

PŮDNÍ CHEMIE:

- *Chemické složení*
- *Půdní chemické reakce a procesy*
- *Chemie půdního roztoku*
- *Kinetika a mechanismy procesů a reakcí*
- *Redox potenciál*
- *Půdní acidita a alkalinita*
- *Půdní koloidní systém*
- *Výměnná schopnost půd*
- *Půdní organická hmota*

KOLOIDNÍ SYSTÉMY

KOLOIDY → částice od 1nm do 1 μ m

KOLOIDY → specifické vlastnosti, které udělují
i danému systému

KOLOIDY → viditelné v **ultramikroskopu**
nebo **elektronovém mikroskopu**



KOLOIDNÍ SYSTÉMY

KOLOIDY → barevné nebo průhledné disperzní systémy

KOLOIDY → v bočním světle **opaleskují** (tzv. **Tyndallův efekt**)

KOLOIDY → všudypřítomné, lidské tělo, potraviny, prací prostředky, celá nanotechnologie vychází z koloidní chemie

KOLOIDNÍ SYSTÉMY

Disperzní prostředí	Disperzní podíl (plyn)	Disperzní podíl (kapalina)	Disperzní podíl (pevná látka)
plyn	-	aerosol (mlha)	dým, mrak
kapalina	pěna	emulze	Sol (krev, inkoust, půda)
pevná látka	tuhá pěna (pemza)	tuhá emulze	tuhý sol (barevné sklo, drahokam)

PŮDA → polydisperzní trojfázový systém půda

- *pevná fáze*
- *kapalná fáze*
- *plynná fáze*

1)



2)

