

ÚJ SI ÉS RÉGI ETALONOK

Nagyné Szilágyi Zsófia főosztályvezető,
Szűcs László osztályvezető



BUDAPEST FŐVÁROS
KORMÁNYHIVATALA



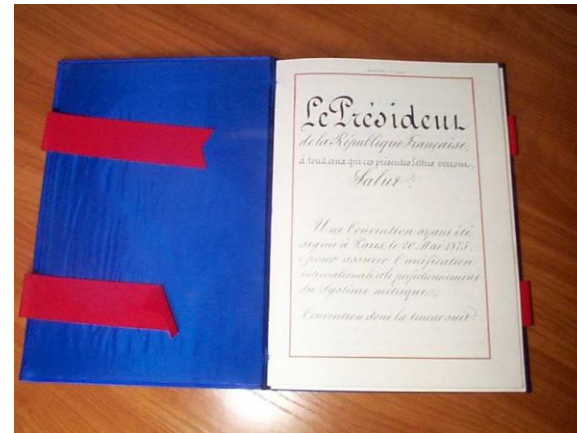
Fontos mérföldkövek 1.

1867: a párizsi világkiállításon tudósok egy csoportja létrehozta a Nemzetközi Méterbizottságot

1875. május 20.: 17 ország képviselői aláírták a **Méteregezmény**

Az Osztrák-Magyar Monarchiát gr. Apponyi Rudolf párizsi nagykövet képviselte. Létrehozták:

- BIPM: Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal
- CGPM: Általános Súly- és Mértékügyi Konferencia
- CIPM: Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság



Fontos mérőegységek 2.

A SI mértérendszer létrejötte és fejlődése

1960: A korábbi MKSA mértékegység után a 11. CGPM elfogadja az SI mértékegységrendszert 6 alapegységgel:

m kg s A K cd

1971: új alapegység: mól

Új definíciók:

1979: cd

1983: m



Fontos mérőegységek 3.



2018. november 16: a 26. CGPM jóváhagyja a megújított SI mértékegység rendszert

Hatályba lépés:
2019. május 20-án

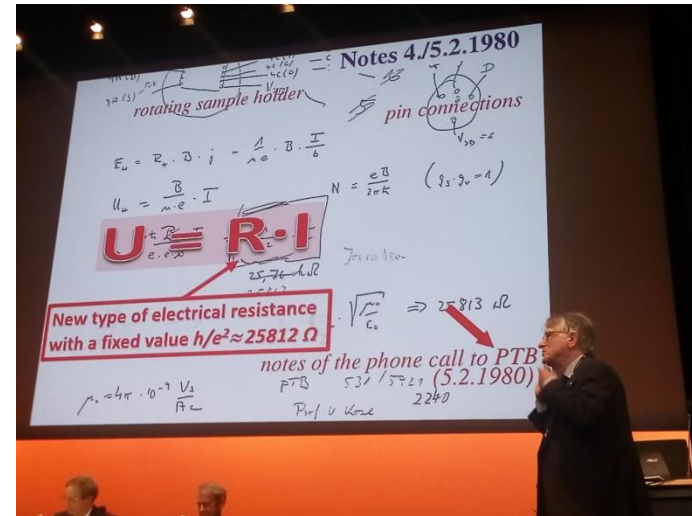
Az SI egységek nem változtak, csak a definíciójuk!

