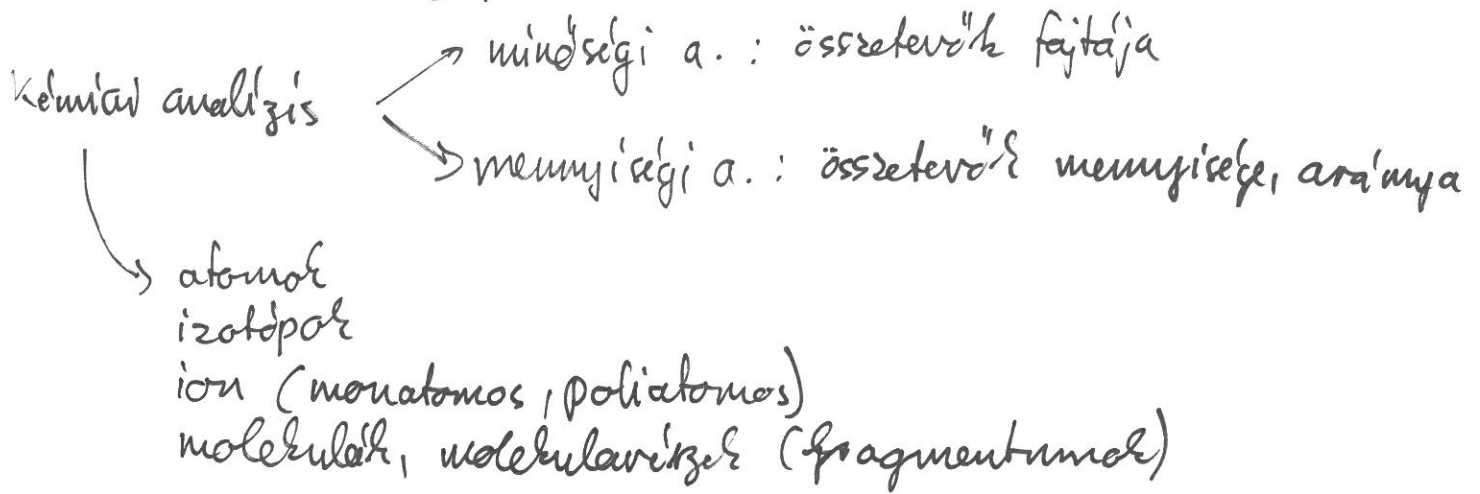


Tömegspektrometria (MS) 2018. V. 3.



Mi a tömeg?

"gravitációs tömeg"

- a tömeg maga gravitációs mezőt hoz létre
- a tömeg kölcsönhatásba lép a gravitációs mezővel

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F_{\text{súly}} = g \cdot m$$

felhasználás: klasszikus
mennyiségi analízis

gravimetria =
súlymérés

modernizált
mennyiség
meghatározás

pl. Ba^{2+} ionok meghat.
klasszikus módszerek
közül a legpontosabb

"tehetetlen tömeg"

(inercia)

- a tömeg "ellenáll" a gyorsításnak
- Newton II.

