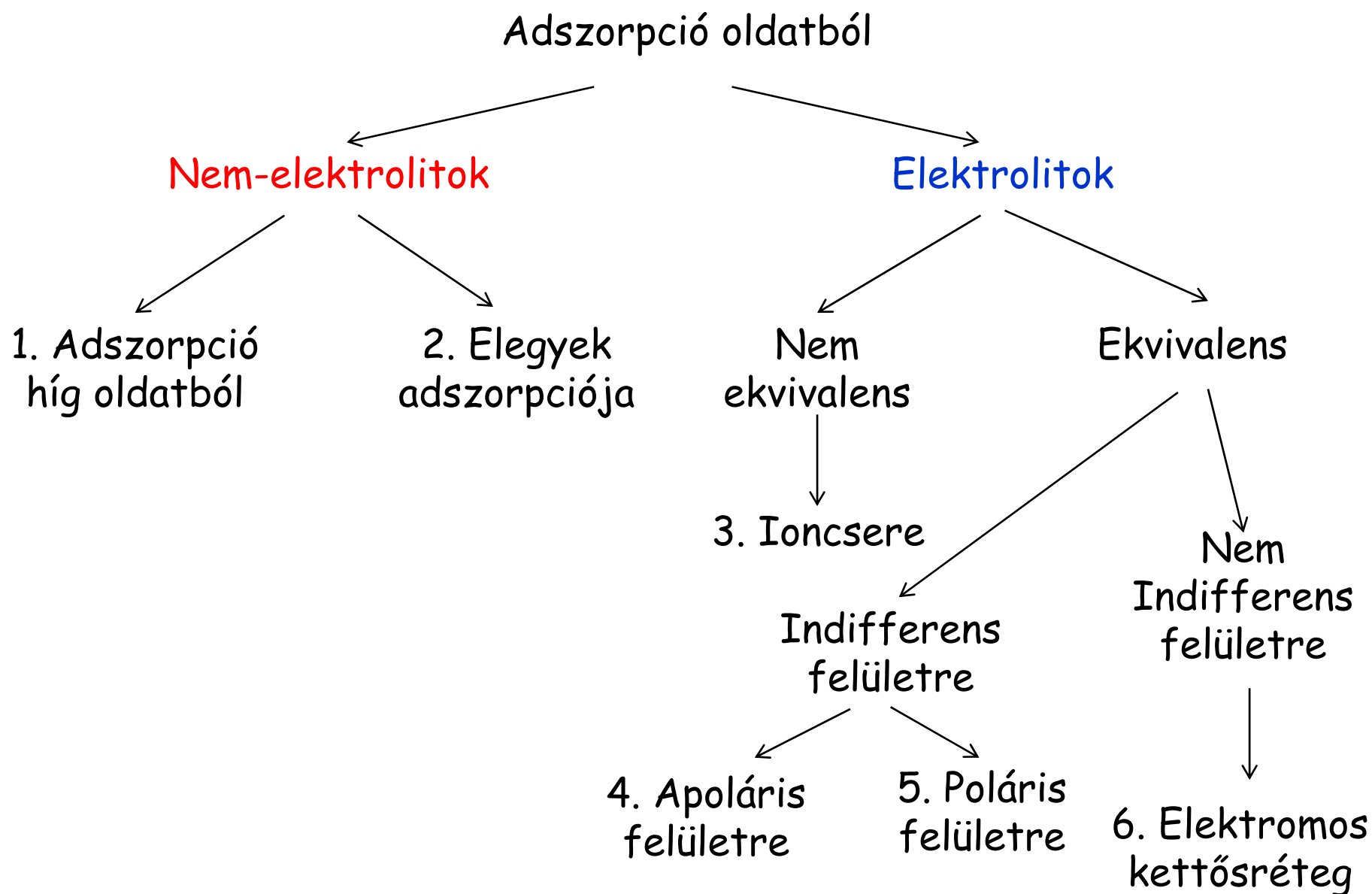


Az elektromos kettősréteg. Az elektromos potenciálkülönbség eredete, értéke és az azt befolyásoló tényezők. Kolloidok stabilitása.

# Adszorpció oldatból szilárd felületre



# 1. Adszorpció híg oldatból

- Jellemzően Langmuir vagy Freundlich típusú izotermák
- Az adszorpció erősségét a kémiai hasonlóság befolyásolja