Az SI mértékegységrendszer redefiníciójának szükségessége

- Csak a kg maradt anyagi műtárgy (International Prototype of the Kilogram, IPK)
- Az IPK sérülésének/megsemmisülésének veszélye
- A kg hosszú idejű stabilitása nem biztosított
- A kg-tól függ az A és a mol definíciója
- A mol és a kg közvetlen kapcsolatban áll
- Jó példa a méter
- Kvantumtechnológia fejlődése
- Térben és időben bárhol megvalósíthatók legyenek az egységek
- Az adott skála egy pontját lehet megvalósítani



26. CGPM 2018. november 16.



Régi SI



Új SI

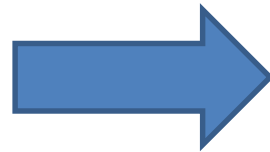
Etalon



Természeti állandó rögzített
(nincs bizonytalanság)



Természeti **állandó**
(bizonytalansággal)



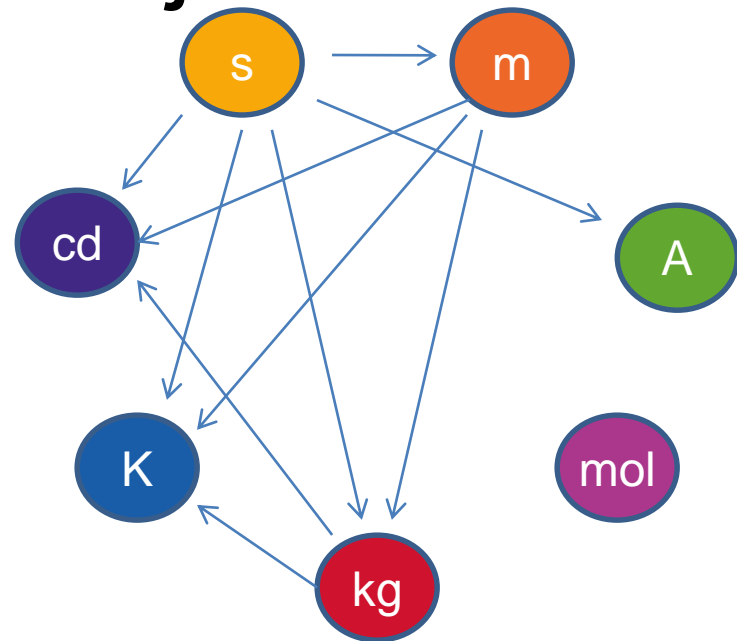
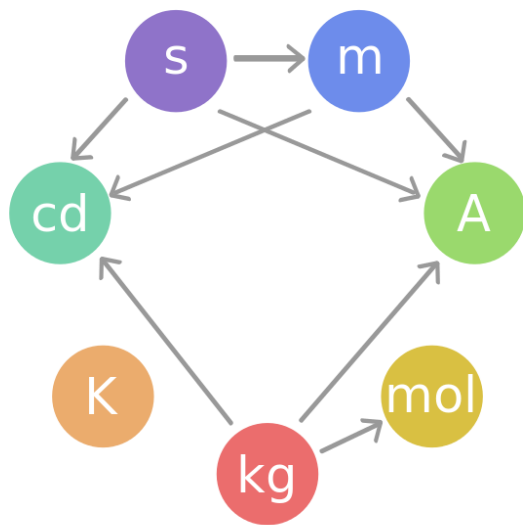
Egység megvalósítása

| A definícióban rögzített referencia állandó | Bizonytalanság (régi SI) | Bizonytalanság (Új SI) |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| IPK tömege (régi SI) | 0 (egzakt) | $4,4 \times 10^{-8}$ (kísérleti) |
| Planck-állandó (új SI) | $4,4 \times 10^{-8}$ (kísérleti) | 0 (egzakt) |

Természeti/technikai állandók

| alapegység | jelölés | definíciós állandók | jelölés | érték |
|------------|---------|--|-------------------------|--------------------------------------|
| kilogramm | kg | Planck-állandó | h | $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J s |
| méter | m | fénysebesség vákuumban | c | 299 792 458 m/s |
| másodperc | s | cézium atom hiperfinom átmeneti frekvenciája | $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ | 9 192 631 770 Hz |
| amper | A | elemi töltés | e | $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C |
| kelvin | K | Boltzmann-állandó | k | $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ J/K |
| mól | mol | Avogadro-állandó | N_A | $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ /mol |
| kandela | cd | 540 THz frekvenciájú monokromatikus sugárzás fényhatásfoka | K_{cd} | 683 lm/W |

