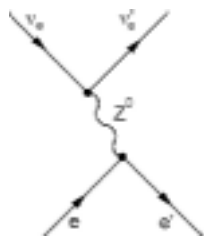
összefüggéssel, azaz az „elektromágneses tér” kvantumos természetének felismerésével kezdődött. Az elektromágneses kölcsönhatás során az egyik test által keltett elektro-mágneses tér hatást fejt ki a másikra, és viszont. Kvantumos szinten ez úgy valósul meg, hogy az egyik test által kibocsátott foton elnyeli egy másik. Dirac-féle fermionok esetén az alapfolyamatot a 2. ábrán látható gráf írja le.

A kölcsönhatás a csatolási állandó szerepét játszó  $e$  elemi töltés nagyságától és a  $q_1 = k_1 - k_1'$  négyes impulzusátadáستól függ.

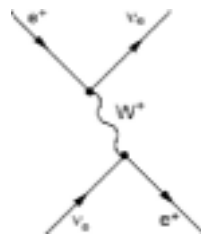
A gyenge kölcsönhatás során az elemi fermionok gyenge bozonokat bocsátanak ki és nyelnek el. A  $Z^0$  bozon közvetítésével zajló egyik alapfolyamatot a 3. ábra szemlélteti. A töltéscserével járó kölcsönhatást a 4. ábra illusztrálja.



2. ábra  
Töltött fermionok  
elektromágneses kölcsönhatása  
fotoncsere útján



3. ábra  
Leptonok gyenge kölcsönhatása  
 $Z^0$  bozon cseréje útján

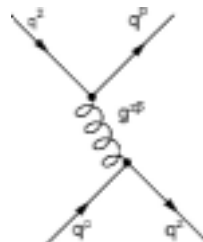


4. ábra  
Leptonok töltéscserével járó  
gyenge kölcsönhatása  $W^+$  bozon cseréje útján

Mint ahogy a közvetítő bozonok tömege nagyon nagy, azért a kölcsönhatás hatótávja nagyon kicsi. A gyenge kölcsönhatásban részt vehet az összes elemi fermion.

Az erős kölcsönhatás a kvarkok szintjén zajlik, amelynek során gluonok cserélődnek: (5. ábra).

A gluoncseréje alkalmával a kvarkoknak változik a színállapota. A gluonok zérus tömegűek, ennek ellenére az általuk közvetített kölcsönhatás hatótávja nem végtelen, ami annak a következménye, hogy a gluontér téregyenletei, ellentétben a Maxwell-egyenletekkel, nemlineárisak, másrészt a gluon tér maga is színtöltést hordoz. Ez utóbbiaknak a következménye, hogy a gluonok között is létezik közvetlen kölcsönhatás, amit a 6. ábrán látható gráfokkal szemléltetünk.



5. ábra  
A színes (zöld és piros) kvarkok közötti  
erős kölcsönhatás gluoncseréje útján



6. ábra

*A színtöltést bitorozó gluonok közötti erős kölcsönhatás*

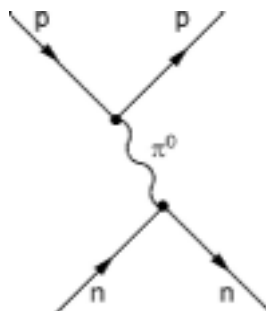
Az erős kölcsönhatás jellegzetessége, hogy a  $g$  csatolási állandó egyáltalán nem konstans, hanem az impulzusátadás függvénye.

Nagyon nagy impulzusátadás esetén tart zérushoz, kis impulzusátadásnál viszont meredeken növekszik. Az előző tulajdonság vezet az „aszimptotikus szabadsághoz”, az utóbbi a „kvark bezáráshoz”.

A Yukawa-elmélet sikere láttán korábban azt hitték, hogy a nukleonok közötti, nukleáris kölcsönhatás, amelyet a pionok közvetítenek, fundamentális jellegű. Ma már tudjuk, hogy a nukleonok és a mezonok is összetettek és a köztük megvalósuló nukleáris kölcsönhatás igazából összetett rendszerek között ható, van der Waals-típusú effektív kölcsönhatás, amelyet a 7. ábrán látható egyszerű gráffal lehet szemléltetni. Kvark „nyelven” ennek a 8. ábrán látható összetett gráf felel meg.