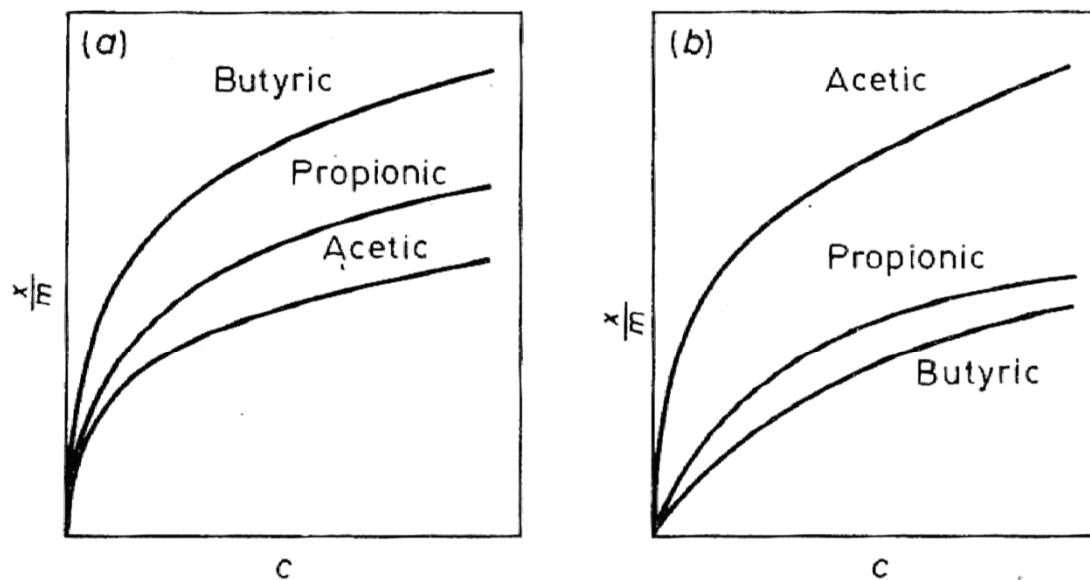


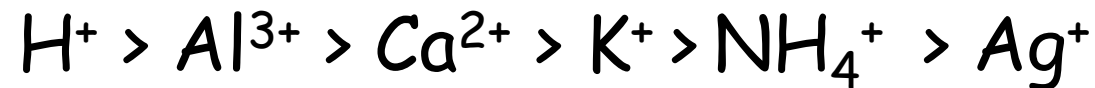
Figure 6.11. Adsorption isotherms for fatty acids; (a) from aqueous solutions on to charcoal and (b) from toluene solutions on to silica gel

### 3. Ioncsere adszorpció

- A szilárd felületen (vagy az anyag belsejében) már eleve vannak ionok, melyek az elektrolitoldat kationjával vagy anionjával cserélhető.
- Természetes és mesterséges ioncserélők (zeolitok, agyagásványok, ill. ioncserélő gyanták).
- Alkalmazás: víztisztítás, vízlágyítás, analitikai eljárások, stb.

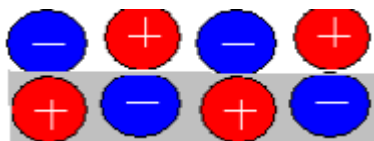
## 4. Elektrolit adszorpciója apoláris felületen

- Mind a kation, mind az anion megkötődik a felületen.
- Többféle ion esetén a megkötődés a liotróp sornak megfelelő (oldószerre gyakorolt hatás):



## 5. Elektrolit adszorpciója poláris felületen

- A felület szerkezete irányító hatással bír.
- A megkötődés az ellentétes töltésű rácspontokon történik



## 6. Elektromos kettősréteg

Hogyan keletkeznek elektromosan töltött felületek?

- Kation vagy anion megkötődése a felületen
- Felületi csoportok elektrolitos disszociációja
- Felületi funkciós csoportok protonálódása/deprotonálódása (pH függő töltés!)
- Izomorf helyettesítés (agyagásványok).

Milyen a kettősréteg szerkezete?

## 6. Elektromos kettősréteg

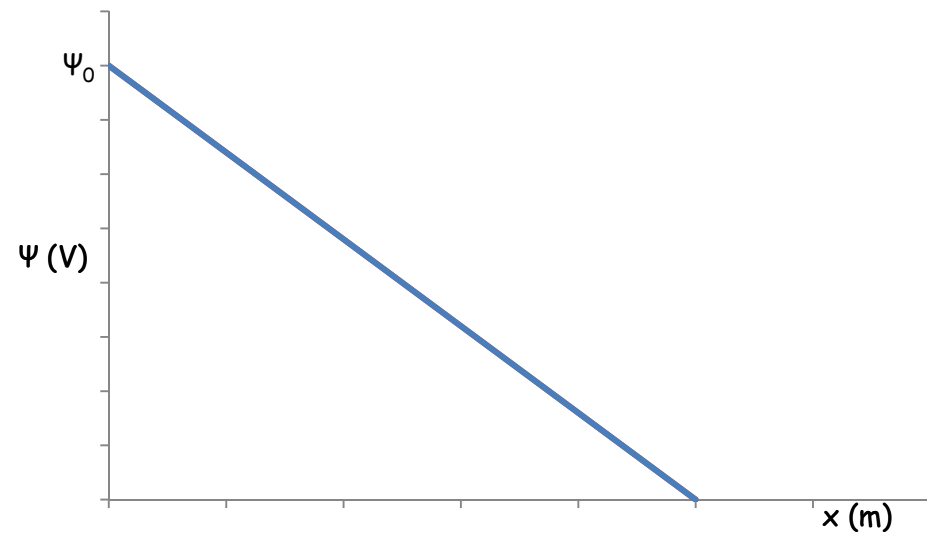
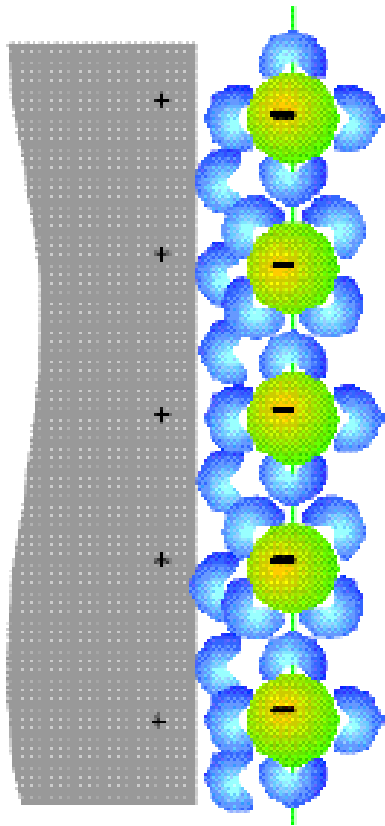
Ionadszorpcó esetén melyik ion kötődik?