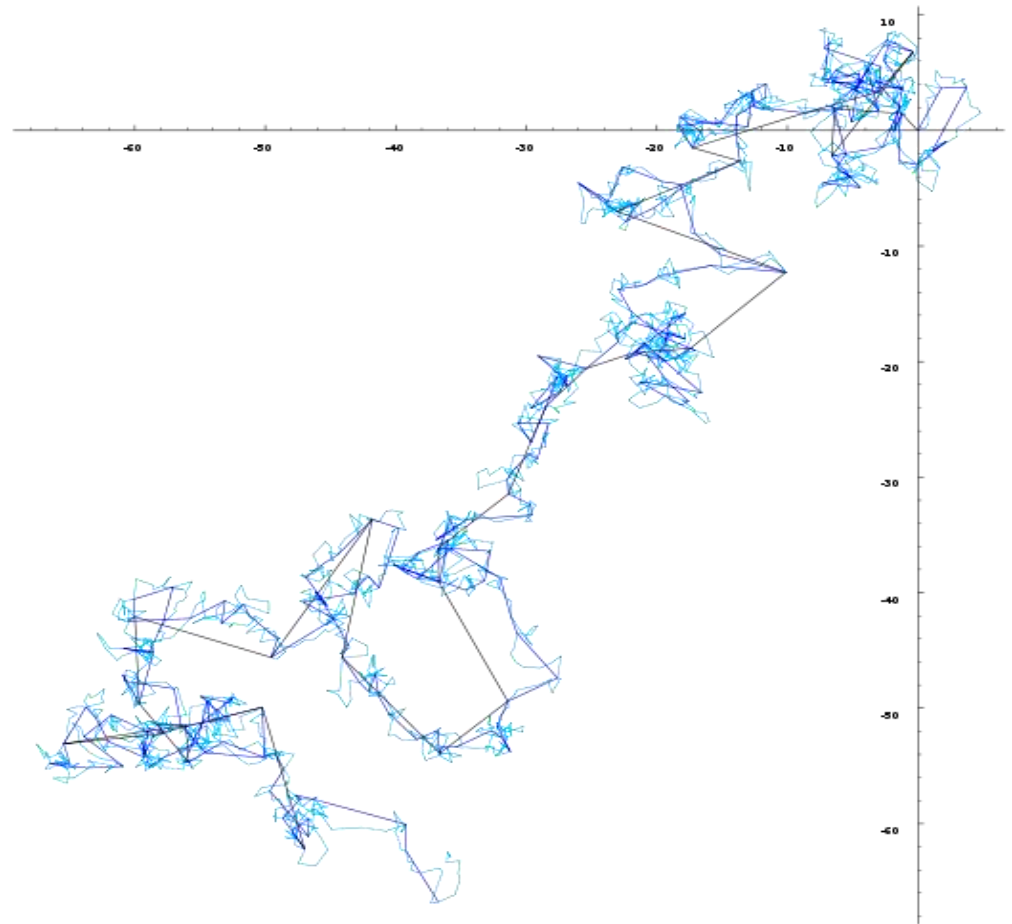


3)



Prostá difuze: Látky přecházejí samovolně (*Brownovým pohybem*) z prostředí kde je jejich koncentrace vyšší směrem tam, kde byla dosud jejich koncentrace nižší. Nedifunduje jen jedna látka do druhé. Proces je pro látku a rozpouštědlo vzájemný (wiki.org).

KOLOIDNÍ SYSTÉMY



Znázornění Brownova pohybu na záznamu polohy nahodile se pohybující částice. (wiki.org)

VLASTNOSTI KOLOIDŮ:

- *Malý rozměr (průměr $< 1\mu\text{m}$)*
- *Brownův pohyb*
- *Velký povrch*
- *Velká povrchová energie a hustota*
- *Vysoká adheze*
- *Vysoká reaktivita*

VZNIK KOLOIDŮ

- *Zvětrávání*
- *Hydratace sesquoxidů*
- *Asociace hydroxidů*
- *Polymerizace a polykondenzace*
- *Precipitace*
- *Produkty enzymatické aktivity*

PŮDNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

PKK → minerální a organické koloidy
(JM, HL, amfoterní hydratované
sesquioxidy, lineární biokoloidy)

**PKK – chemicky nejaktivnější
frakce půdy !!!**

KOLOIDY OVLIVŇUJÍ:

- ❖ *Adsorpční procesy*
- ❖ *Flokulaci*
- ❖ *Disperzní procesy*
- ❖ *Transportní procesy*

PŮDNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

MINERÁLNÍ KOLOIDY →

převládají v půdě → AlSi, silikáty,
polymerní H_2SiO_3 , hydratované oxidy
hliníku, železa a manganu....

PŮDNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

ORGANICKÉ KOLOIDY

→ výsledek enzymatické činnosti MO

(AK, proteiny, HL, HK, lineární bio-koloidy)

→ jejich asociací a polymerizací vznikají organické agregáty s vlastnostmi kolooidů nebo organo-minerální koloidní komplexy !!!

DĚLENÍ KOLOIDŮ

Podle rozměru:

- ❖ *Suspenze ($> 1\mu\text{m}$)*
- ❖ *Koloidní disperze ($1\mu\text{m} - 1\text{nm}$)*
- ❖ *Molekulární (= analytická) disperze ($< 1\text{nm}$)*

DĚLENÍ KOLOIDŮ

Podle povrchového náboje:

❖ Polární

❖ Nepochární

**POVRCH KOLOIDŮ JE HETEROGENNÍ
A STŘÍDAJÍ SE MÍSTA POLÁRNÍHO A
NEPOLÁRNÍHO CHARAKTERU!!!**

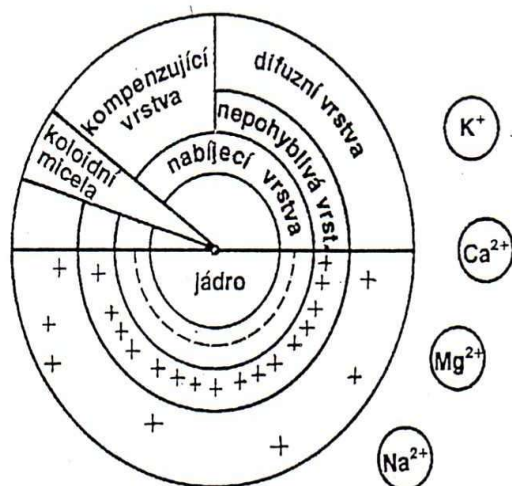
DĚLENÍ KOLOIDŮ

- ❖ Podle tvaru a velikosti: **IZOMETRICKÉ [SFÉRICKÉ] A ANIZOMETRICKÉ [VRSTEVNATÉ]**
- ❖ Podle reakce s vodou: **HYDROFILNÍ A HYDROFOBNI**
- ❖ Podle disociace: **ACIDOIDY, BAZOIDY, AMFOLYTOIDY**

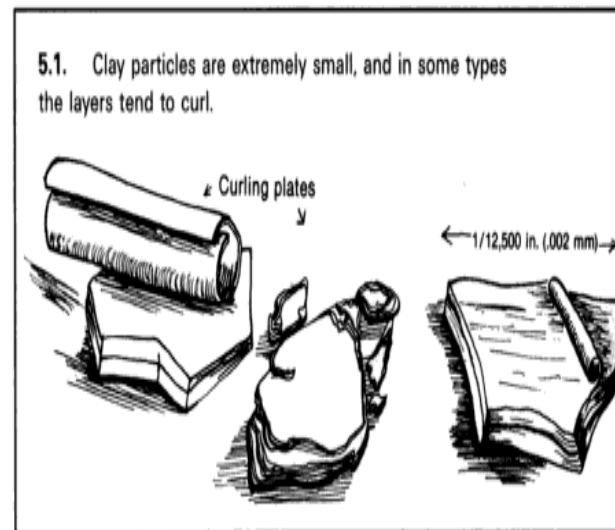
DĚLENÍ KOLOIDŮ

1. Sférické koloidy

2. Vrstevnaté koloidy (šupiny, hroty)



Stavba koloidní micely dle Gorbunova (1957), In: Jandák a kol. 2004



Harpstead et al. (2001)

DĚLENÍ KOLOIDŮ

ELEKTRONEGATIVNÍ (=ACIDOIDY)

=> **záporně** nabité ionty, disociací uvolní H^+ ionty, adsorbují kationty, převládají v půdách (JM, HL, H_2SiO_3)

DĚLENÍ KOLOIDŮ

ELEKTROPOZITIVNÍ (=BAZOIDY)

=> **kladně** nabité ionty, disociací uvolní OH^- , adsorbují anionty
(seskvioxidy, R_2O_3)

DĚLENÍ KOLOIDŮ

AMFOTERNÍ (=AMFOLYTOIDY)

⇒ mění náboj podle pH prostředí:

⇒ $\text{pH} < 7$ (bazoidy)

⇒ $\text{pH} > 7$ (acidoidy)

⇒ hydroxylované seskvioxidy, oxyhydroxidy

PŮDNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

Soubor půdních koloidů, které se podílejí na výměnných reakcích nazýváme PKK!!!