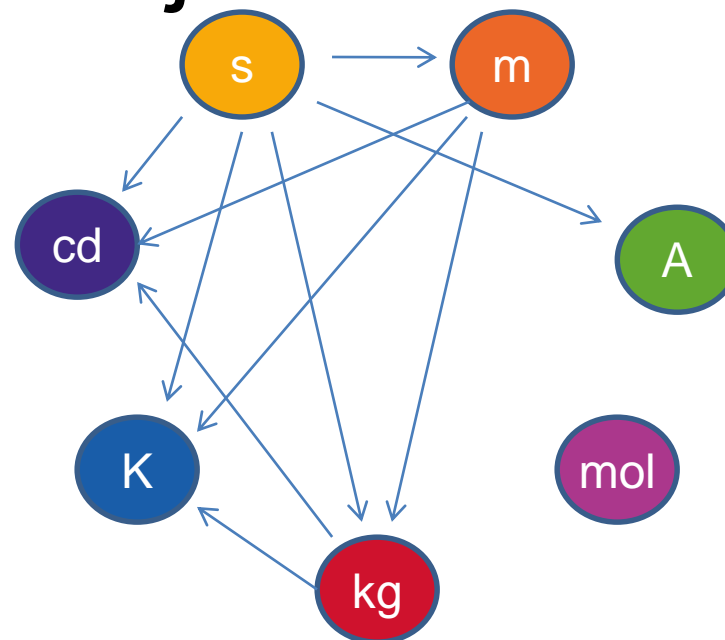
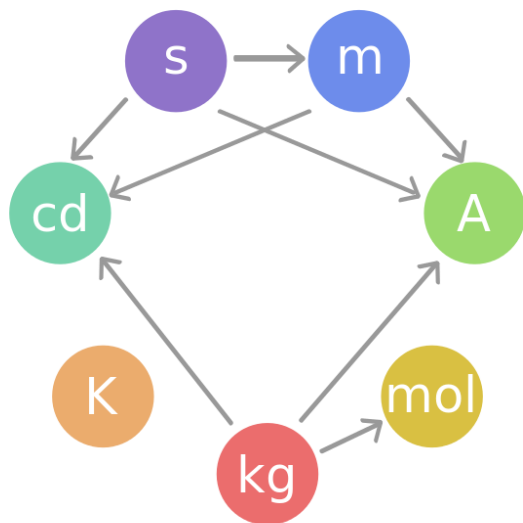
A régi és az új SI



A másodperc az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9 192 631 770 periódusának időtartama.

A **másodperc** (jele: s) az idő SI-mértékegysége. Definíció szerint a cézium-133 atom $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ perturbálatlan alapállapotú hiperfinom átmeneti frekvenciájának rögzített számértéke legyen 9 192 631 770, amely Hz egységben van kifejezve, ami megegyezik a s^{-1} -nel.