$$\Sigma F = m \cdot a$$

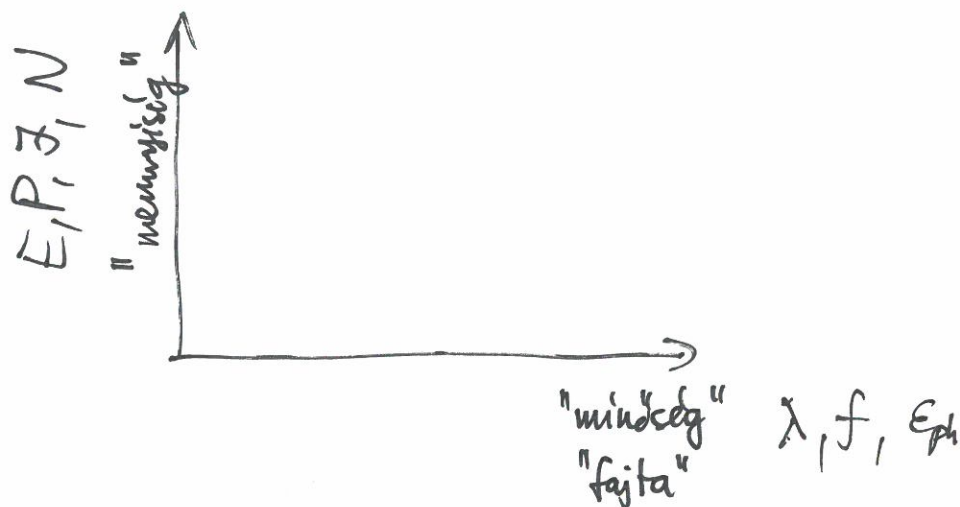
felhasználás: tömegspektrometria

mikroanalízis

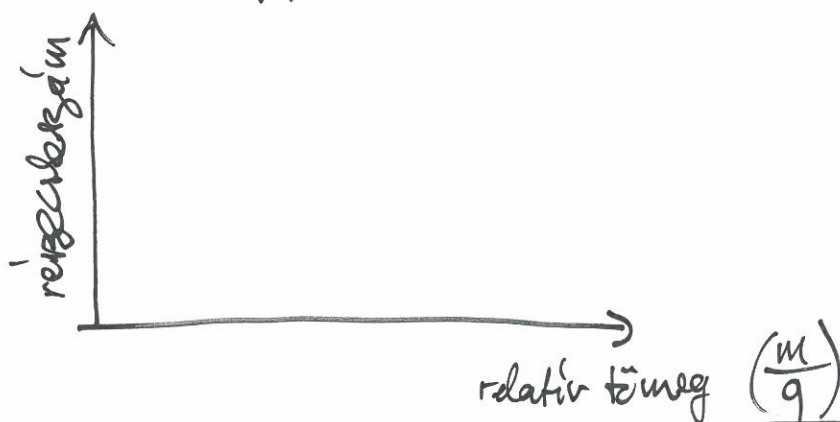
minőségi és mennyiségi
analízis

Mi a spektrum?

- egy fajta gyakorisági függvény

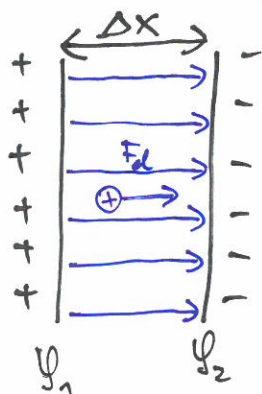


tömegspektrum



Alapvető kölcsönhatások

elektromos mezőben:

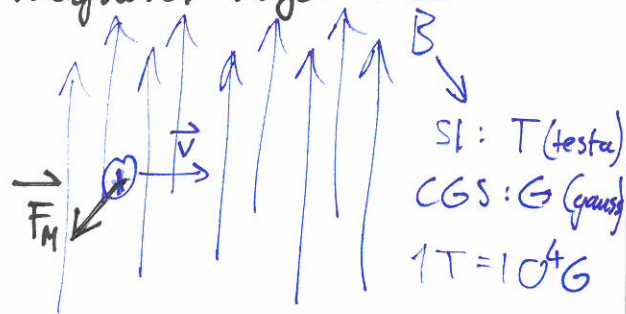


$$E = \frac{F_{el}}{q} = \frac{\Delta\phi}{\Delta x}$$

$$\vec{F}_{el} = q \cdot \vec{E}$$

hatás: lineáris gyorsítás
|v| nő

mágneses mezőben:



B a vektorokkal nem pár huzamosan mozgó töltésre hat

$$\vec{F}_M = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

hatás: centripetális gyorsítás

v iránya változik
|v| állandó

Körmozgás

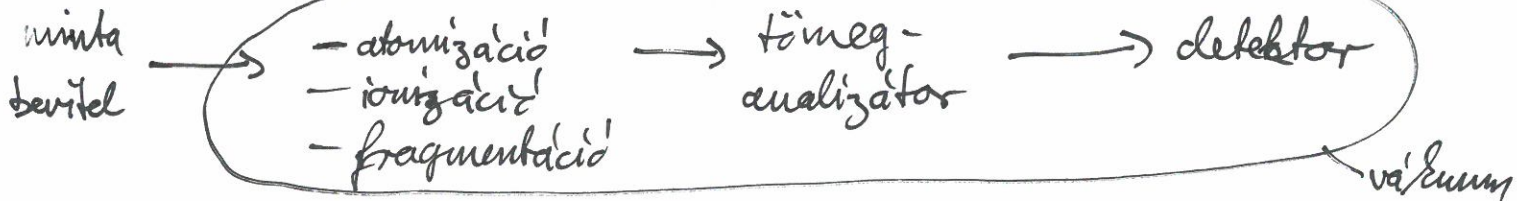
- akkor lép fel ha sugárirányú, mozgásra merőleges gyorsító erő van jelen $\vec{a} \perp \vec{v}$

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp}$$

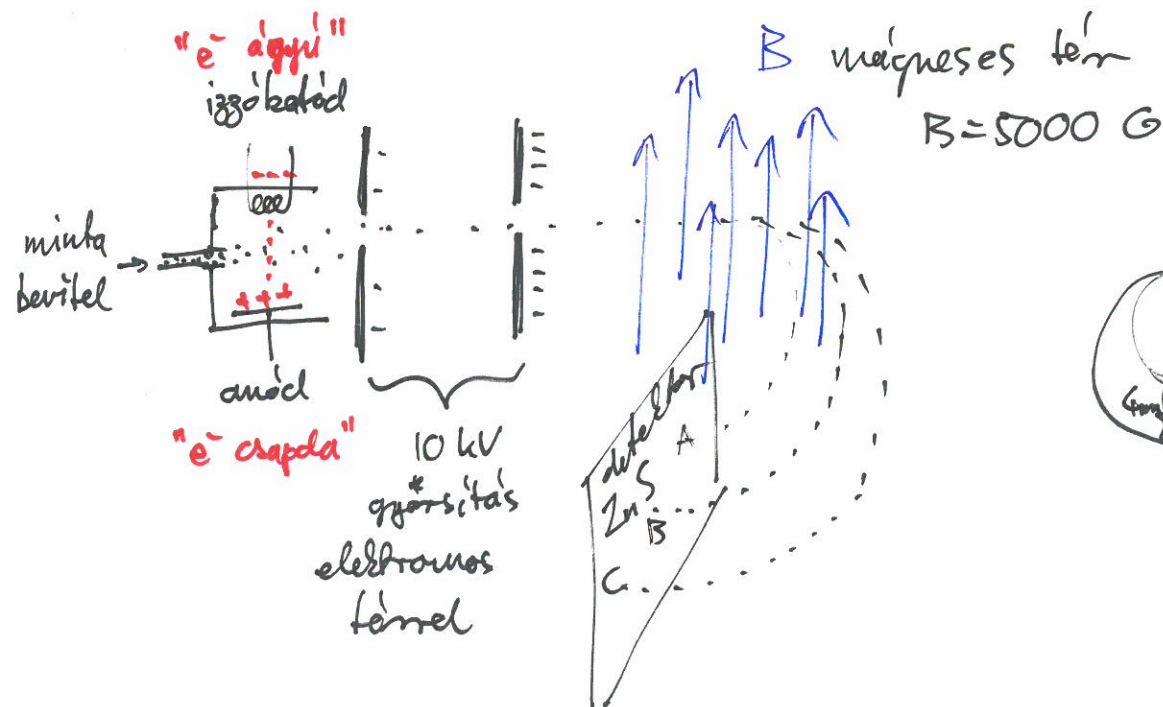
$$a_{cp} = \frac{v^2}{r}$$



A tömegspektrometria sémás menete



- atomizáció: a mintarészecskéket fizikai "aprítás", mintecskékképzés
- ionizáció: semleges részecskéket ellátása elektronos töltéssel
(*jellemezhető kationok képzése*)
- fragmentáció: kémiai méretcsökkentés: nagyobb molekulák kisebb darabokra tördelése



