

Kémia, BMEVEAAAMM1

Műszaki menedzser hallgatók számára

Dr. Csonka Gábor, egyetemi tanár



Jegyzet

- **dr. Horváth Viola, KÉMIA I.**
- <http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/anal/Muszaki-Menedzser-Kemia/>
- **Dr. Csonka Gábor**
<http://web.inc.bme.hu/csonka/>
- **Facebook, Kémia BMEVEAAAMM1**
- **Youtube**
- **Oktató szerver:**
<http://csgm.hosting.bme.hu/moodle/login/index.php>

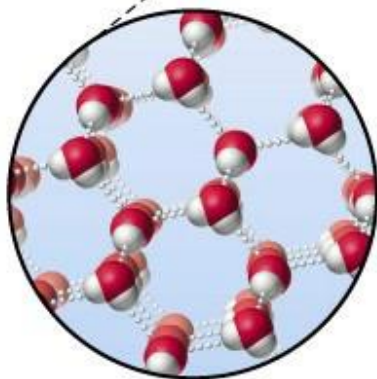
1: *Az anyag*

- *Anyag-molekula-atom*
- *Halmozállapotok*
- *Az atom, az atommag*
- *Neutronbomlás*
- *Elem, relatív izotóptömeg, tömeghiány*
- *Izotóp arányok, átlagos atomtömeg*
- *Mol-moltömeg*
- *Tiszta anyagok, keverékek, szétválasztás*

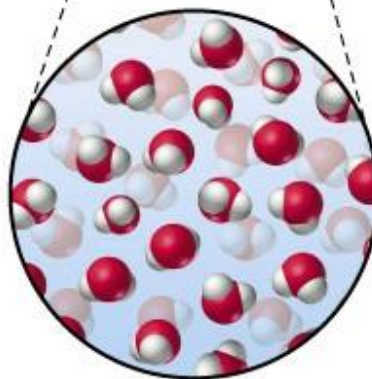
Az anyag

- Tömeg (m , g) és térfogat (V , m^3) jellemzi (extenzív)
- Három halmazállapot:
 - Szilárd (s)
 - Folyadék (l) ← Nyomás (p , Pa) (intenzív)
 - Gáz (g) Hőmérséklet (T , K)
- Az anyag atomokból és molekulákból áll
- Az atomok :
 - nukleonokból (proton, neutron)
 - elektronokból állnak.

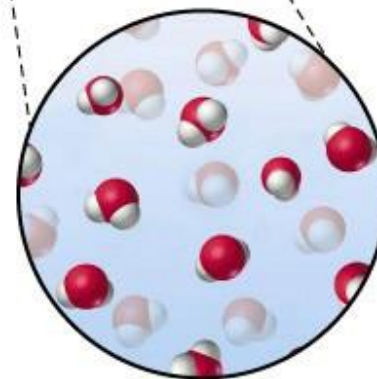
Halmazállapotok



(a)



(b)



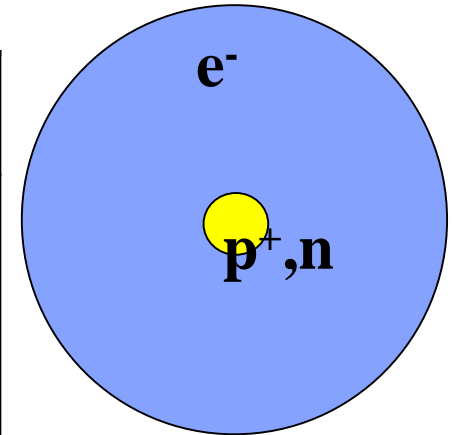
(c)

Az atom

átmérő: (~100 pm)

- Az atommag nukleonokból áll. Átmérő: $\sim 10^{-3}$ pm
- elektronfelhő

	töltés	tömeg
proton	+1	1,00728
neutron	0	1,00866
elektron	-1	0,00055



$$m_n > m_p + m_e$$

Semleges atom: N proton = N elektron

H atom: 1,00783

A neutron béta bomlással bomlik

$n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$ (proton +
elektron + antineutrino)