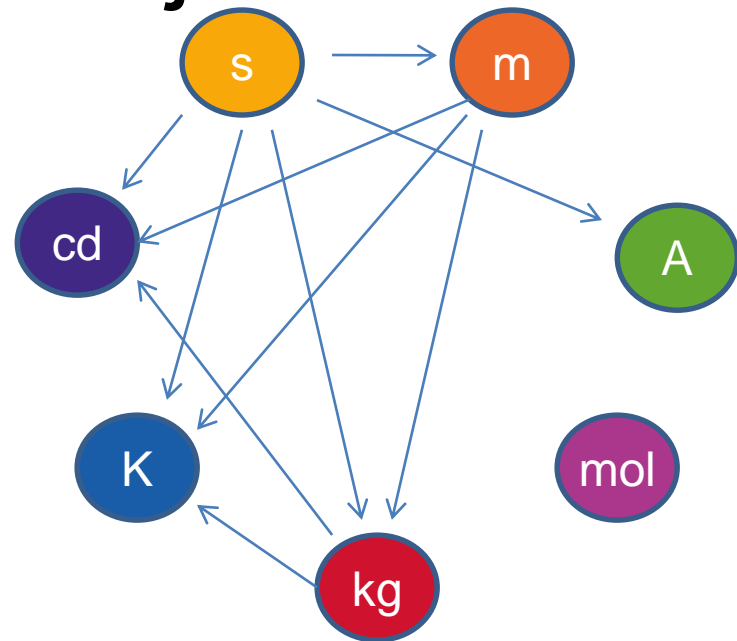
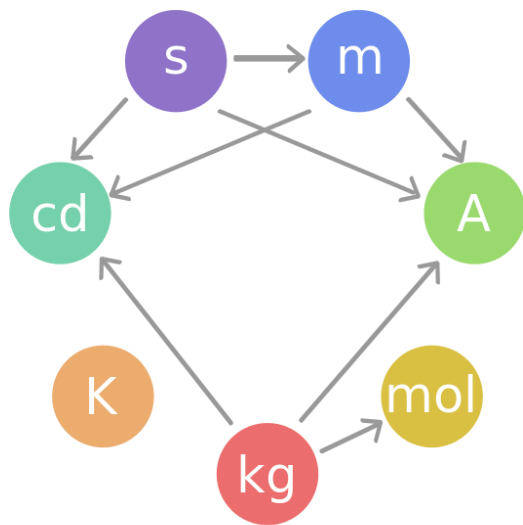
A régi és az új SI



A méter annak az útnak a hosszúsága, melyet a fény vákuumban $1/299\,792\,458$ másodperc időtartam alatt megtesz.

A **méter** (jele: m) a hosszúság SI-mértékegysége. Definíció szerint a vákuumbeli fénysebesség (c) rögzített számértéke legyen $299\,792\,458$, amely m/s egységben van kifejezve, ahol a másodpercet Δv_{Cs} határozza meg.

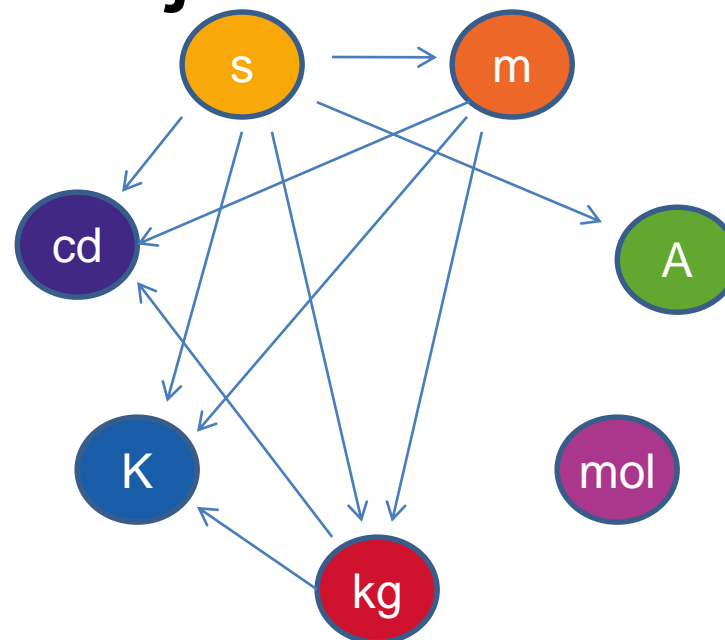
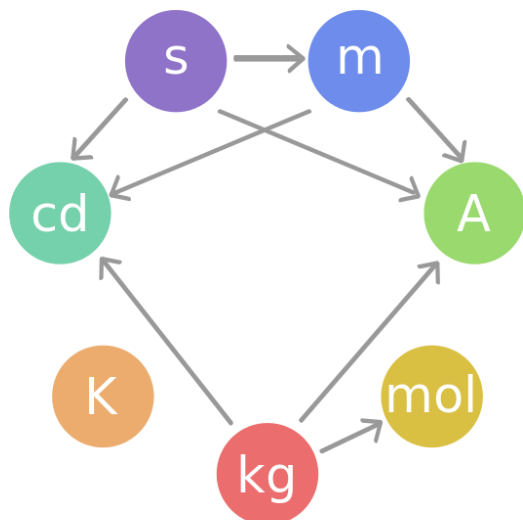
A régi és az új SI