- gyorsító's elektromos mezővel:

$$\varepsilon_{el} \rightarrow \varepsilon_{kin}$$

$$q \cdot U = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{q \cdot U \cdot 2}{m}} \quad \#1$$

- gyorsító's mágneses mezővel:

$$|F_m| = q \cdot v \cdot B$$

$$F_m = F_{cp}$$

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m \cdot v^2}{q \cdot v \cdot B} = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \quad \#2$$

- a kettő együtt:

$$r = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{q \cdot U \cdot 2}{m}}}{q \cdot B} = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot \cancel{q} \cdot U \cdot 2}{\cancel{m} \cdot q^2}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m \cdot U \cdot 2}{q}}$$

$$^{98}\text{Mo}^+ : 1,633 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$^{100}\text{Mo}^+ : 1,667 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

$$q = +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

beállítások: $U = 10^4 \text{ V}$

$$B = 5000 \text{ G} = 0,5 \text{ T}$$

$$\left. \begin{aligned} r(^{98}\text{Mo}^+) &= 0,28574 \text{ m} \\ r(^{100}\text{Mo}^+) &= 0,2887 \text{ m} \end{aligned} \right\} \approx 0,002 \text{ m} = 2 \text{ mm}$$

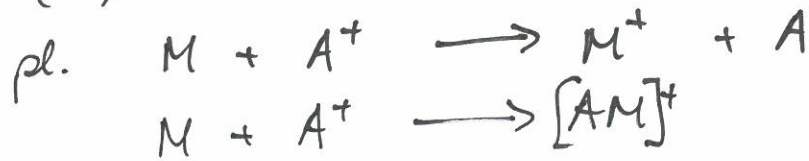
Ionforrások

1.) Elektronionizáció (EI)

- katód és anód közötti feszültségcsúszással
- kémiai ionizáció: nagy energiájú a fragmentáció

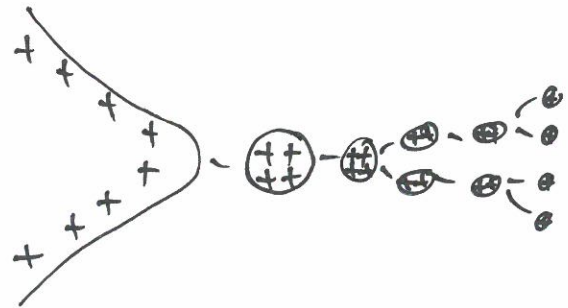
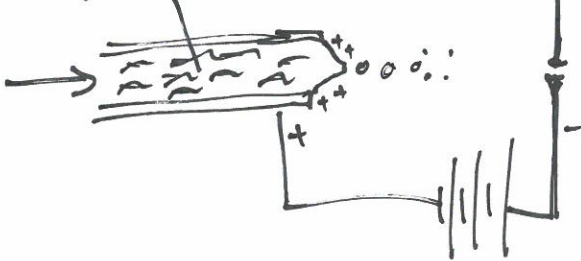
2.) Kémiai ionizáció (CI)

- egy inert (semleges) vegyületet juttatunk az ionizáló térbe
(A) (pl. fahéj-sav)
- ezt ionizáljuk $e^- + A \rightarrow A^+ + 2e^-$
- ezután bejuttatjuk a mintát és A-ról töltés kerül át a mintára (M)