- Saját ion
- Rokon ion
- Csapadékképző ion
- Nagyobb töltésszámú ion
- Liotróp sornak megfelelő ion
- $H^+$ , vagy  $OH^-$  (főleg oxidok esetén)



# 6. Elektromos kettősréteg

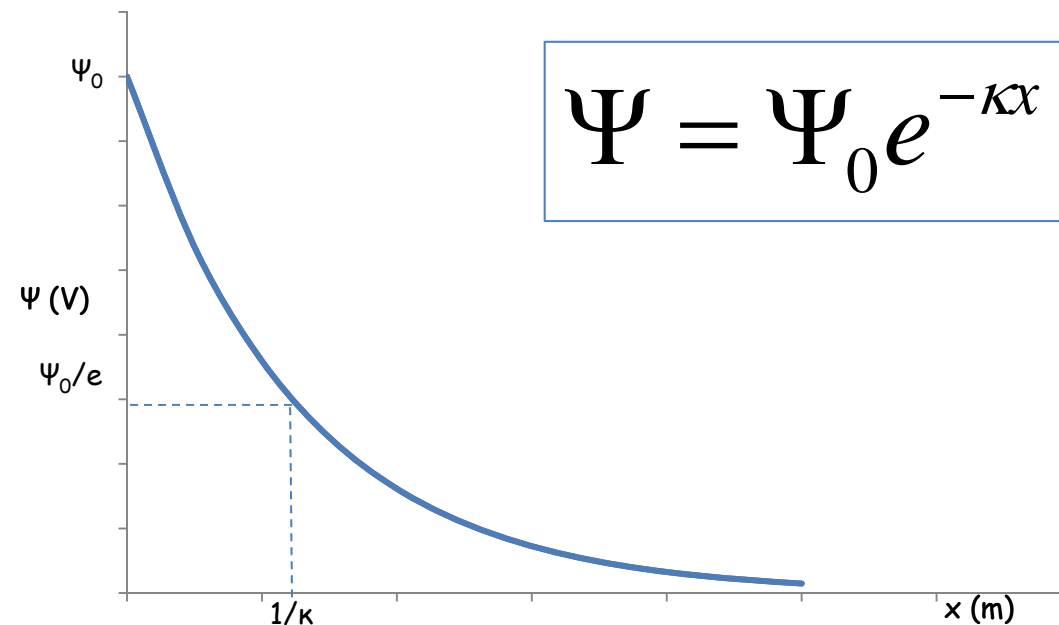
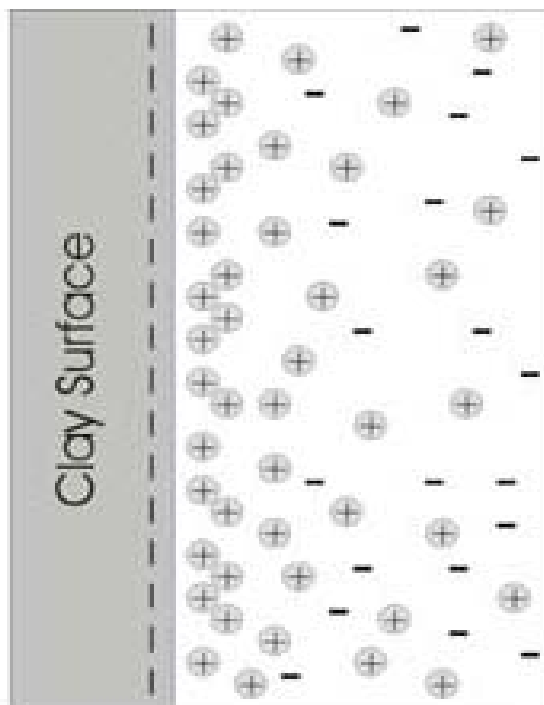
## A Helmholtz modell



## 6. Elektromos kettősréteg

### Gouy-Chapman modell (diffúz modell)

Az ionok hőmozgása miatt az ellenionok diffúz eloszlás mutatnak.