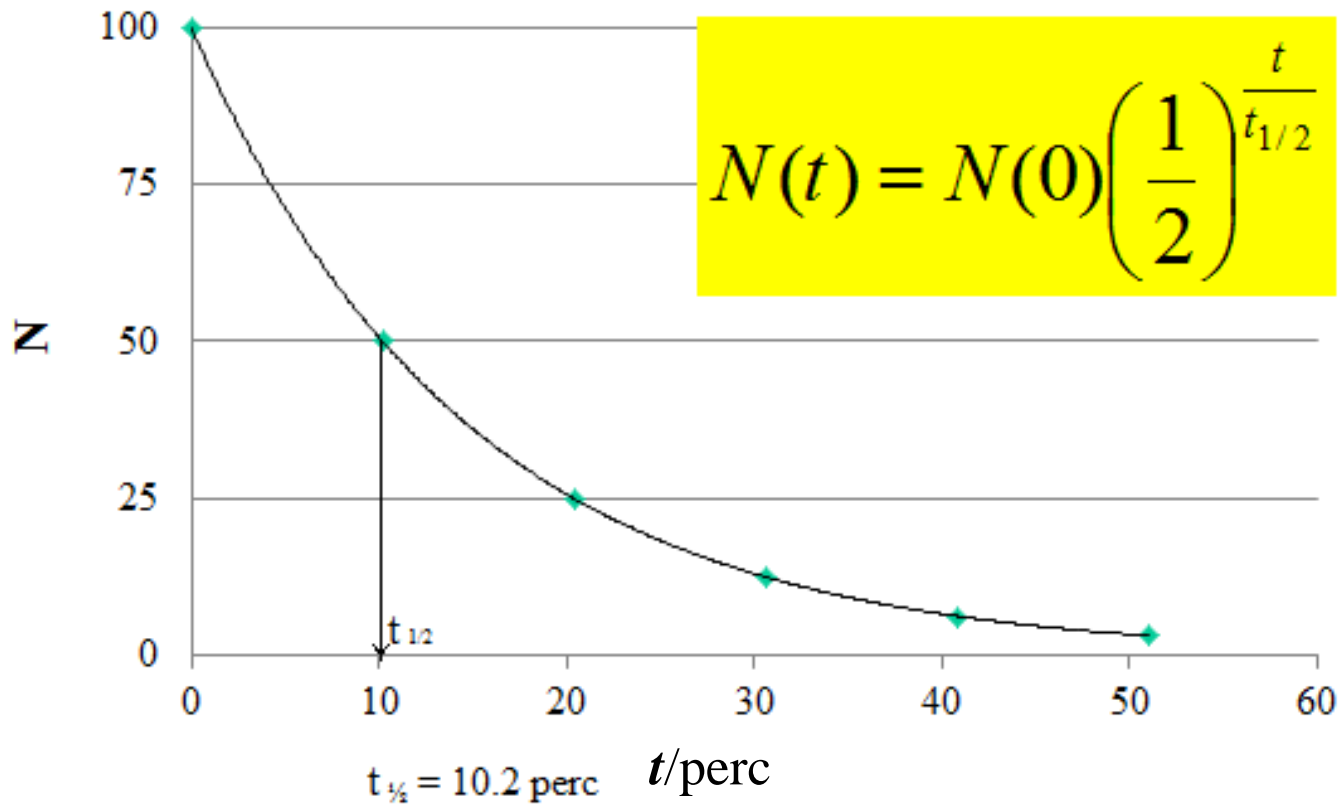
A felezési ideje ($t_{1/2}$) : 10.2 perc

Exponenciális bomlás:

$$N = N_0 e^{(-k t)}$$

$$N/N_0 = 0.5 = e^{(-k t_{1/2})}$$

A szabad neutron bomlása: elsőrendű reakció



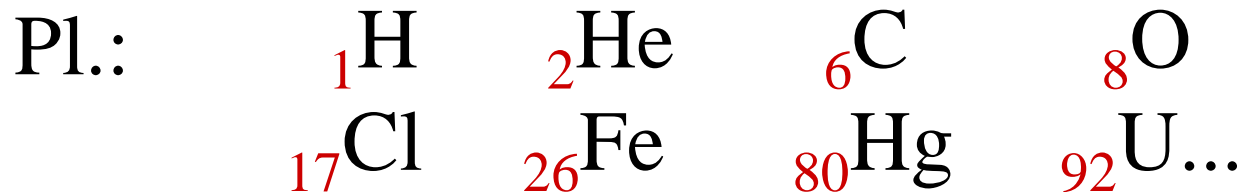
Elem (1)

Az atom jellemzői:

- Rendszám Z (Σ proton = Σ elektron)
- Tömegszám A (Σ proton + Σ neutron)



Minden Z megfelel egy elemnek



Elem (2)

Egy elem (Z) többféle izotópként fordulhat elő (A változik).

- A hidrogén $Z = 1$ izotópjai:

$A=1$ ${}^1_1\text{H}$: hidrogén atom (1 proton, 0 neutron)

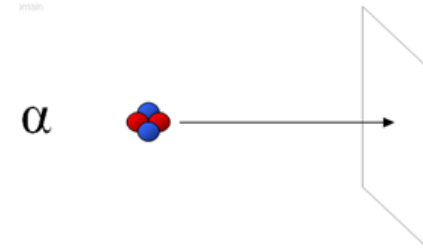
$A=2$ ${}^2_1\text{H}$: deuterium (1 proton, 1 neutron)

$A=3$ ${}^3_1\text{H}$: trícium (1 proton, 2 neutrons), radioaktív
($t_{1/2}$) : 12.33 év

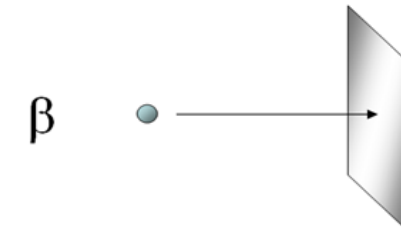
Radioaktivitás

A radioaktivitás a nem stabil (úgynevezett radioaktív) atommagok bomlásának következménye. Nagy energiájú ionizáló sugárzás távozik.

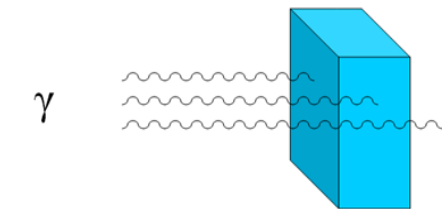
α -részecskék: He^{2+} atommag, a papír elnyeli.



β -részecskék: a magból kilépő nagy sebességű elektronok, az alumínium lemez elnyeli



γ -sugárzás, nagy energiájú, vastag ólomréteg nyeli csak el.