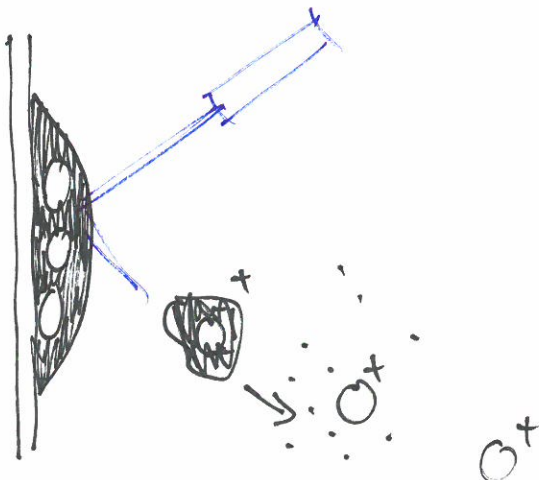
3.) Elektrospray ionizáció (ESI)

oldékony állapotú minta



4.) Mátrix-assistált lézer deszorpció és ionizáció (MALDI)

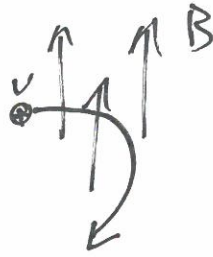
↑
folyékony levalózat



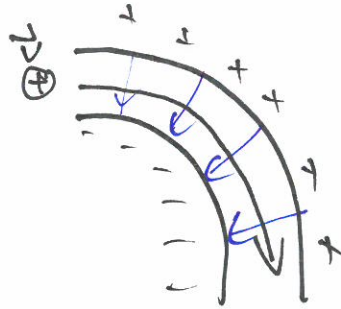
2, 3, 4: nagy ionizáció

Tömeganalizátorok

1.) Mágneses szektor



2.) Elektromos szektor
- íves lapkondenzátorok
közé juttatjuk az
ionokat

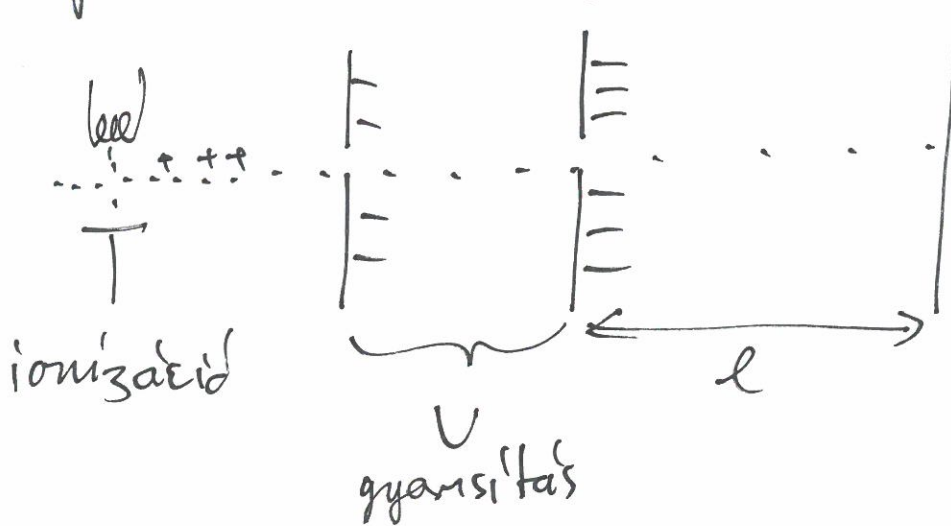


$$F_d = F_{cp}$$

$$E \cdot q = m \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{m v^2}{E \cdot q}$$

3. Repülési idő (TOF)



$$v = \frac{l}{\Delta t} \leftarrow \text{mérés}$$

$$v = \sqrt{\frac{q \cdot V \cdot 2}{m}}$$