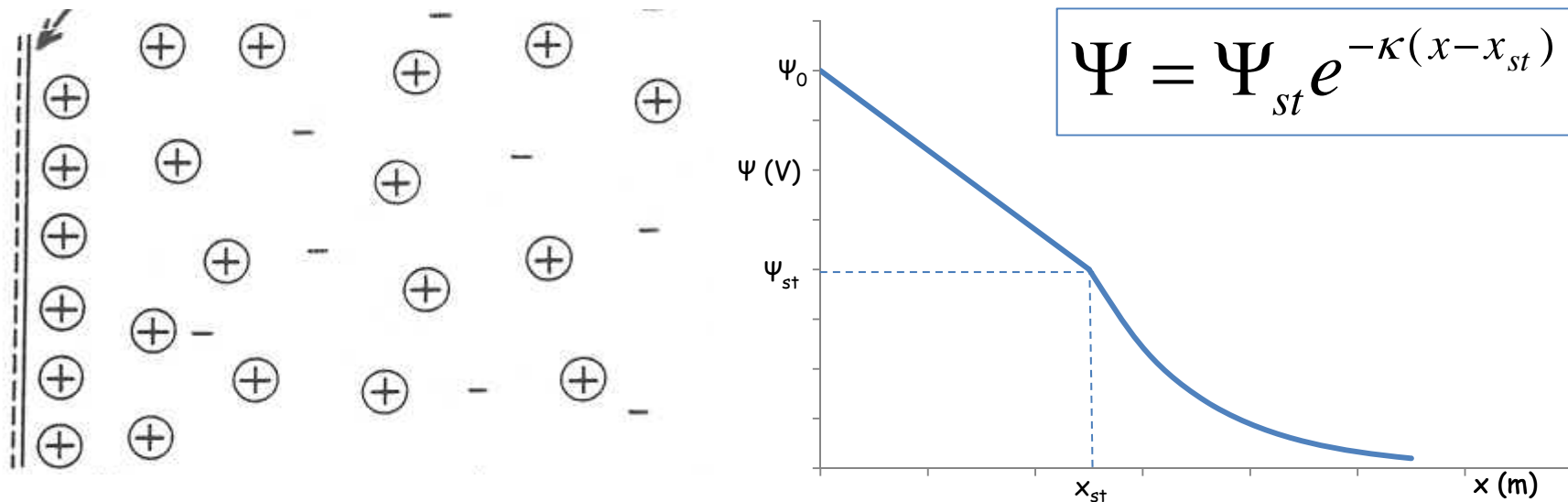


$\Psi$ : potenciál (V),  $\Psi_0$ : felületi potenciál (V),  $x$ : távolság a felülettől (m),  
 $1/\kappa$ : kettősréteg vastagsága

# 6. Elektromos kettősréteg

## Stern modell

Részben rendezett, részben diffúz

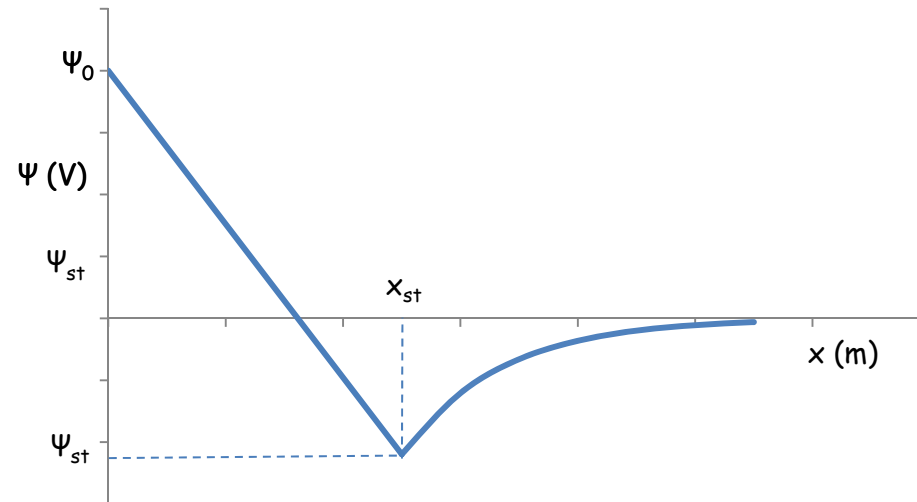
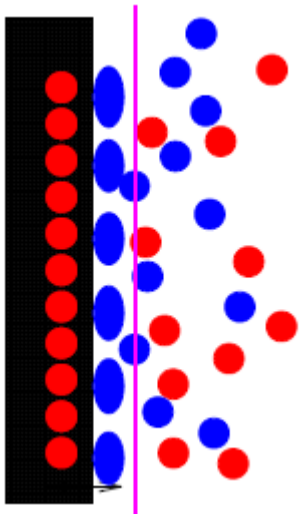


$\Psi$ : potenciál (V),  $\Psi_0$ : felületi potenciál (V),  $\Psi_{st}$ : Stern potenciál (V),  $x$ : távolság a felülettől (m),  $x_{st}$ : Stern réteg vastagsága (m),  $\kappa$ : Debye-Hückel paraméter (1/m)