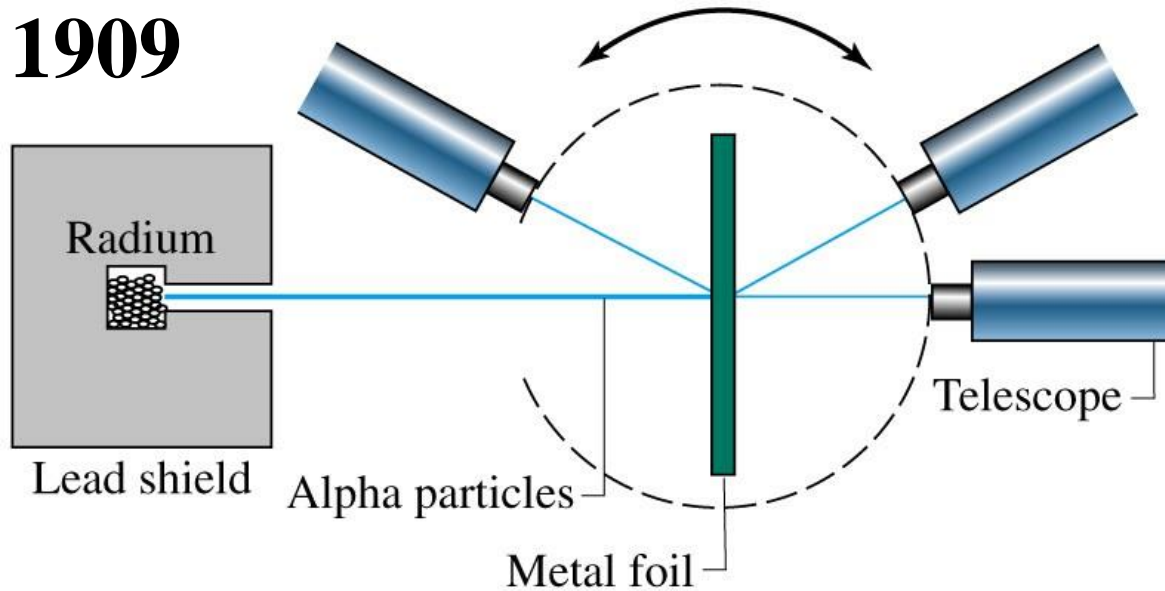


Forrás: Wikipedia.org

Az atommag

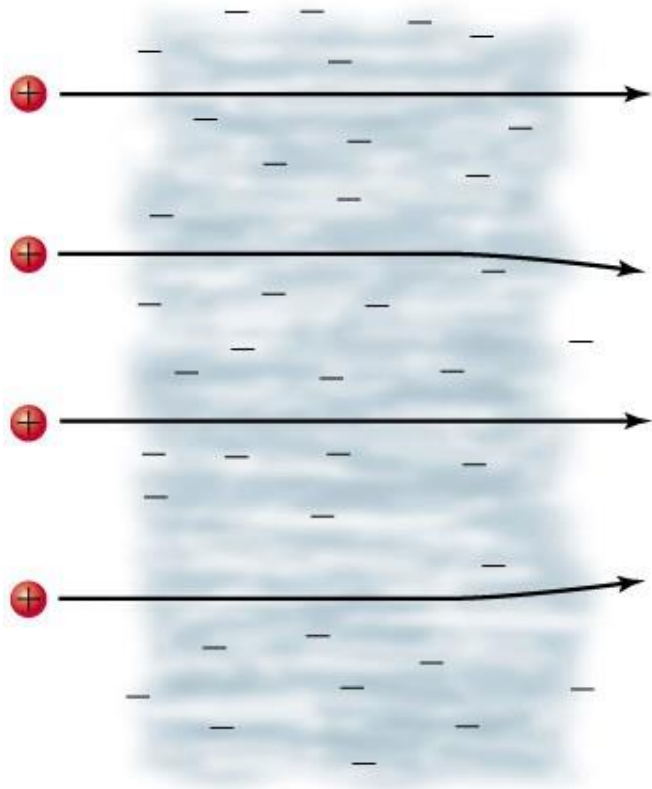
Geiger, Mardsen és Rutherford

1909

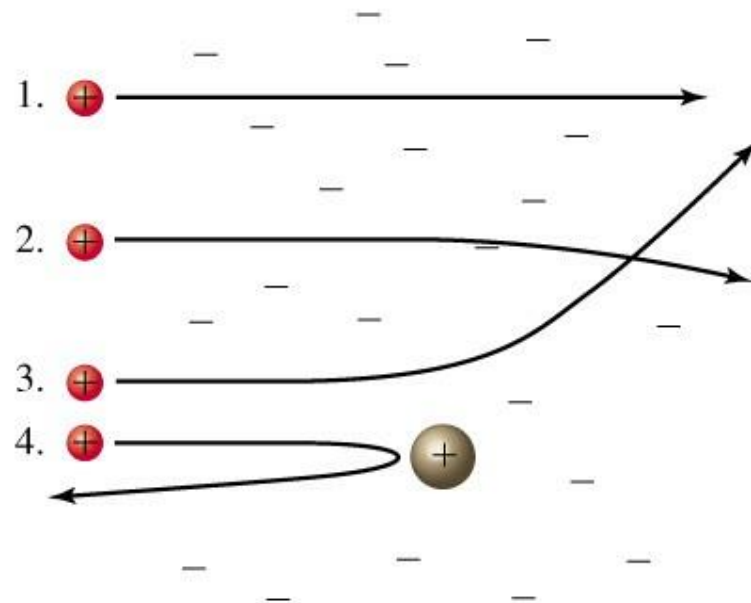


[A kísérlet filmen](#)

α -részecske kísérlet



☆ Az atom tömegének nagy része és a teljes pozitív töltés az atommagban koncentrálódik.