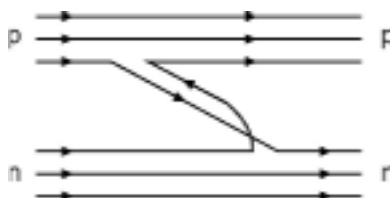
Korábban jóval többfajta független kölcsönhatást tételeztek fel. Newton volt az, aki felismerte, hogy a földi és az égi mechanika törvényei azonosak, ugyanazon gravitációs kölcsönhatás következtében esik fejünkre az alma és kering a Hold a Föld körül. Eötvös bizonyította be – nagy pontossággal – hogy a gravitációs kölcsönhatás független az anyagi minőségtől, csak a tömegtől függ, és ez a tömeg azonos a tehetetlenség mértékével.

Maxwell ismerte fel, hogy az elektromosságtan és a mágnességtan törvényei nem függetlenek egymástól, az egységes elektromágneses törvények harmonikus kapcsolatot teremtenek közöttük. Száz évvel később Salam és Weinberg ismerték fel annak a lehetőségét, hogy a gyenge és az elektromágneses kölcsönhatások valójában egy egységes elektrogyenge kölcsönhatás különböző aspektusai. Ennek az egyesített elméletnek az alapján jósolták meg elméletileg a  $W^+$ ,  $Z^0$ ,  $W^-$ , gyenge bozonokat, amelyeket kísérletileg meg is találtak. Az egyesített elektrogyenge elmélet megalkotásának sikerén felbuzdulva lépések történtek a Nagy Egyesített Elmélet, azaz a Grand Unified Theory (GUT) kidolgozásának útján, ami az erős



7. ábra

*Proton és neutron közötti nukleáris kölcsönhatás pion csere útján*



8. ábra

*Proton és neutron közötti nukleáris kölcsönhatás pion csere, azaz korrelált kvark-antikvark pár, cseréje útján*

kölcsönhatást is magába foglalta volna. Ez a próbálkozás eddig nem bizonyult sikeresnek, mert a proton élettartama adott jósolatát a kísérlet nem erősítette meg. Ennek ellenére a GUT célkitűzései élnek, és előbb utóbb bizonyára megszületik a várt egyesítés.

**Lovas István**  
a Magyar Tudományos Akadémia tagja

## Szerves vegyületek nevezéktana

### III. rész

#### Karbonsavak megnevezése

Karbonsavak azok a szénhidrogén származékok, amelyekben egy szénatomon együtt vannak jelen a =O és –OH szubsztituensek.

A karbonsavak szisztematikus megnevezése az azonos szénatomszámú szénhidrogén alapnévvel egybeírt sav szóval történik, nem használható a karbonsav név:

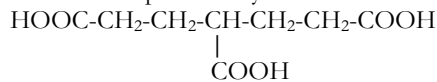
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$   
propánsav (nem etánkarbonsav)

$\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_3\text{-COOH}$   
pentánsav  
(nem használható a valeriánsav név)

$\text{CH}_3\text{-[CH}_2\text{]}_5\text{-COOH}$   
heptánsav

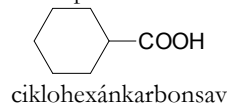
$\text{HOOC-[CH}_2\text{]}_5\text{-COOH}$   
heptándisav

Amennyiben az el nem ágazó oldallánchoz kettőnél több karboxilcsoport kapcsolódik, az alapvegyület karboxilcsoporttal helyettesített származékának tekintjük:



pentán-1,3,5-trikarbonsav és nem 4-karboxi-heptán-disav

A zártláncú szénhidrogén alapvegyületekből levezethető karbonsavak nevét az alapnévhez hozzáadott karbonsav utótaggal képezzük:



A triviális megnevezésű szerves savak közül korlátlanul szubsztituálhatóknak tekinthetők:

a) monokarbonsavak közül:

$\text{CH}_3\text{-COOH}$   
ecetsav,

$\text{Cl}_3\text{C-COOH}$   
triklórecetsav

$\text{CH}_3\text{-COCl}$   
ecetsav-klorid

aminek származékai:

$\text{CH}_3\text{-COONa}$   
nátrium-acetát

$\text{CH}_3\text{-COOC}_2\text{H}_5$   
etil-acetát  
(ecetsav-etilészter)

$(\text{CH}_3\text{-CO})_2\text{O}$   
ecetsav-anhidrid

$\text{CH}_2 = \text{CH-COOH}$   
akrilsav  
(szisztematikus név:  
prop-2-énsav)