A kilogramm az 1889. évben, Párizsban megtartott 1. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, Sèvres-ben őrzött platina-irídium henger tömege.

A **kilogramm** (jele: kg) a tömeg SI-mértékegysége. Definíció szerint a Planck-állandó (h) rögzített számértéke legyen $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$, amely J s egységben van kifejezve, ami megegyezik a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ -nel, ahol a méter és a másodpercet c , illetve $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ határozza meg.

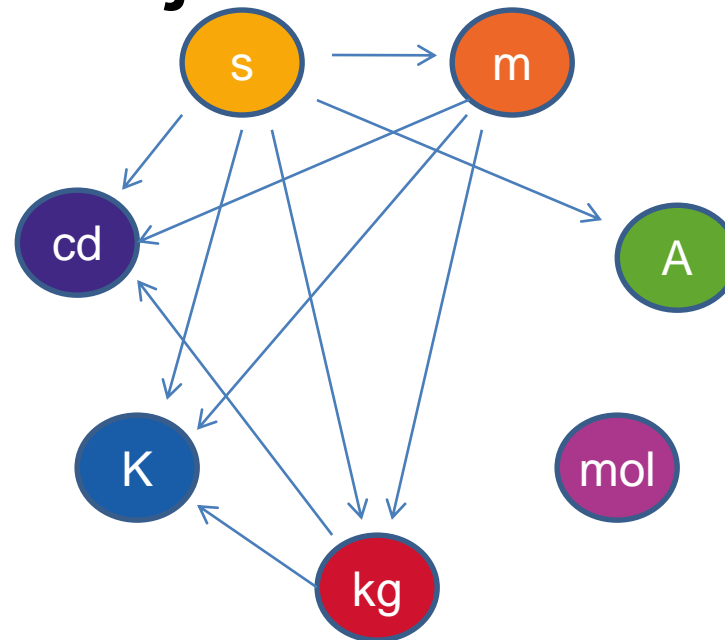
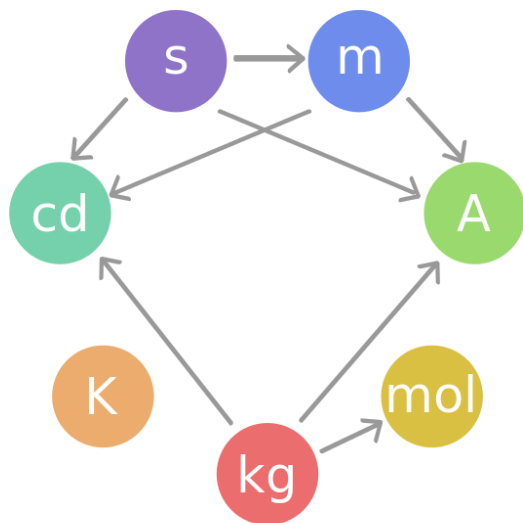
A régi és az új SI



Az amper olyan állandó villamos áram erőssége, amely két egyenes, párhuzamos, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny, kör keresztmetszetű és egymástól 1 méter távolságban, vákuumban elhelyezkedő vezetőkben fenntartva, e két vezető között méterenként 2×10^{-7} newton erőt hozna létre.