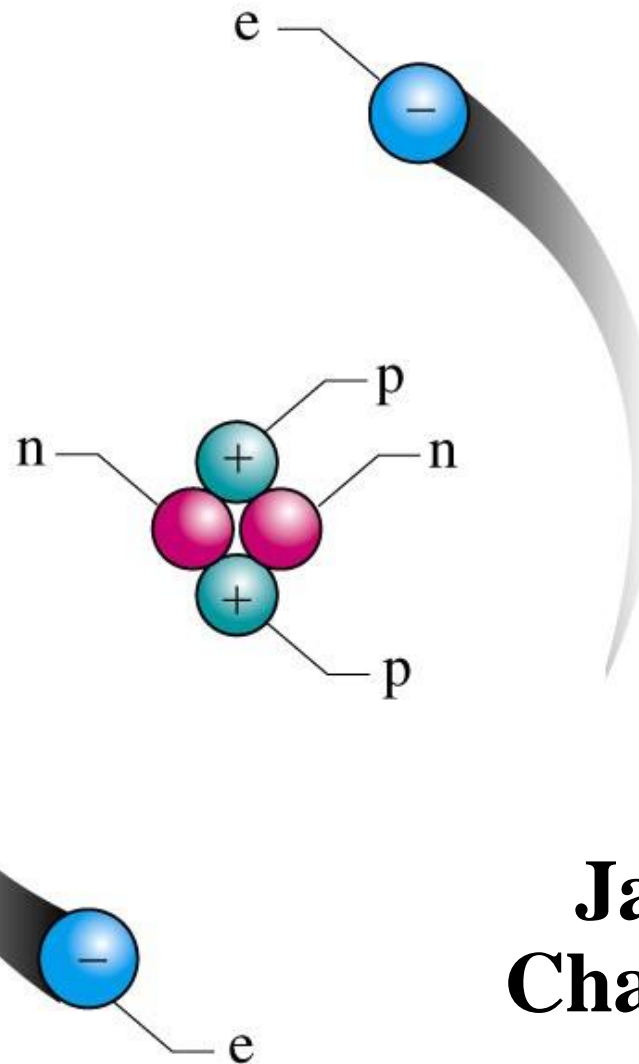
☆ Az elektronok az atommagtól távolabb helyezkednek el

A maggal rendelkező atom

**Rutherford
proton 1918**

**Segré,
Chamberlain
antiproton
1955**

**Cork
antineutron
1956**



**James
Chadwick
neutron 1932**

Az atommag

Az atom átmérője 10^{-10} m

1 Å

Az atommag átmérője 10^{-15} m

	Részecske	Nyugalmi tömeg	Töltés	
	kg	u	Coulomb	(e)
Elektron	$9.109 \cdot 10^{-31}$	0,000548	-1.602×10^{-19}	-1
Proton	$1.673 \cdot 10^{-27}$	1,0073	$+1.602 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	$1.675 \cdot 10^{-27}$	1,0087	0	0

Atomi dimenziók

*** A legnehezebb atom $4,8 \cdot 10^{-22}$ g
Átmérője $5 \cdot 10^{-10}$ m.**

Hasznos egységek:

☆ **1 u (atomic mass unit) = $1,66054 \cdot 10^{-27}$ kg**

☆ **1 pm (picométer) = $1 \cdot 10^{-12}$ m**

☆ **1 Å (Angstrom) = $1 \cdot 10^{-10}$ m = $1 \cdot 10^{-7}$ mm = 100 pm**

**A legnagyobb atom 240 u és 5 Å .
C-C kötés távolsága 154 pm (1,54 Å)**

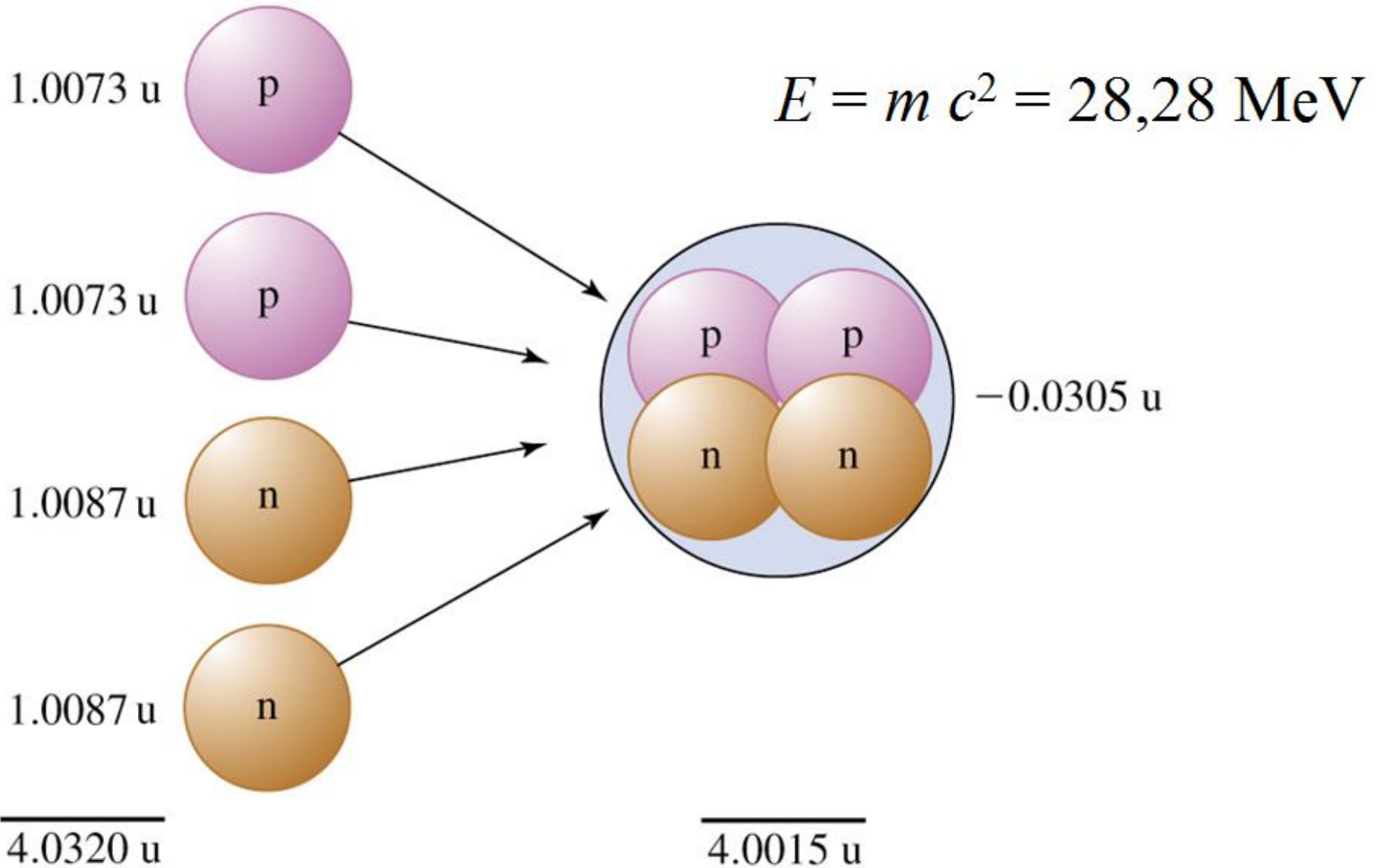
Relatív izotóptömeg

Az atom egyetlen izotópjának nyugalmi tömege alapállapotban: a protonok, neutronok és elektronok tömegének összege, amelyből levonjuk a tömeghiányt.

Leggyakrabban az egyesített atomtömeg egységben (amu) fejezik ki, ami a nyugalmi és alap- állapotban lévő szén-12 izotóp atomtömegének tizenketted része.

Mértékegysége: u

Tömeghiány - kötési energia



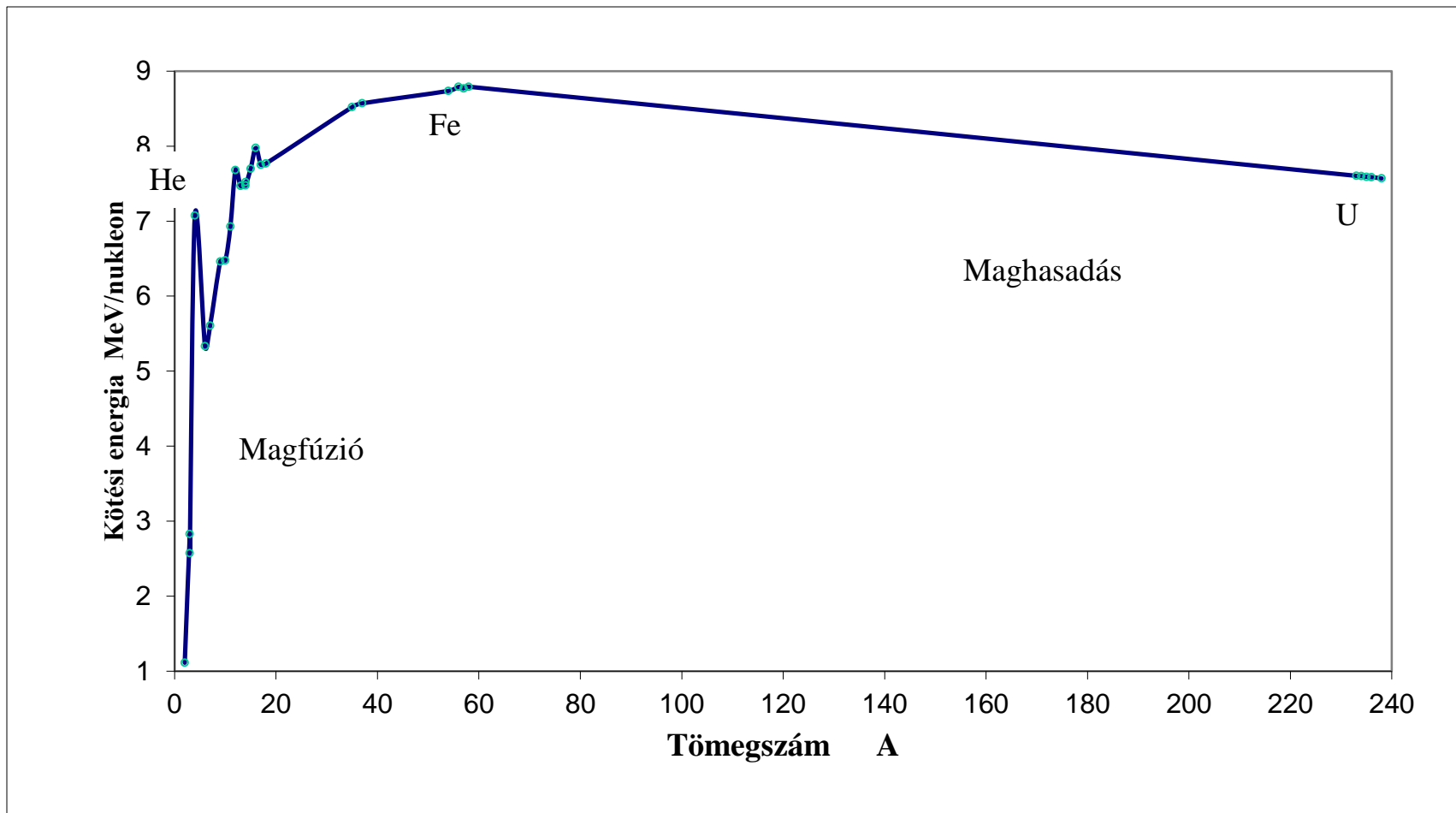
Tömeghiány ($E = m c^2$)

- He atom tömege : 4,0027 u
- 2 elektron : 0,0011 u
- 2 proton tömege : 2,0146 u
- 2 neutron tömege : 2,0173 u
- tömeghiány : 0,0304 u = m
- $E = m c^2 =$ a He atommag kötési energiája:
- $4,5 \times 10^{-12}$ J, ezt szorozva az Avogadro számmal
- $2,7 \times 10^{12}$ J mol⁻¹ (4 g He, hatalmas energia = 750 MWh, Paksi erőmű 500 MW)