# 6. Elektromos kettősréteg

## Stern modell

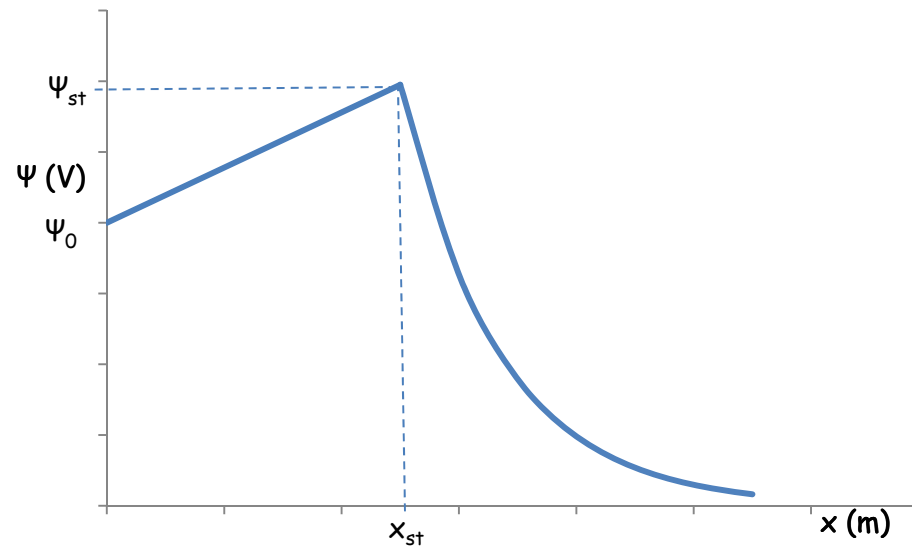
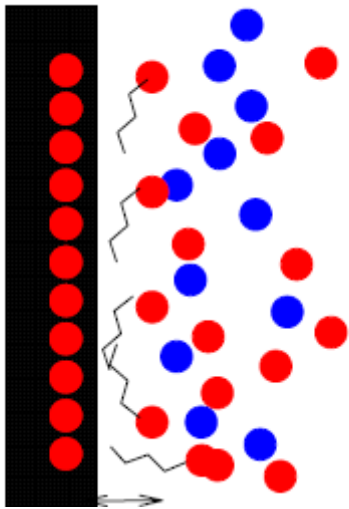
Áttöltés: a nagy töltésű ellenion specifikus kötődése áttölti a felületet.



# 6. Elektromos kettősréteg

## Stern modell

Túltöltés: azonos töltésű felületaktív anyag adszorpciója

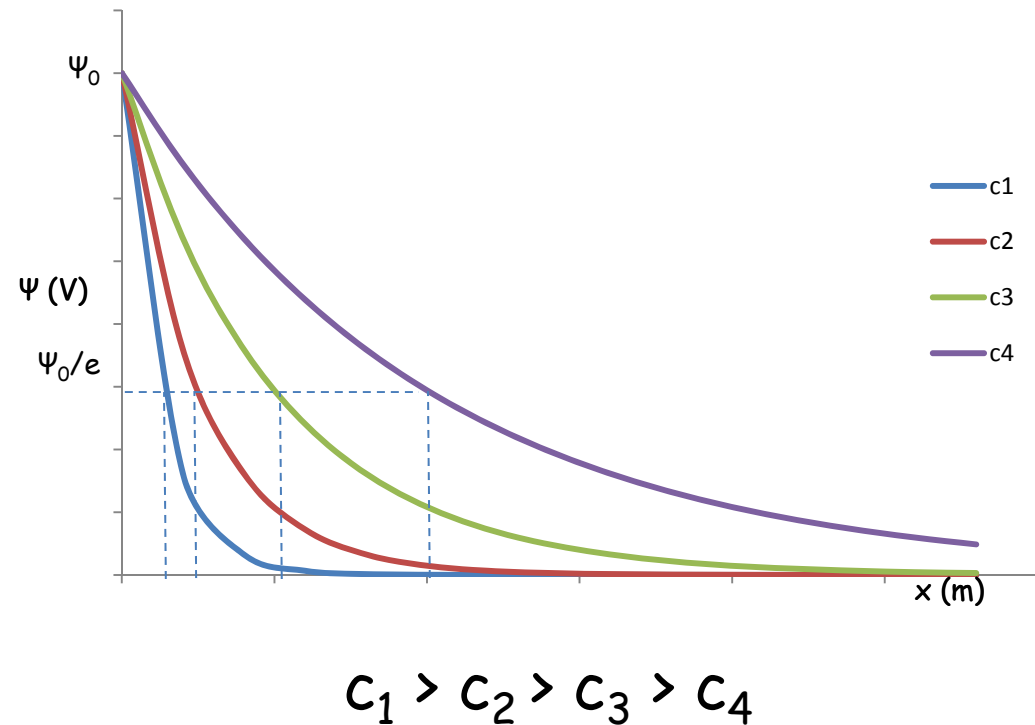


# Kettősréteg vastagságát befolyásoló tényezők

$$\kappa = \sqrt{\frac{2IF^2}{\varepsilon_0 \varepsilon_r RT}}$$

Elektrolit hatása:

Az elektrolitból származó ellenion felhalmozódik a töltött felület közelében „leárnyékolva azt”, így a potenciál abszolút értéke kisebb lesz mint elektrolit távollétében. (a kettősréteg „összenyomódik”)



$\kappa$ : Debye-Hückel paraméter (1/m), I: ionerősség mol/dm<sup>3</sup>, F: Faraday állandó (C),  $\varepsilon$ : permittivitás, R: gázállandó, T: hőmérséklet (K)

# Felületi töltés számítása

Milyen töltése van az üvegnek?

