

# MEMBRÁNTECHNIKAI MŰVELET

melyben a

**MEMBRÁN:**

**SZELEKTÍV VÁLASZFAL**

két fázis között, melyen egyes

**KOMPONENSEK/MOLEKULÁK**

könnyebben hatolnak át (transzportálódnak), mint mások

**FIZIKAI-KÉMIAI TULAJDONSÁGAIK**

eltérése következtében

A

**TRANSZPORT**

a membrán két oldala között fennálló

**HAJTÓERŐ**

hatására megy végbe, mellyel

a permeáció áramsűrűsége

gyakran arányos

A

**MEMBRÁN**

alapvetően

**MEGHATÁROZZA**

a

**SZELEKTIVITÁST**

(szétválasztás élességét)

és a

**PERMEÁTUM ÁRAMSŰRŰSÉGÉT**

(termelés hatékonyságát, termelékenységét)

a membrán tehát permeábilis és szelektív,

ezért ma gyakran szokásos a perszelektív jelző használata,

korábban a szemipermeábilis jelző volt használatos

(szemipermeábilis illetve permszelektív:

szabadon „átjárható” pl. a víz számára, de sokkal kevésbé a só számára)

## MÉRFÖLDKÖVEK A MEMBRÁNTECHNIKÁBAN

a jelenség megfigyelése	<b>ozmózis: Nollet, 1748</b> Jean-Antoine Nollet (1700 – 1770) elektroozmózis: Reuss, 1803; Porret, 1816 dialízis: Graham, 1861
Gyakorlati eredmények	cellulóz-acetát membránok előállítása: <b>Zsigmondy és Bachmann, szabadalmi bejelentés: 1917</b> Richard Adolf Zsigmondy (1865 – 1929) ; Wilhelm Bachmann első kereskedelmi membránok: Sartorius, 1918 hemodialízis kifejlesztése: Kolff, 1944 Willem Johan Kolff (1911-2009) cellulóz-acetát membránok só visszatartó képességének kimutatása: Breton és Reid, 1959 <b>aszimmetrikus membránok kifejlesztése:</b> <b>Loeb és Sourirajan, 1962</b> első tekercselt modul kifejlesztése: General Atomics, 1963 első üreges szálal modul kifejlesztése: Du Pont, 1967 első kompozit membrán kifejlesztése: Cadotte, 1972 kisnyomású nanoszűrő membránok kifejlesztése: 1986 bipoláris membránok kifejlesztése: Mani, 1991

## MEMBRÁN MŰVELETEK MEGJELENÉSE

membránművelet	Ország	év	(első) alkalmazás
Hemodialízis	Hollandia	1950	művese
Gázzétválasztás (GS)	USA	1979	hidrogén visszanyerés

### Membránok:

síklap és cső

szimmetrikus/aszimmetrikus (nem szimmetrikus)/kompozit;

pórusos (porózus)/nem pórusos (nem porózus) (pórusmentes; tömör);

hidrofób/hidrofil (organofil)

elasztomer szerkezetű (gumiszerű)/üveges szerkezetű

## Membrán anyagok:

**Polimerek:** pl. cellulóz acetát (CA), cellulóz észter, regenerált cellulózok (celofán), polietilén (PE), polipropilén (PP), poliészter, polikarbonát (PC), poliszulfon (PS), poliakril-nitril (PAN), (alifás és aromás) poliamid (PA), szilikon gumi alapanyagú polimerek, polivinil-alkohol (PVA), polimetil-metakrilát (PMMA, plexiüveg), politetrafluor-etilén (PTFE, teflon), polisztirol, polivinilidén-fluorid (PVDF).

**Kerámiák:** pl. alumínium-oxid (timföld;  $Al_2O_3$ ), cirkónium-oxid ( $ZrO_2$ ), szilícium-karbid (SC), titán-dioxid ( $TiO_2$ )

### Legfontosabb membrán tulajdonságok:

- szelektivitás (szétválasztási tényező)
- permeabilitás (áteresztőképesség)
- mechanikai stabilitás (szilárdság)
- hőmérséklet stabilitás (hőtűrés)
- kémiai ellenálló képesség (pH tűrés)

### Szemponatok a modulok kialakításához:

- nagy fajlagos felület
- gazdaságos gyártás
- könnyű tisztíthatóság
- gazdaságos membráncsere

egyres tulajdonságok meghatározó fontosságúak lehetnek bizonyos esetekben, s ennek megfelelően több modul kialakítás lehetséges.

### Öt főbb modultípus különböztethető meg:

- csöves
- kapillárisos
- üreges szálal
- keretes (lemez szerkezetű)
- (spirálisan) (csévélt) tekercselt

A fenti szempontoknak megfelelően a két legsikeresebb modul az üreges szálal és a tekercselt modul.

Valamennyi modulnál egy belépő és két kilépő áram van (kivéve az elektrodialízises modulokat és egyes kapillárisos modulokat) (V.ö.: a hagyományos szűrésnél egy belépő és egy kilépő áram van).

## SZERKEZETI KIALAKÍTÁS ÉS JELLEMZŐI

Szerkezet	fajlagos felület $m^2/m^3$	külső csőátmérő mm
Lapmembrán lemezes tekercselt	100-400 300 ÷ 1000	
Csőmembrán csöves	< 300	> 10
kapillárisos	600 ÷ 1200	< 2.5
üreges szálal	1000 ÷ 10000 (< 30000)	< 0.2

## MODULOK ÉS MEMBRÁN MŰVELETEK

Művelet	csöves modul	kapillaris modul	üreges szál modul	keretes modul	tekereselt modul
GS	-	+	++	-	++

++ **leggyakoribb**

+ lehetséges

- nem szokásos

## A MEMBRÁNOK ILLETVE A SZÉTVÁLASZTÁS JELLEMZÉSÉRE ALKALMAZOTT MENNYISÉGEK:

### PERMEABILITÁS (Áteresztőképesség) (permeability coefficient)

$$j_P = \frac{P^*}{\ell} \Delta p = P \cdot \Delta p_A \quad (\Delta c_A)$$

ahol:

$j_P$  a permeátum áramsűrűsége ( $m^3/m^2h$ )

$P$  permeabilitási tényező ( $m^3/m^2hbar$ )

$\ell$  a membrán vastagsága (m)

$\Delta p_A$  hajtóerő (parciális nyomáskülönbség a membrán két oldala között)

$\Delta c_A$  hajtóerő (moláris koncentráció különbség a membrán két oldala között)

### SZELEKTIVITÁS (Szétválasztási tényező) (selectivity) (separation factor)

$$\alpha = \frac{\left[ \frac{y_A}{y_B} \right]_P}{\left[ \frac{x_A}{x_B} \right]_F}$$

ahol:

x a betáplált oldatban az indexben jelzett komponens koncentrációja

y a permeátumban az indexben jelzett komponens koncentrációja

A illetve B a komponens jele

$$y_A = \frac{\alpha \cdot x_A}{1 + (\alpha - 1) \cdot x_A}$$

**Ha**

$$\alpha = 1 \Rightarrow y_A = x_A ; \alpha = \infty \Rightarrow y_A = 1$$