Tömeghiány példák

	Z	A	Relatív izotóptömeg	hiány	hiány/nukleon
H	1	1	1.00783		
D	1	2	2.01410	0.00239	
T	1	3	3.01605	0.00911	0.003037
He	2	3	3.01603	0.00829	0.002763
	2	4	4.00260	0.03038	0.007595
Li	3	6	6.01512	0.03435	0.005725
	3	7	7.01600	0.04213	0.006019
Be	4	9	9.01218	0.06244	0.006938
B	5	10	10.01294	0.06951	0.006951
	5	11	11.00931	0.08181	0.007437
C	6	12	12.00000	0.09894	0.008245
	6	13	13.00335	0.10425	0.008019
	6	14	14.00324	0.11303	0.008074

Az egy nukleonra eső kötési energia



A szabad nukleonok tömege nagyobb, mint a megfelelő atommag tömege

Izotópok keveréke: bór($Z=5$)

Definíció:

Egy X elem izotópjai keverékéből áll.

Az izotóp arány helyfüggő: izotóp-ujjlenyomat

Izotóp összetétel (a bór esetében ez változó)

- **19,8 %** ^{10}B : $m = 10,013 \text{ u}$
- **80,2 %** ^{11}B : $m = 11,009 \text{ u}$

Számítsuk ki a mérhető átlagos atomtömeget

$$(0,198 \times 10,013 \text{ u}) + (0,802 \times 11,009 \text{ u}) = 10,812 \text{ u}$$

A C izotópjai és atomtömege

A következő izotópok keveréke

$${}^{12}_6\text{C} : A = 12 (6p, 6n) - 98,9\%$$

$${}^{13}_6\text{C} : A = 13 (6p, 7n) - 1,1\%$$

$${}^{14}_6\text{C} : A = 14 (6p, 8n) - \ll 0,001\%$$

$$m_{\text{C}} = 12,011 \text{ u}$$

$(t_{1/2})$: 5730 év, alkalmas kor meghatározásra

Házi feladat: miért és hogyan?

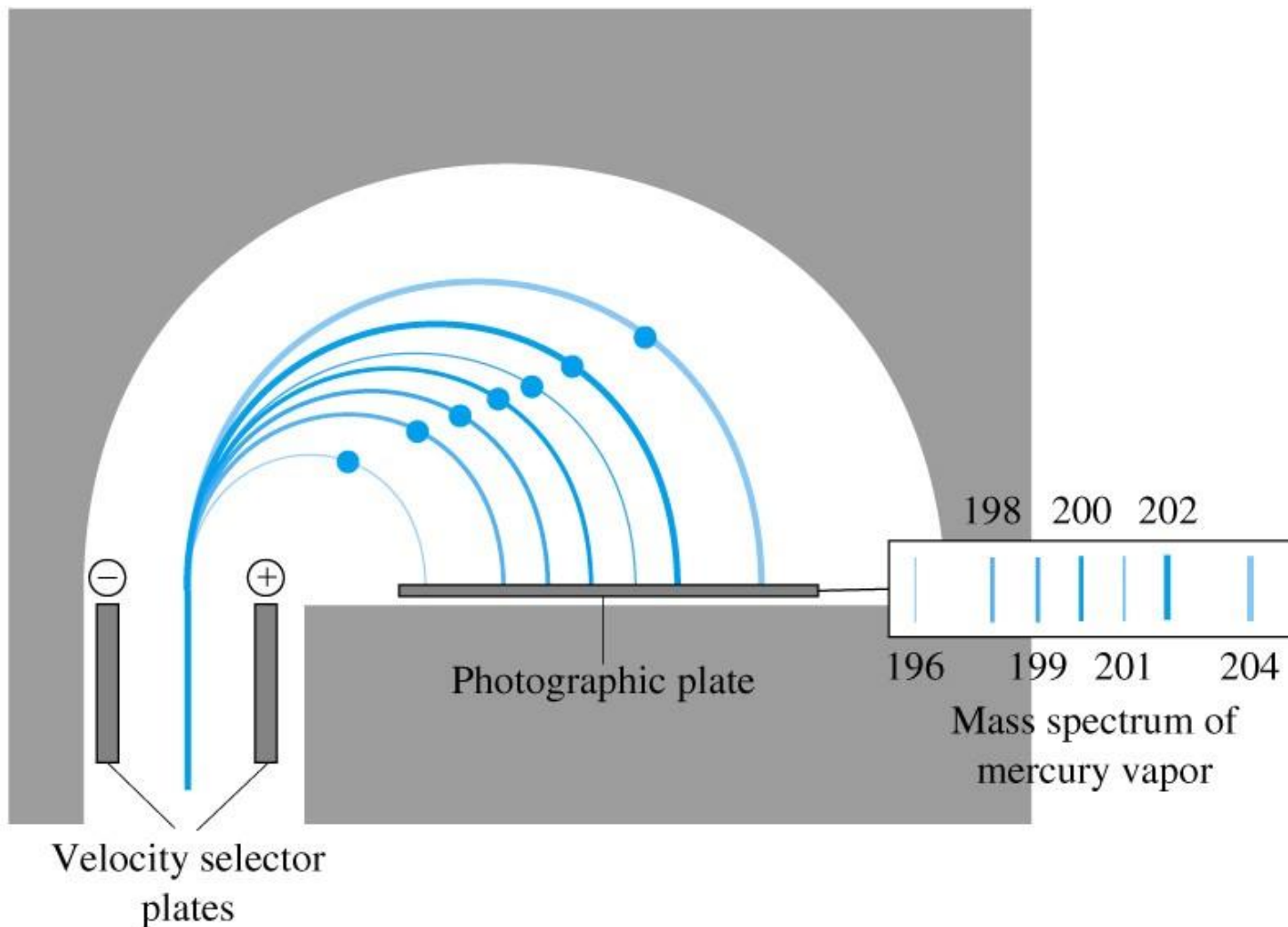
Izotóparányok a földkéregben (1)