Az **amper** (jele: A) az áramerősség SI-mértékegysége. Definíció szerint az elemi töltés (e) rögzített számértéke legyen $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$, amely C egységben van kifejezve, ami megegyezik az A s-mal, ahol a másodpercet $\Delta\nu_{Cs}$ határozza meg.

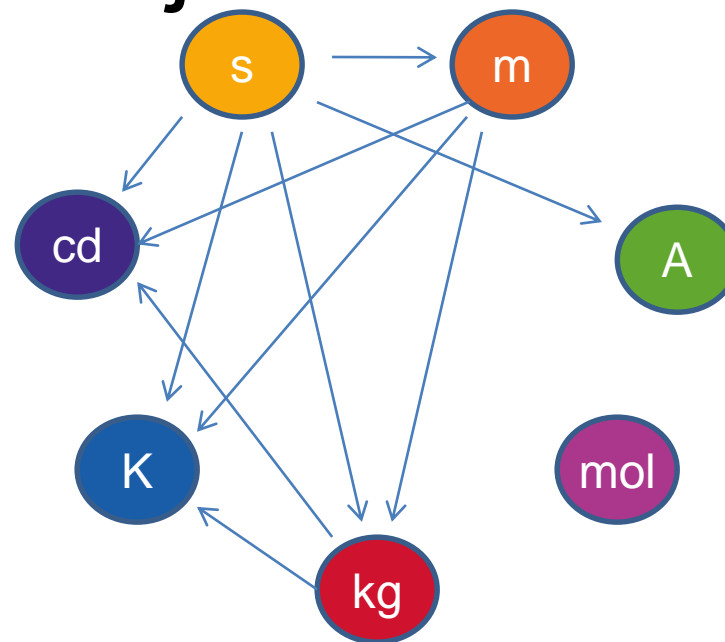
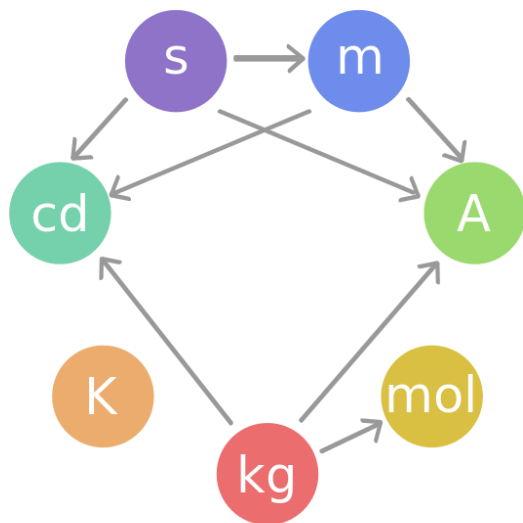
A régi és az új SI



A kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének 273,16-od része, olyan vízre vonatkozóan, amelynél a következő izotóparányok állnak fenn: 1 mól ^1H -ra 0,00015576 mól ^2H jut, 1 mól ^{16}O -ra 0,0003799 mól ^{17}O jut, és 1 mól ^{16}O -ra 0,0020052 mól ^{18}O jut.

A **kelvin** (jele: K) a termodinamikai hőmérséklet SI-mértékegysége. Definíció szerint a Boltzmann-állandó (k) rögzített számértéke legyen $1,380\,649 \times 10^{-23}$, amely J K^{-1} egységben van kifejezve, ami megegyezik a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ -nel, ahol a kilogrammot, a métert és a másodpercet h , c , illetve $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ határozza meg.