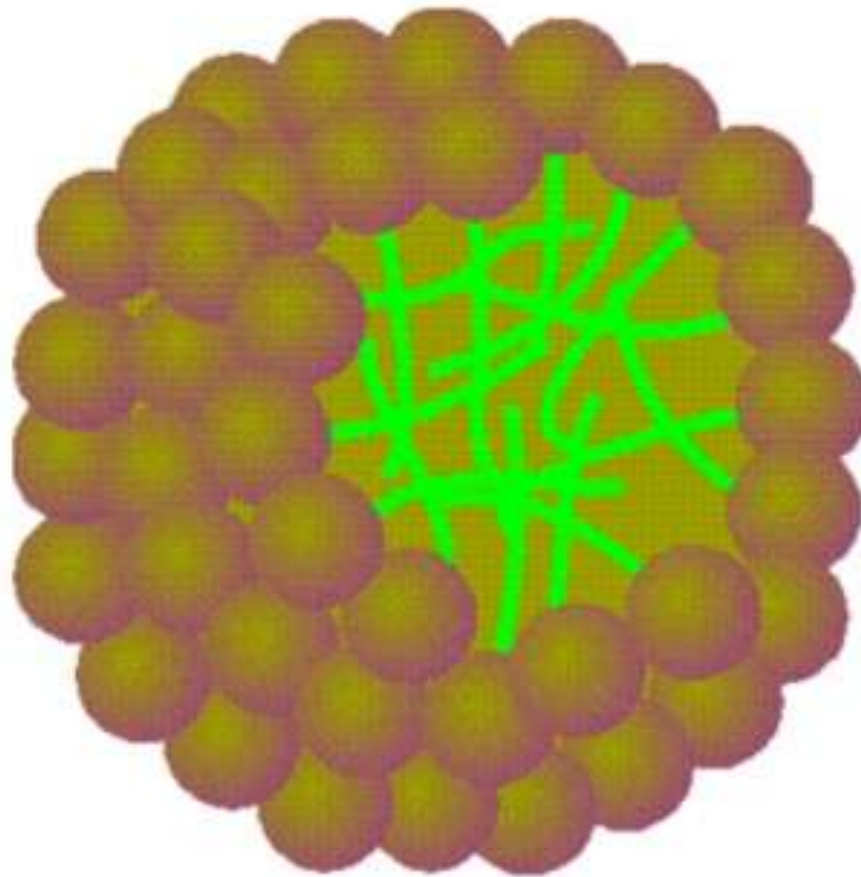
Z funkčního hlediska má dvě části:

- ❖ *Aktivní, tj. vlastní komplex, jeho aniontová část (u většiny našich půd), která působí na volné ionty v půdním roztoku vyvolává sorpční procesy*
- ❖ *Pasivní část - kationty vázané aktivní částí PKK*

PŮDNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

- ❖ *OMK = organo-minerální komplex*
- ❖ *JM a HL = hlavní koloidní částice půdy, negativní náboj (acidoidy), disociují H^+ , vyměňují kationty*
- ❖ *Acidoid → PKK našich půd*

Stavba koloidní micely:



STAVBA KOLOIDNÍ MICELY:

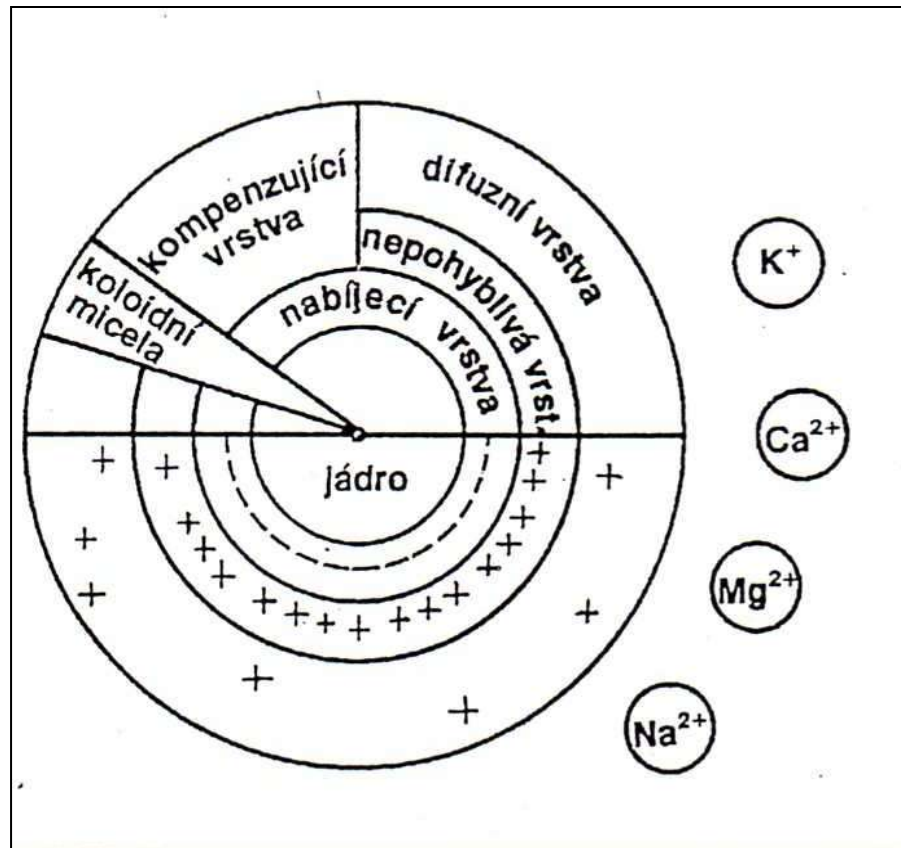
❖ *Vnitřní vrstva iontů :*

jádro (ultramikron) + *nabíjecí* (adsorpční , Sternova)
vrstva = *granule*

❖ *Vnější vrstva iontů = nepohyblivá vrstva
kompenzujících iontů*

❖ *Difuzní vrstva kompenzujících iontů =
pohyblivá Gouyova vrstva*

Stavba koloidní micely dle Gorbunova (1957)



PŮDŇNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

- **Koloidní micela (makromolekula) je elektro-neutrální**
- **Nerovnovážný stav netrvá dlouho → kompenzace ionty z roztoku**

ELEKTRICKÁ DVOJVRSŤVA:

- ❖ Elektrická dvojvrstva → dvě vrstvy opačně nabitých iontů v micelle (nabíjecí a kompenzační vrstva)
- ❖ Potenciál elektrické dvojvrstvy:
zeta (ξ) potenciál
- ❖ Vzniká pohybem micely a odtržením kompenzujících iontů v el. dvojvrstvě

ELEKTRICKÁ DVOJVrstva:

- ❖ **Velikost zeta potenciálu závisí na koncentraci iontů v roztoku**
- ❖ **Van der Waalsovy přitažlivé síly a repulsní síly koloidního systému ovlivňují stabilitu PKK**
- ❖ **Měření → elektroforéza, elektroosmóza**

PŮDŇNÍ KOLOIDNÍ KOMPLEX

Elektrokinetický potenciál → koncentrace iontů v roztoku.

Narůst koncentrace jednomocných iontů → růst elektrokinetického potenciálu → přechod do stavu **SOL**.

Narůst koncentrace dvojmocných iontů → pokles elektro-kinetického potenciálu → přechod do stavu **GEL**.

Narůst koncentrace trojmocných iontů → pokles elektrokinetického potenciálu až na nulu → **koagulace**, tj. dosažen tzv. **izoelektrický bod**.