Milyen töltése van az ezüst-halogenideknek?

$$\Psi_0 = \frac{RT}{zF} (\ln a - \ln a_{NTP}) \quad \text{vagy} \quad \Psi_0 = \frac{2.303RT}{zF} (\log a - \log a_{NTP})$$

H<sup>+</sup> esetén 25°C értéken:

$$\Psi_0 (mV) \approx 60(pH_{NTP} - pH)$$

$\Psi_0$ : felületi potenciál (V),  $a$ : az adott ion aktivitása az oldatban,  $a_{NTP}$ : az adott ion aktivitása, mikor a felület elektromosan semleges (Nulla TöltésPont),  $R$ : gázállandó,  $T$ : hőmérséklet (K),  $z$ : töltésszám,  $F$ : Faraday állandó

# Felületi töltés számítása

Számítsuk ki az AgI csapadék felületi töltését vizes oldatban szobahőmérsékleten, ha  $a_{NTP, Ag^+} = 3.6 \times 10^{-6}$ , és az AgI oldhatósági szorzata  $L = 7.57 \times 10^{-17}$ !

$$\Psi_0 = \frac{2.303RT}{zF} (\log a - \log a_{NTP})$$

vizes oldatban

$$a_{Ag^+} = a_{I^-}$$

$$L_{AgI} = a_{Ag^+} \times a_{I^-}$$

$$\text{Ebből, } a_{Ag^+} = 8.7 \times 10^{-9}$$

$$z=1$$

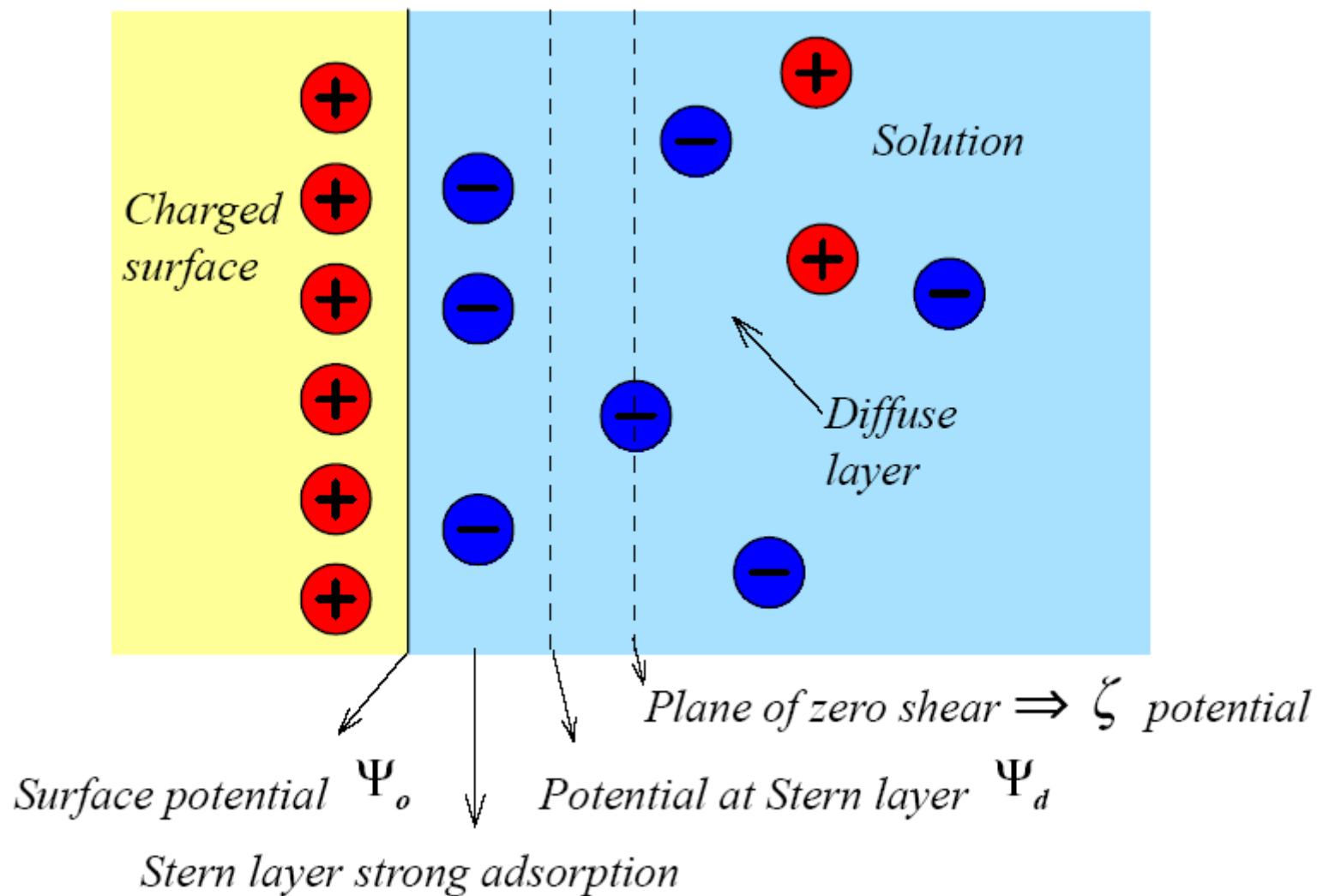
$$\text{Így } \Psi_0 = -0.155V \text{ (-155mV)}$$