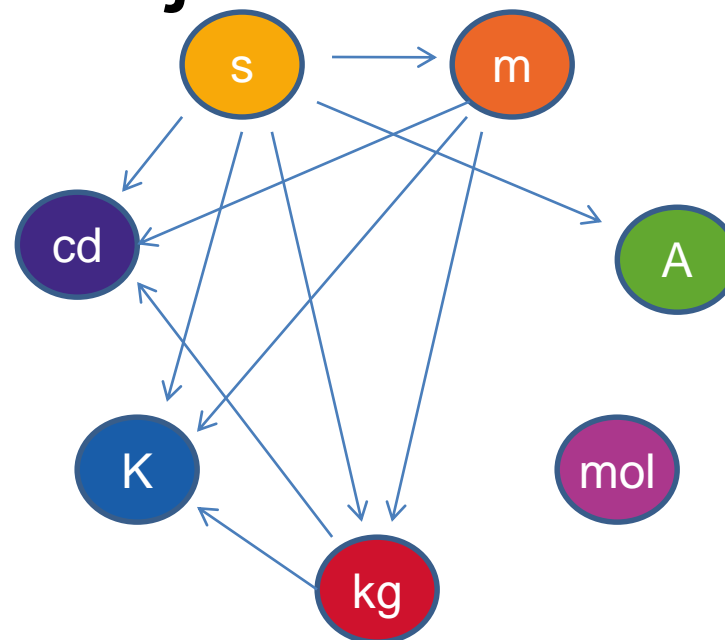
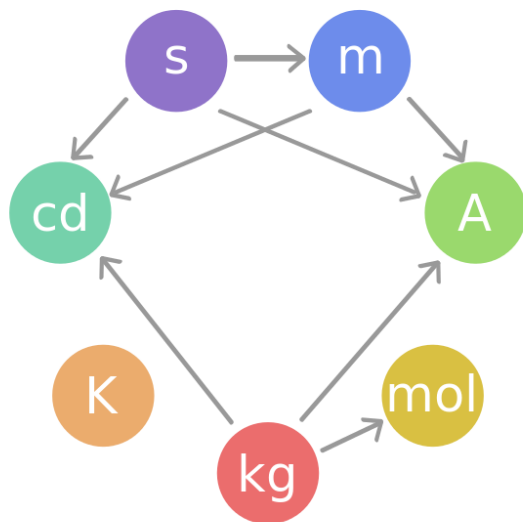
A régi és az új SI



A mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogramm szén-12-ben.

A **mól** (jele: mol) az anyagmennyiség SI-mértékegysége. Egy mól pontosan $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ elemi egységet tartalmaz. Ez a szám az Avogadro-állandó (N_A) rögzített értéke mol⁻¹ egységben kifejezve, az ún. Avogadro-szám.

A régi és az új SI



A kandela az olyan fényforrás fényerőssége adott irányban, amely 540×10^{12} hertz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki és sugárerőssége ebben az irányban $1/683$ watt per szteradián.

A **kandela** (jele: cd) az egy adott irányban mért fényerősség SI-mértékegysége. Definíció szerint az 540×10^{12} Hz frekvenciájú monokromatikus sugárzás fényhatásfoka állandójának K_{cd} rögzített számértéke legyen 683, amely lm W^{-1} egységben van kifejezve, ami megegyezik a cd sr W^{-1} -nel, vagy a cd sr $\text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ -nal, ahol a kilogrammot, a métert és a másodpercet h , c és $\Delta\nu_{Cs}$ határozza meg.

Az új SI előnyei

- A kg nem maradt anyagi mőtárgy (IPK)
- Az IPK sérülésének/megsemmisülésének veszélye
- Az IPK hosszú idejű stabilitása nem biztosított
- A kg-tól nem függ az A és a mol definíciója
- A mol és a kg nem áll közvetlen kapcsolatban
- Kvantumtechnológia fejlődése pontosíthatók az állandók
- Térben és időben bárhol megvalósíthatók az egységek
- Az adott skála nem csak egy pontját lehet megvalósítani