STABILITA KOLOIDNÍCH SYSTÉMŮ

koagulace

SOL ↔ GEL

peptizace

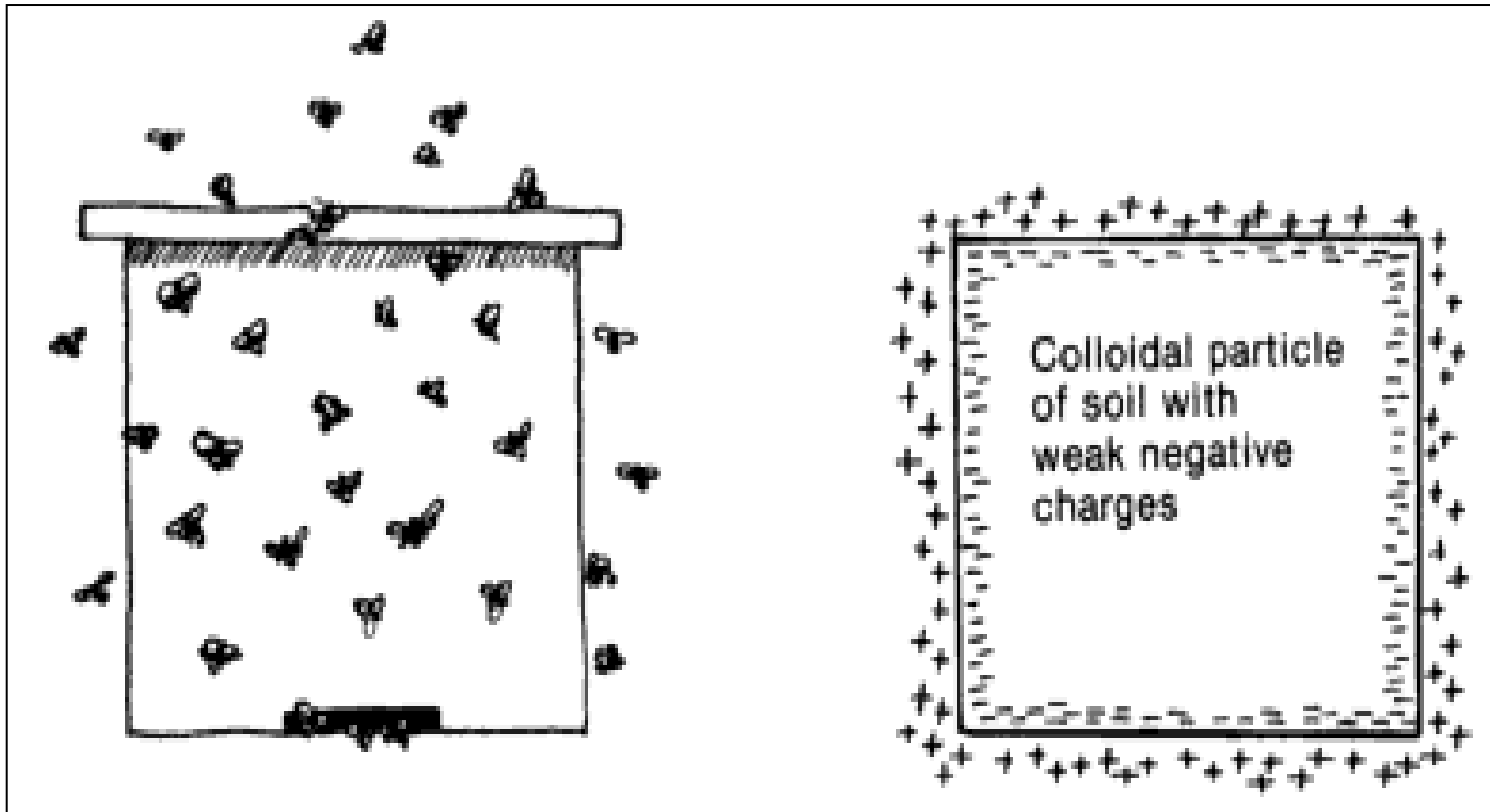
- **PKK je stabilní ve stavu sol či koloidní roztok** (stabilní koloidní systém = nestabilní půdní struktura)
- **Stabilita koloidů roste → struktura půdy narušena** (Na^+)
- **Stabilita koloidů klesá → struktura půdy se zlepšuje** (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} ...)

VÝMĚNNÁ SCHOPNOST PŮDY

Ionty přitahované PKK jsou poutány slabými Van der Waalsovými silami a tudíž jsou schopny výměny!

