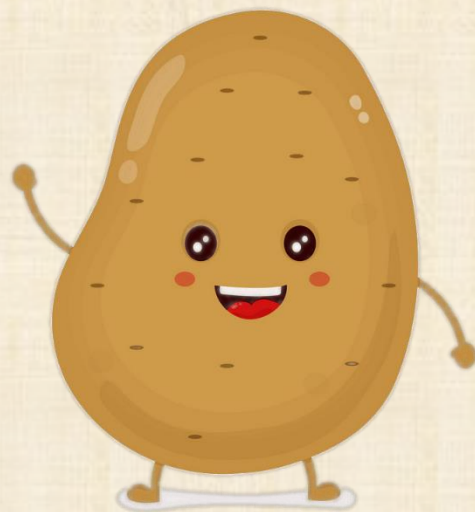


Gamtamoksliai tyrimai mokykloje

Laboratorinis darbas

Bulvių stiebagumbių
vandens potencialo nustatymas



2023



Gyvybės mokslų
centras



Dėstytojas

Dokt. j. asist. Vilmantas Pupkis

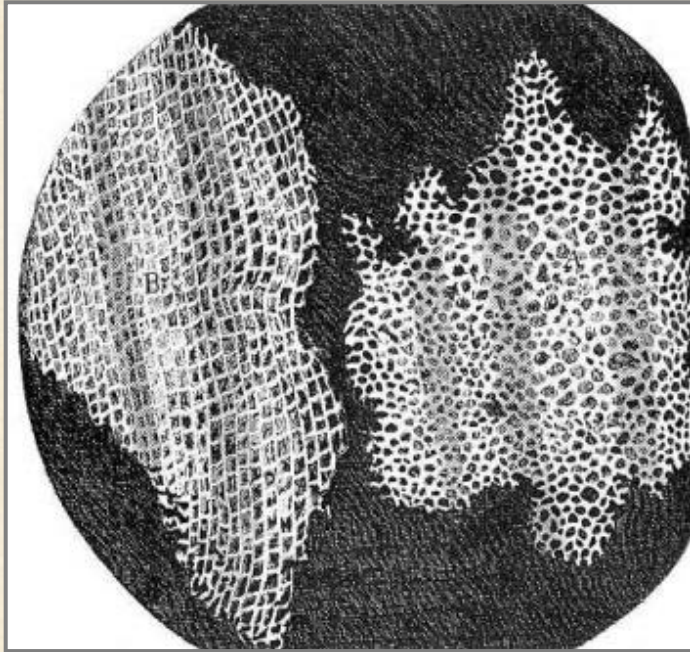
VU GMC Biomokslų institutas,
Neurobiologijos ir biofizikos katedra, V125

Vedami „Augalų fiziologijos“ laboratoriniai darbai,
„Įvado į matematinę fiziologiją“ pratybos

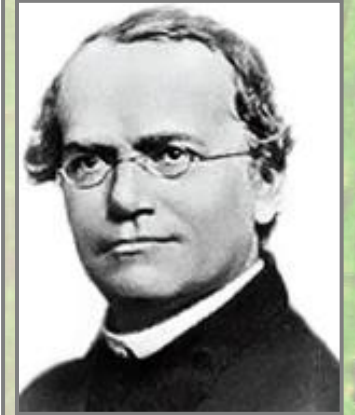
El. p. vilmantas.pupkis@gmc.vu.lt



Kokia nauda iš augalų?