	Z	A	arány/%	$t_{(1/2)}$
H	1	1	99.9885	
D	1	2	0.0115	
T	1	3		12.33 év
He	2	3		
	2	4	99.9999	
Li	3	6	7.5900	
	3	7	92.4100	
Be	4	9	100.0000	
B	5	10	19.9000	
	5	11	80.1000	

Izotóparányok a földkéregben (2)

	Z	A	arány/%	$t_{(1/2)}$
C	6	12	98.9300	
	6	13	1.0700	
	6	14		5730 év
N	7	14	99.6320	
	7	15	0.3680	
O	8	16	99.7570	
	8	17	0.0380	
	8	18	0.2050	
Cl	17	35	75.7800	
	17	37	24.2200	

Atomtömeg mérése (spektrométer)



Periódusos rendszer, átlagos atomtömegek

1 1A																	18 8A	
1 H 1.00794	2 2A											13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	2 He 4.00260	
3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797	
11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B		9	10	11 1B	12 2B	13 Al 26.9815	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29	
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	*La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	†Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (272)		114 (287)		116 (289)		118 (293)	

*Lanthanide series	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
†Actinide series	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

mol

1 mol részecske

$$= 6,022 \cdot 10^{23} \text{ db részecske} = N_A$$

Konvenció:

• 1 db ^{12}C atom tömege: 12 u

• 1 mol ^{12}C tömege 12,00 g

$$\Rightarrow 12,00\text{g} = 6,022 \times 10^{23} \times 12\text{u}$$

$$1\text{u} = 1/N_A = 1/(6,022 \cdot 10^{23}) =$$

$$1,661 \cdot 10^{-27} \text{kg}$$

\Rightarrow 1 db ^{12}C tömege:

$$12,00 \times 1,661 \cdot 10^{-27} \text{kg} = 1,993 \cdot 10^{-26} \text{kg}$$

Móltömeg (moláris tömeg)

- Egy elem móltömege egyenlő az elem egy moljának grammokban mért tömegével.

- Egy tiszta anyag móltömege egyenlő az anyag egy moljának grammokban mért tömegével.

He: 4,0026g

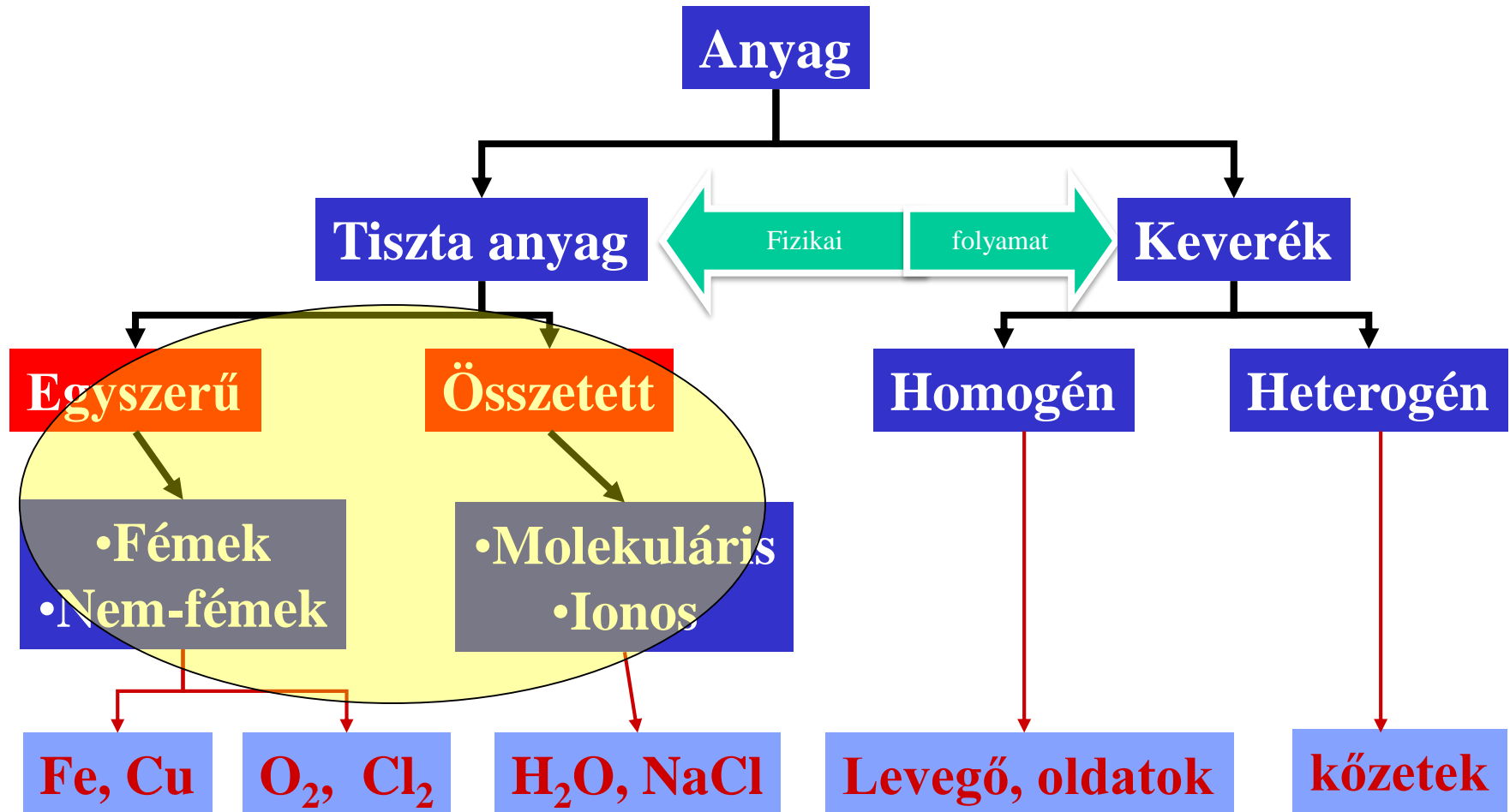
H₂: 2×1,008g = 2,016g

H₂O: (2×1,008g) + 16,00g = 18,016g

CO₂: 12g + (2×16,00g) = 44,00g

H₂SO₄: (2×1,008g) + 32,06g + (4×16,00g) = 98,076g

Tiszta és keverék anyagok



Tiszta anyagok (Kémia)