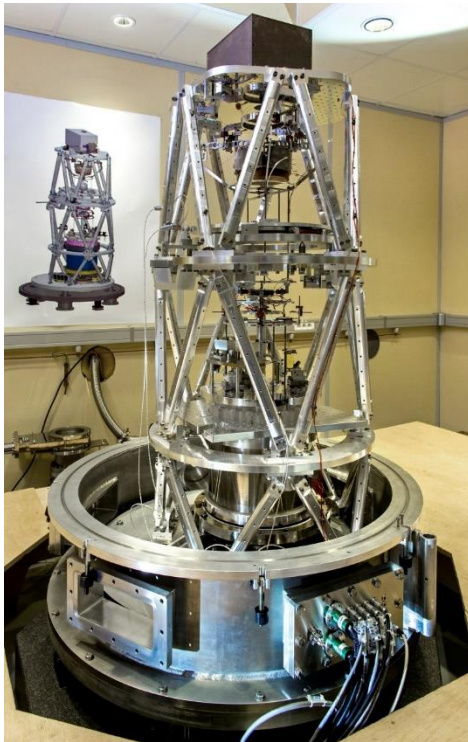


Régi etalonok

Korábbi primer etalonok



Másodlagos etalonok



Az új SI hatása

A megújított SI nem okoz gyakorlati változást a mindennapokban, még az akkreditált laboratóriumok szintjén sem, csak a metrológiai alap kutatásban

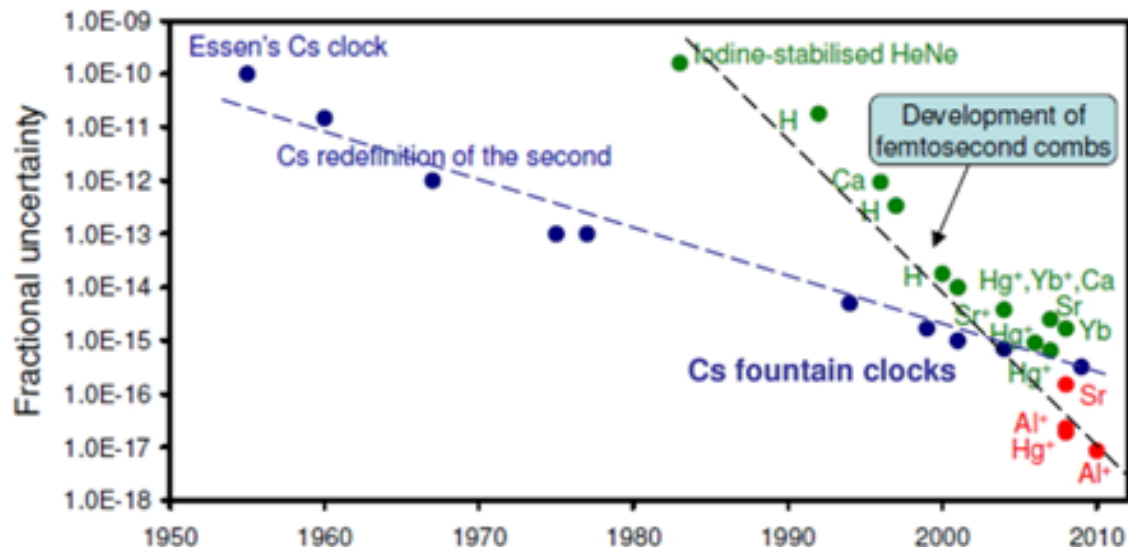
Új definíciók, származtatott egységek, prefixumok: 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet a mérésügyről szóló törvény végrehajtásáról 1. melléklet

2022-ben jóváhagyott új prefixumok:

| Prefixum neve | Prefixum jele | A prefixummal jelképezett szorzó |
|---------------|---------------|----------------------------------|
| ronna | R | 10^{27} |
| ronto | r | 10^{-27} |
| quetta | Q | 10^{30} |
| quecto | q | 10^{-30} |

Az SI fejlődésének következő lépése

A **secundum** megvalósítása még pontosabb lesz optikai órák segítségével (2026/2030)



**KÖSZÖNJÜK
A FIGYELMET!**



BUDAPEST FŐVÁROS
KORMÁNYHIVATALA

