

# Radioaktív nyomjelzés analitikai kémiai alkalmazásai

# Izotóphígításos módszerek

$$A = \lambda n$$

A aktivitás,  $n$  a radioaktív magok mennyisége,  $\lambda$  a bomlási állandója.

A fajlagos aktivitás kezdetben ( $a_0$ ):

$$a_0 = \frac{\lambda n}{n + N} \left( \frac{1}{\frac{M}{N_A}} \right)$$

$N$  az inaktív hordozó mennyisége.  $N'$  mennyiségű további inaktív hordozó adagolása után a teljes aktivitás ( $A$ ) nem változik, a fajlagos aktivitás ( $a'$ ) csökken:

$$a' = \frac{\lambda n}{n + N + N'} \left( \frac{1}{\frac{M}{N_A}} \right)$$

$$\lambda n = a_0 (n + N) = a' (n + N + N')$$

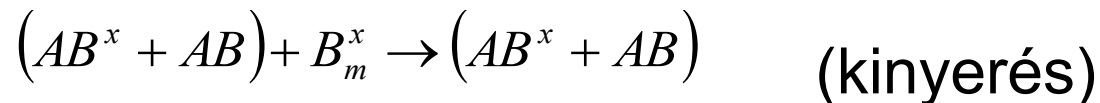
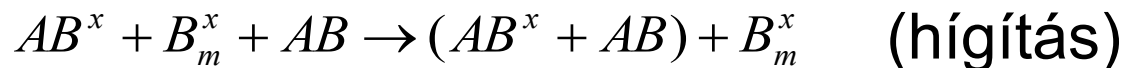
$$n \ll N: \quad N' = N \left( \frac{a_0}{a'} - 1 \right)$$

# Hígításos analitikai módszerek

- Alkalmazás feltételei:
  - Jól definiált sztöchiometria
  - Tisztán kinyerhető vegyület
  - Nem szükséges kvantitatív elválasztás
  - Mólszám helyére írható pl. tömeg, térfogat, aktivitás helyére intenzitás (azonos mérési körülmények)
  
- Alkalmazási példák:
  - Ritkaföldfémek meghatározása
  - Paraffinok
  - Tartályok térfogatának mérése
  - Radioimmuno assay módszerek
  - Mérések áramló rendszerekben

# Hígítási analitikai módszerek: típusok

- Egyszerű izotóphígítási módszer: nem aktív anyag mennyiségének meghatározása aktív anyag hozzáadásával
- Fordított izotóphígítás: radioaktív anyag mennyiségének meghatározása inaktív anyag hozzáadásával
- Derivált izotóphígítás: a meghatározandó anyag radioaktív formája közvetlenül nem alkalmazható, vele származékot képező radioaktív anyag viszont igen. Ezt előállítjuk, majd a fordított izotóphígítási módszert alkalmazzuk. Lépések:



# Hígítási analitikai módszerek: típusok

- Kettős izotóphígítás: olyan kis mennyiségű anyagot kell meghatározni, melynek fajlagos aktivitása ( $a_0$ ) a hígítás előtt nem határozható meg. A vizsgálandó anyagot két részre osztjuk és két különböző mennyiségű ( $m_1$  és  $m_2$ ) inaktív hígítót adunk. Összekeverés után izoláljuk a tiszta anyagot, meghatározzuk a fajlagos aktivitásokat ( $a_1$  és  $a_2$ ).

$$a_0 m_0 = a_1 (m_0 + m_1) \qquad a_0 m_0 = a_2 (m_0 + m_2)$$

$$a_0 = \frac{a_1 a_2 (m_2 - m_1)}{a_2 m_2 - a_1 m_1}$$

$$m_0 = \frac{a_1 m_1 - a_2 m_2}{a_2 - a_1}$$

# Hígítási analitikai módszerek: típusok

- Dinamikus izotóphígítás: áramló (nyitott rendszerek) izotópos jelzése. Legyen egy  $V$  térfogatú tartálynál a folyadék átfolyási térfogatsebessége  $w$ . Adott  $t=0$  időpillanatban  $a_0$  fajlagos aktivitású indikátort adunk a rendszerhez. Ideális keveredést feltételezve a  $t$  időpontban kilépő folyadékban a fajlagos aktivitás:

$$a = a_0 e^{-\frac{w}{V}t}$$

- Több sorba kapcsolt tartály esetén az  $i$ -edik tartályból kifolyó folyadék fajlagos aktivitása:

$$a_i = a_0 \frac{\left(\frac{w}{V}t\right)^{i-1}}{i-1} e^{-\frac{w}{V}t}$$

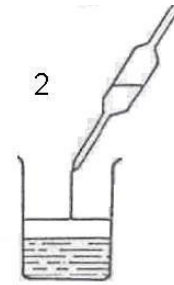
# Hígítási analitikai módszerek: típusok