**PROCES OZNAČUJEME JAKO
VÝMĚNNÁ SCHOPNOST PŮD !!!**

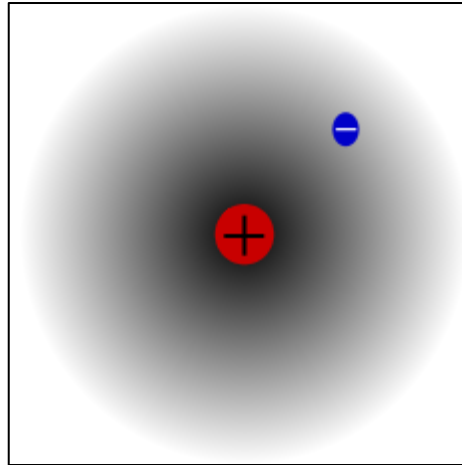
Adsorpce kationtů PKK



VÝMĚNNÁ SCHOPNOST PŮDY

- **rozměr iontu**
- **náboj iontu**
- **vlastnosti iontu**
- **charakter půdního roztoku**
- **pozice v lyotropní řadě**

Rozměr iontu



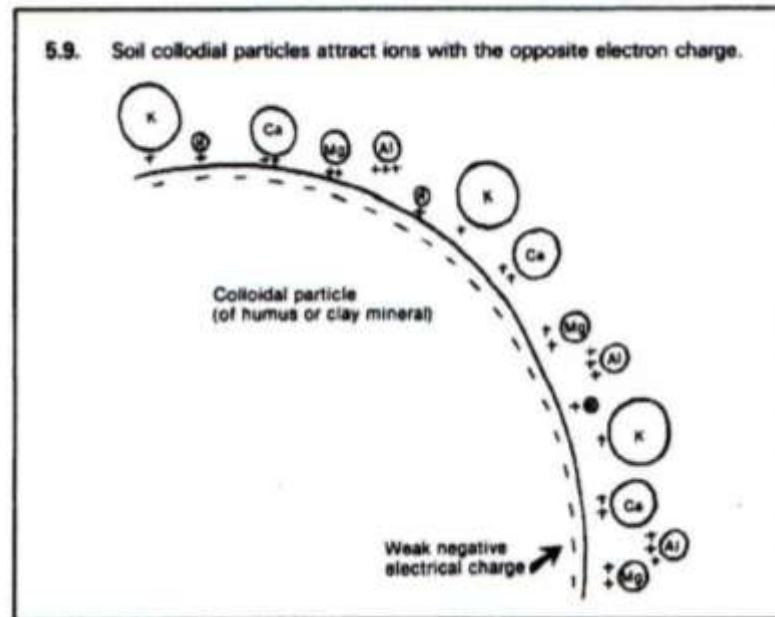
Femtometr (značka **fm**), 10^{-15} metru neboli 1 biliardtina metru

LYOTROPNÍ ŘADA:



(Pořadí adsorpce iontů v PKK podle Douchafourd (1970))

- **Dvojmocné kationty** (Ca^{2+} , Mg^{2+}) neutralizují 2 záporné náboje v PKK
- **Monovalentní kationty** (K^+ , Na^+ , H^+) neutralizují 1 negativní náboj.



PŮDNÍ SORPCE

- ✦ schopnost vázat různé látky z prostředí
- ✦ půda => polyfunkční sorbent
- ✦ půdní koloidní komplex

TYPY SORPCE:

- **MECHANICKÁ SORPCE** – *zadržování částic v jemných a slepých pórech*
- **FYZIKÁLNÍ SORPCE** – *jevy na rozhraní dvou fází (růst koncentrace iontů na povrchu)*
- **FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ (VÝMĚNNÁ)** – *výměna adsorbovaných kationtů*
- **CHEMICKÁ SORPCE** – *tvorba nerozpustných sloučenin*
- **BIOLOGICKÁ SORPCE** – *selektivní a dynamická*

VÝMĚNA ANIONTŮ:

- **půdy tropů (kyselé půdy)**
- **zasolené půdy**

(pozitivně nabitá aktivní část = bazoidy, proto probíhá výměna aniontů v pasivní části)

VÝMĚNNÉ ANIONTY:

- ❖ *chloridy* (Cl^-)
- ❖ *sulfáty* (SO_4^{2-})
- ❖ *fosfáty* ($H_2PO_4^-$)
- ❖ *dusičnany* (NO_3^-)

HODNOCENÍ KVALITY PKK

- ❖ **Obsah výměnných bazí (S)**
- ❖ **Kationová výměnná kapacita (T)**
- ❖ **Nasycenost PKK (V)**

OBSAH VÝMĚNNÝCH BAZÍ (S)

**Maximální množství bazických kationtů
vázaných v PKK !!!**

Jednotky: mol/kg, mmol/100g, cmol/kg

Vysoký obsah bazí (% z KVK):

Ca = 80%, Mg = 15%, K = 5%, Na = 5%

Nízký obsah bazí (% z KVK):

Ca = 10%, Mg = 2%, K = 0.5%, Na = 0.1%

KATIONTOVÁ VÝMĚNNÁ KAPACITA (T)

**Maximální množství iontů vázaných
v PKK !!!**

Kvantifikuje negativní náboj půdních koloidů

Jednotky: *mol/kg, mmol/100g, cmol/kg*

KATIONTOVÁ VÝMĚNNÁ KAPACITA PŮD (mmol/100g)

> 40 = velmi vysoká

25 – 40 = vysoká

12 – 25 = střední

8 – 12 = nízká

< 8 = velmi nízká

NASYCENOST PKK (V)

Poměr obsahu výměnných bazí (S)

k celkové KVK (T) * 100

$$V (\%) = S / T * 100$$

NASYCENOST PKK (V, %)

90 – 100 = plně nasycen

75 – 90 = nasycen

50 – 75 = slabě nasycen

< 50 = nenasyčen

TYPY PKK DLE GEDROJCE:

- 1. Nasycen jednomocnými kationty**
- 2. Nasycen dvojmocnými kationty**
- 3. Nenasycený PKK (H^+)**



VÝZNAM KOLOIDŮ

1. Půdotvorné a biologické procesy

– transport látek

2. Fyzikální vlastnosti půdy

– struktura

– soudržnost, přilnavost, obdělávání půdy

3. Vzlínání vody

- elektrokapilarita

VÝZNAM KOLOIDŮ

4. Chemické vlastnosti půdy:

- půdní reakce
- sorpční kapacitu
- výživu
- pufrační schopnost

5. Využití koloidních vlastností:

- zlepšení půdní struktury
- remediace půdy (elektrokinetické jevy)
- výživa rostlin

Závěr:

- Koloidy mají heterogenní charakter
(Acidoidy, Bazoidy, Amfolytoidy)
- PKK váže ionty slabými Van der Waalsovými silami
(proto mohou být vyměňovány – význam pro výživu rostlin)
- Bez vazby v PKK → nenávratně vyplavovány živiny
- Charakter PKK a výměna iontů → poloměru iontů, typu iontů, velikosti náboje, charakter půdního roztoku a koncentrace iontů

Literatura

1. Certini, G. et al. (2006): Soils – basic concepts and future challenges.
2. Harpstead, M. I. et al. (2001): Soil Science simplified.
3. Jandák, J. a kol. (2004): Půdoznalství. Skriptum. Mendelu
4. Sotáková, S. (1988): Pôdoznalectvo. VŠP. Nitra
5. White, R. (1997): Principles and Practice of Soil Science
6. Zaujec a kol. (2009): Pedologie a základy geologie. SPU. Nitra
7. www.wiki.org
8. http://af.czu.cz/~penizek/Fyto_I_cele.pdf
9. thuspisek.wz.cz/slozky/pudni_koloidy.ppt
10. www.is.muni.cz