- Egyszerű

- Azonos atomokból áll (elemek)

Pl.: O_2 O_3 N_2 Cl_2 Fe Cu Al Au Hg

- Összetett

- Különböző atomokból áll (elemekből képződik)

- Dalton: állandó tömegviszonyok törvénye

Pl.: H_2O CH_4 $C_6H_{12}O_6$ Al_2O_3 NaCl $CaCO_3$

- Többszörös tömegviszonyok törvénye (Dalton)

Pl.: CO_2 CO

FeO Fe_2O_3

NO NO_2 N_2O N_2O_3 N_2O_5

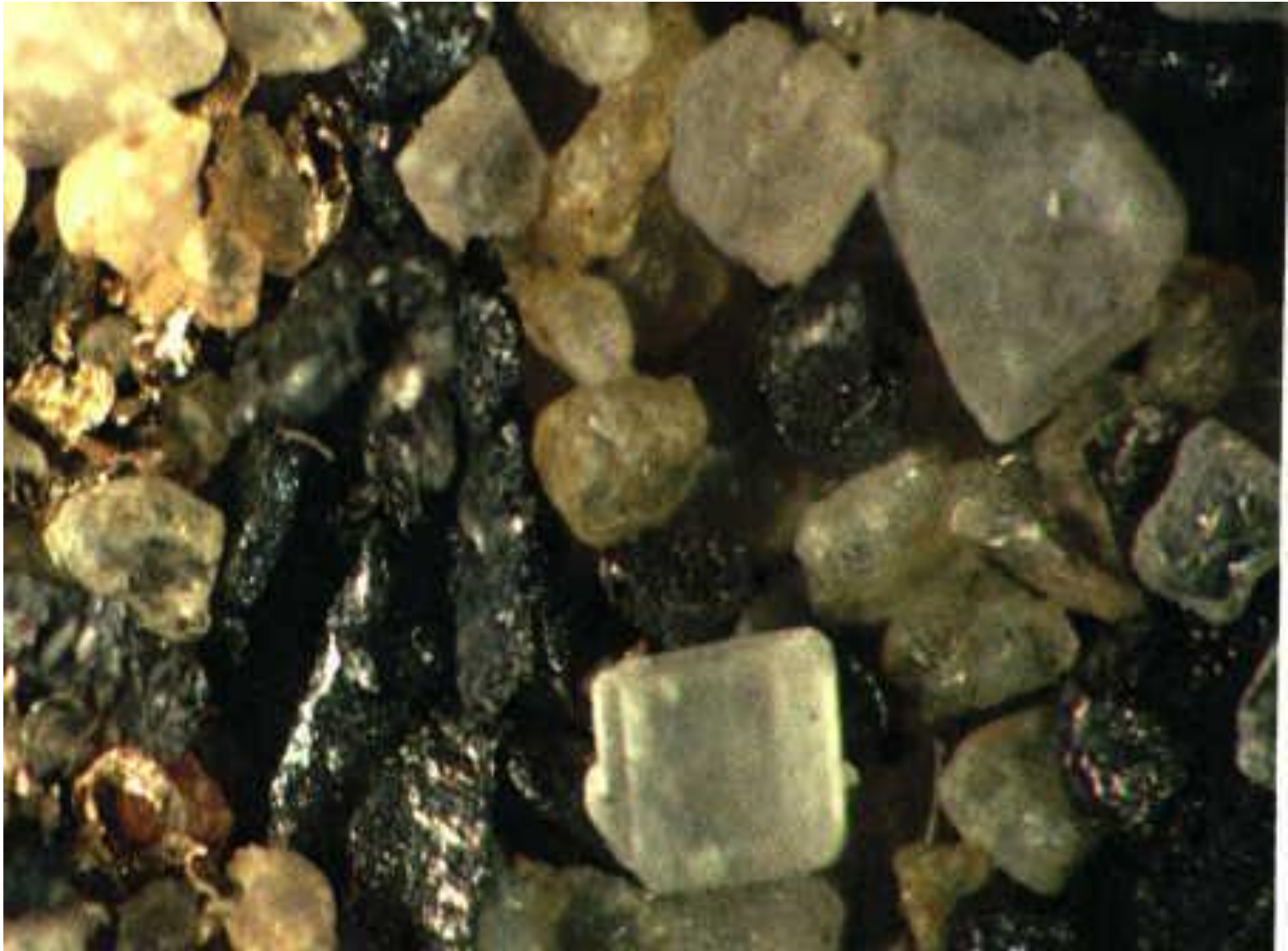
⇒ Sztöchiometria

Az oldatok jellemzése

Oldat (oldott anyag i + oldószer)

Jellemző	Jel	mértékegység
Sűrűség	ρ_{oldat}	g/cm^3
% tömeg	$m_i / m_{\text{ö}} \cdot 100$	%
Molalitás	\underline{m}_i	$\text{mol/kg}_{\text{oldószer}}$
Moltört	x_i	----
Molaritás	C_i vagy $[i]$	$\text{mol/dm}^3_{\text{oldat}}$

Homok, cukor, vas és arany keveréke



Mágneses szétválasztás



Fizikai elválasztások



(a)



(b)



(c)



(d)

Kromatográfia

Keverék