- Szubsztöchiometrikus analízis: olyan kis mennyiségeknél, ahol a fajlagos aktivitás nem határozható meg. A radioaktív izotópot azonos mennyiségben tartalmazó eredeti és ismert koncentrációjú oldatokból mindig azonos, pontosan meghatározott, de a benne levő anyagmennyiségnél kisebb mennyiségű anyagot választunk le pl. komplexképzéssel. A komplexet elkülönítjük (pl. extrakcióval, ioncserével), alikvot résznek aktivitását mérjük. Az aktivitás a hígító oldat koncentrációjának növekedésével csökken. Az ismert koncentrációjú oldatokat kalibráló oldatként használjuk. Az ismeretlen aktivitását a kapott görbéről olvassuk le.

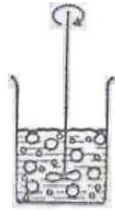
Kis mennyiségű (m0 g) ismert fajlagos aktivitású (a0) Mo-99 (VI)-ot adunk ugyanazt a vegyületet ismeretlen mennyiségben (m1 g) tartalmazó oldathoz. Az oldatot melegítjük, hogy az izotópcseré biztosan lejártszódjon.



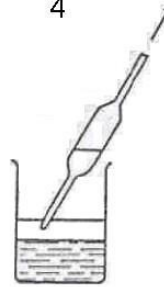
Hozzáadjuk a komplexképző (TOPO) ciklohexános oldatát.



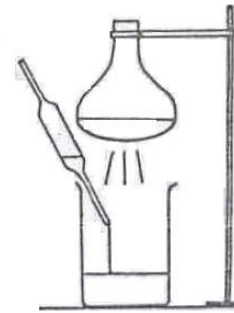
3  
A kétfázisú folyadék-folyadék elegyet keverjük, majd a Mo(VI)-ot kvantitatíven extraháljuk.



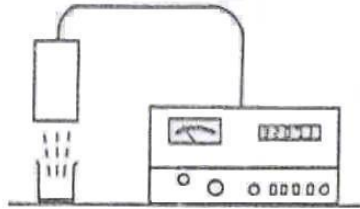
4  
Mintát veszünk a szerves fázisból és...



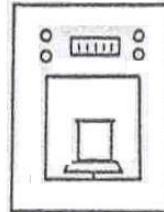
5  
szárazra pároljuk.



6  
Megmérjük az aktivitást (A) és ...



7  
a tömeget (m).