# Töltött részecskék mozgása

Elektromos kettősréteggel rendelkező töltött kolloid részecske folyadékban való mozgása során, nem csupán a kettősréteget „viszi magával” hanem a hidratációja során kialakult folyadékréteget is. Ez megváltoztatja a részecske méretét így mozgékonyágát is. A részecskével együtt mozgó, és az oldószertömeghez tartozó (álló) folyadék között egy úgynevezett nyírási sík alakul ki. A nyírási síkon belül a részecske egy egységként viselkedik). Az ebben a síkban (távolságban) mért elektromos potenciálértéket elektrokinetikus potenciálnak ( $\zeta$ -potenciál) nevezzük. A részecske (vagy a körülötte levő közeg) mozgása során a  $\zeta$ -potenciál meghatározható, amely jellemző az adott részecskére és a mérés körülményeire.

# Az elektrokinetikai potenciál

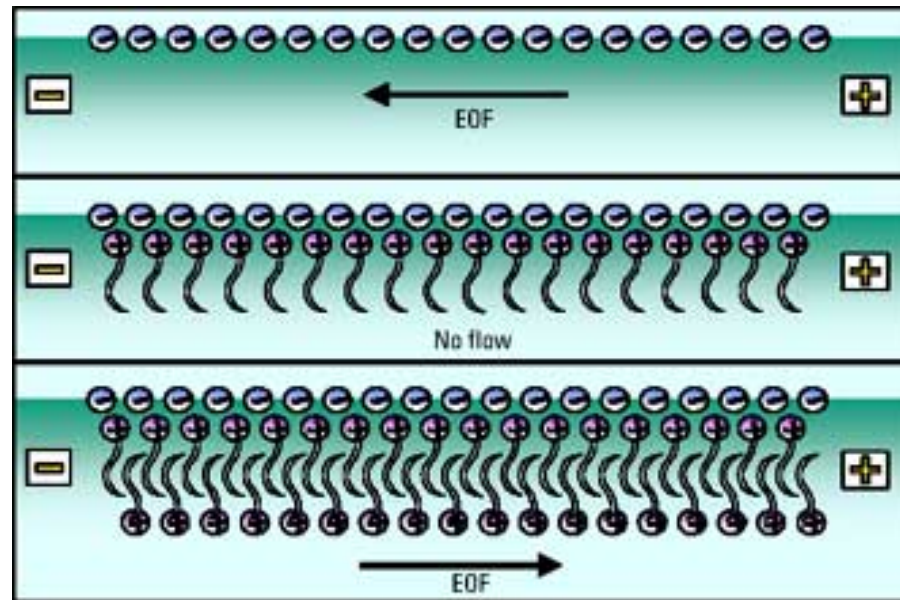


# Elektrokinetikus jelenségek

- Elektroforézis: Külső elektromos tér hatására a töltött részecske az ellentétes töltésű elektród felé mozdul el. A részecske mozgási sebessége mérhető, amely arányos a  $\zeta$ -potenciál értékével.
- Ülepedési potenciál: Az ülepedő töltött részecske mozgása miatt potenciálkülönbséget hoz létre az ülepedés iránya mentén. A mért feszültség arányos a  $\zeta$ -potenciál értékével. Az ülepedés mozgató ereje a közeg és a részecske közötti sűrűségkülönbség.
- Elektroozmózis: Külső elektromos tér hatására a töltött részecske mozgása folyadékáramlást hoz létre vékony kapillárisokban. (A kapilláris falán ionok adszorbeálódnak, így töltötté válik). A folyadékáramlás sebessége mérhető, amely arányos a  $\zeta$ -potenciál értékével.

# Elektrokinetikus jelenségek

- Elektrooszmózis:



- Áramlási potenciál: Nyomáskülönbség hatására folyadékáramlás indul meg, mely magával ragadja a töltött részecskéket, így potenciálkülönbség alakul ki az áramlás iránya mentén. A mért feszültség arányos a  $\zeta$ -potenciál értékével.

# Kolloidok stabilitása

- Termodinamikai stabilitás (a kolloidrendszer képződése szabadentalpia csökkenéssel jár). Termodinamikai szempontból a diszperz rendszerek NEM stabilak!
- Kinetikai stabilitás (a vizsgált időtartam alatt nincs változás). Diszperz rendszerek lehetnek kinetikailag stabilak, annak ellenére hogy képződésükkor  $\Delta G > 0$ .

A diszperziós kolloidok termodinamikai stabilitása azzal magyarázható, hogy aggregációjukkal (koaguláció) a felület csökkenthető, amely szabadentalpia csökkenéssel jár.