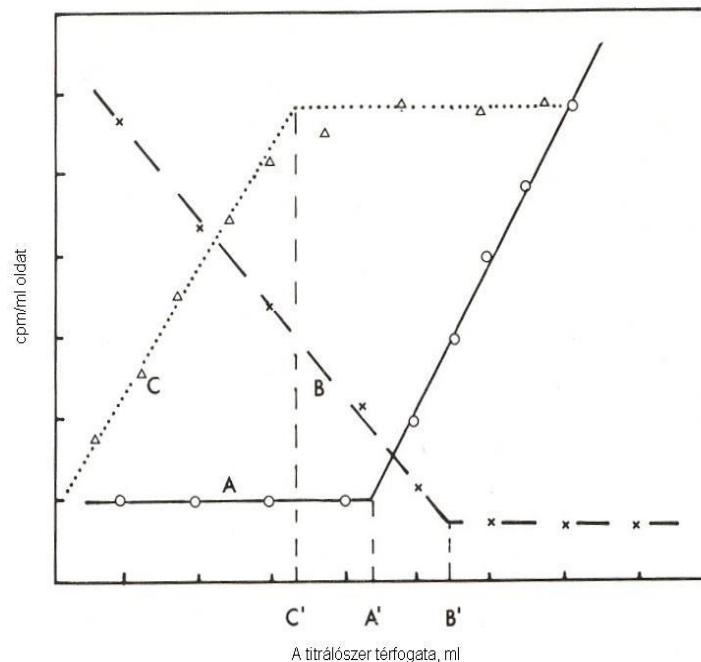


8  
Kiszámítjuk a fajlagos aktivitást és az ismeretlen tömeget.

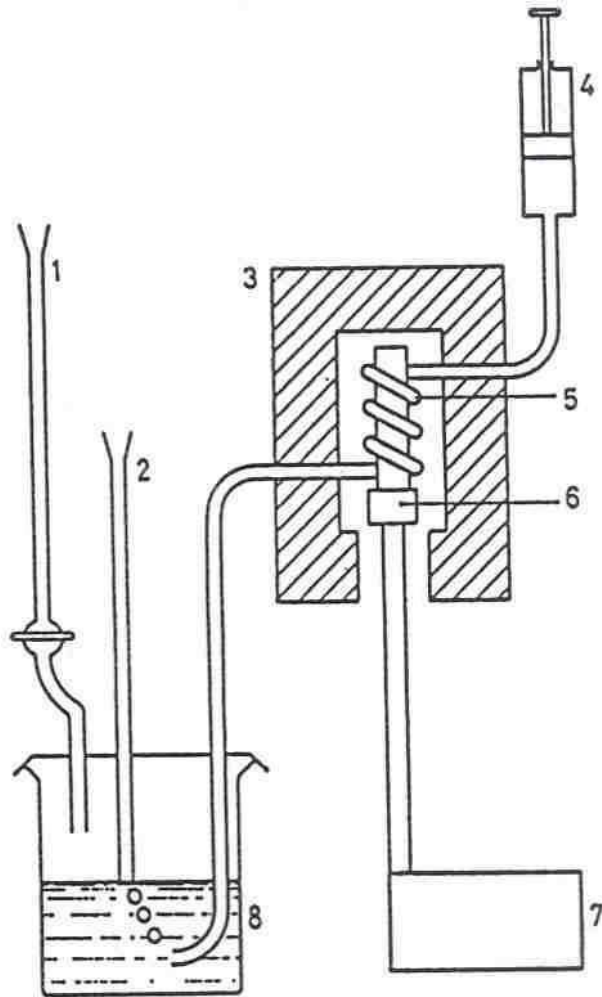


# Radiometrikus titrálás

A térfogatoss analitikai eljárások egyik kiegészítése, speciális végpont-jelzési módszerrel. A radiometrikus titrálás akkor alkalmazható, ha a meghatározandó ion a titrálószerrel rosszul oldódó csapadékot vagy könnyen extrahálható vegyületet ad és a meghatározandó vagy a titráló ion nyomjelezhető. A titrálás során különböző mennyiségű titrálószer hozzáadása után mérik a kivált csapadék vagy szűrletének aktivitását, illetve extrakciónál az egyik fázis radioaktív anyag tartalmát.



- A. Radioaktívan nyomjelzett oldattal titrálunk
- B. A meghatározandó elemet nyomjelzik saját radioaktív izotópjával
- C. Mind a meghatározandó ion, mind a titrálószer nyomjelzett: az ekvivalenciapontban az oldat radioaktivitása minimumot mutat.

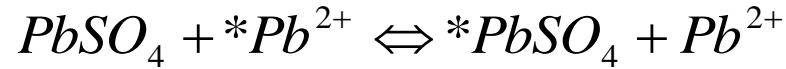


1. Büretta
2. Keverő
3. Ólomárnyékolás
4. Injekciós fecskendő
5. Üvegszirál
6. GM-cső
7. elektromos impulzusszámláló
8. Szűrőben végződő üvegszirál

# Radiometrikus titrálás

- Ha két egymás mellett lévő anyag koncentrációját kell meghatározni és a két anyag hasonló csapadékának oldhatósága vagy komplexének stabilitása között különbség van, a radiometrikus titrálás lehetőséget ad mindkettő meghatározására, csak a nagyobb oldékonyságú illetve kisebb stabilitású komplexet adó ion nyomjelzése mellett.
- A radiometrikus titrálásnak mint végpontjelzési módszernek előnye pl. a potenciometrikus titrálással szemben a mérhető mennyiség és a titrálószer térfogata közötti lineáris függvény - a logaritmikus helyett, - ami fölöslegessé teszi a sok pontból felvett titrálási görbe értékelését, másrészt a mérés automatizálását is könnyen megvalósíthatóvá teszi.

# Paneth-Imre féle felületmeghatározás



$$\Delta G = -T\Delta S_{\text{elegy}}$$

Ha a csere csak a felületen megy végbe:

$$\frac{\text{oldat} - \text{aktivitás}}{\text{szilárd} - \text{aktivitás}} = \frac{c^0 V}{X}$$

X: a felületen levő atomok/ionok száma

$c^0$  a telített oldat koncentrációja, vagyis az oldékonyság

V az oldat térfogata

Ha a szilárd fázis belsejében is történik csere: a kezdeti gyorsabb emelkedés után lassú emelkedő szakasz. Ennek kezdetére extrapolálva határozzuk meg a felületi csere végét.