# Kolloidok stabilitása

Aggregáció akkor történik ha a részecskék közötti vonzó kölcsönhatás nagyobb, mint a közöttük levő taszítás.

A részecskék összetapadásával heterogén rendszer képződhet, illetve vázszerkezet alakulhat ki (gélesedés).

Az aggregáció során a részecskéknek le kell győzni egy potenciálgátat. Ha a részecskék mozgási energiája kisebb mint ez a gát, a rendszer kinetikailag stabil.

A potenciálgát származhat a részecskék töltéséből is. Az azonosan töltött részecskék taszítják egymást, így ha a részecskék töltése elegendően nagy, a kolloid stabil. Amennyiben a részecske töltése (illetve annak abszolút értéke) lecsökken (vagy megszűnik) a hőmozgás le tudja győzni a potenciálgátat, így az aggregáció végbemegy.

# Kolloidok stabilitása

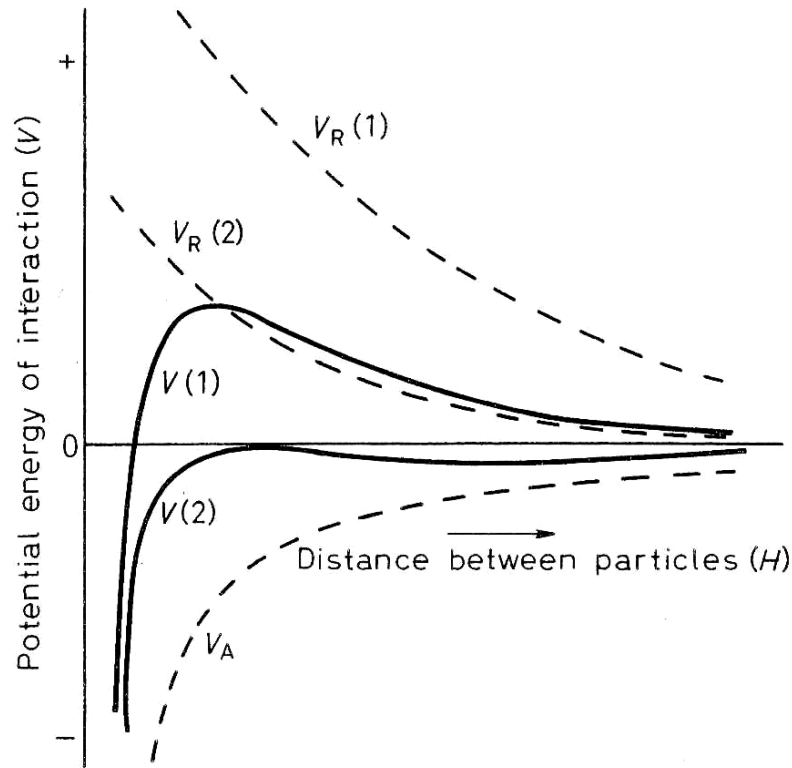


Figure 8.1. Total interaction energy curves ( $V(1)$  and  $V(2)$ ), obtained by the summation of an attraction curve,  $V_A$ , with different repulsion curves,  $V_R(1)$  and  $V_R(2)$

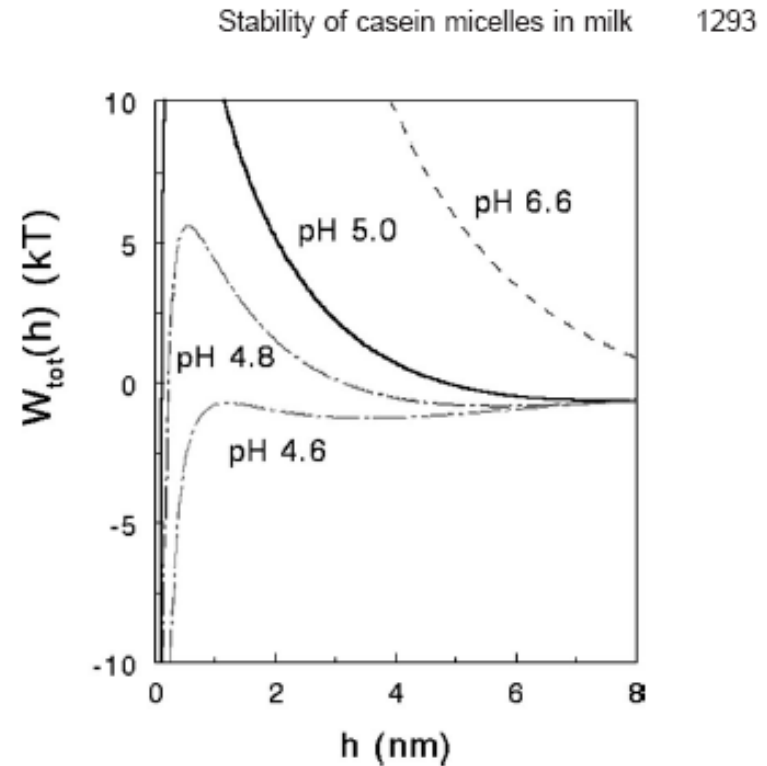


FIG. 3. Calculated total interaction potential between casein micelles for various pH values, as indicated.