Atrastos ląstelės

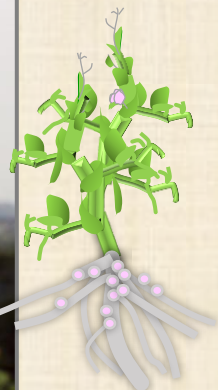


Atrasta genetika



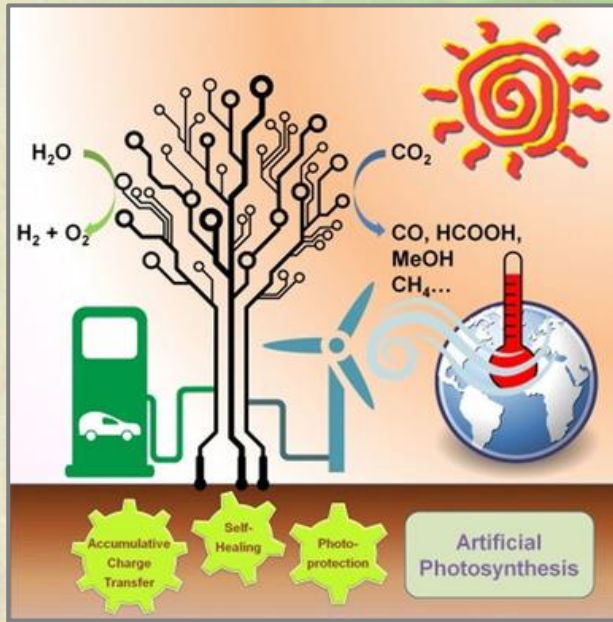
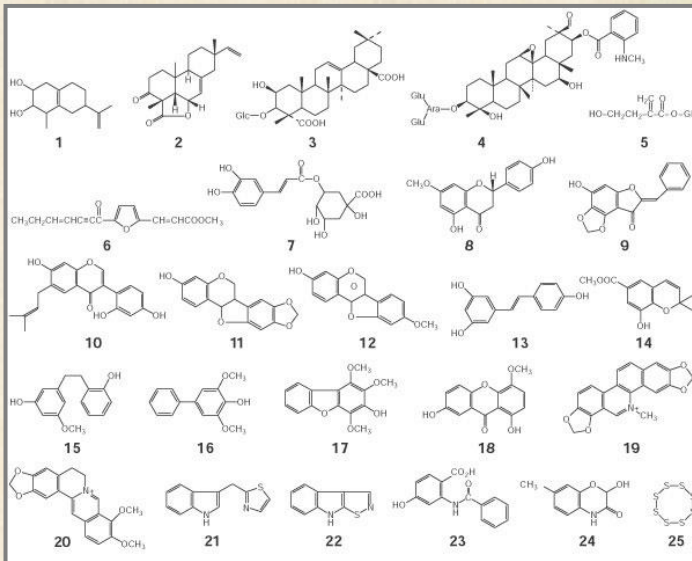


O₂ + maistas



+ agrokultūra

+ antriniai
metabolitai



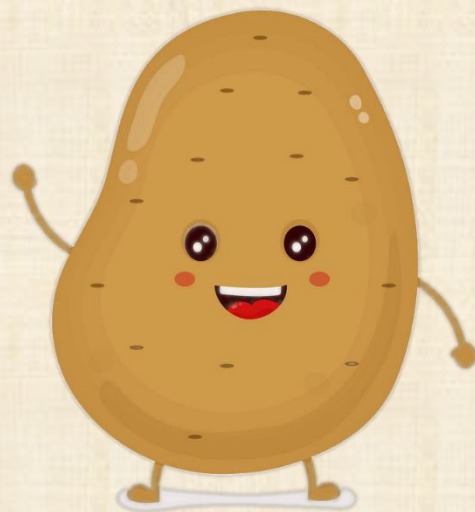
+ energijos šaltinis

https://img.atlasobscura.com/wit/r/tjRW4swE_0V4ihGzWh6QZsF0PAA8a0eN3AMU4M/r:fit/w:1280/q:81/sm:1/scp:1/ar:1/aHR0cDp1bG9hdGxhcy1kZXUyuc2MuYw1h/em9uYXdxLmNvbS91LmGxvYWRzL2Fzc2V0/cy9lYjB1MGRlNi05Yz4cLTQ2MjltOTBj/Yy02MGYwNzAwMGVh/OGYyXNDk4YmQ1YjYj/OGMyZWNmZDRlR2V0/dHJlZWFnZXMtODA5/NTE5MDU4LmpwZWw.jpg
https://www.newarkadvertiser.co.uk/_media/img/750x0/2TQ119Q87AWW0QLVYFD0.jpg
Vilmantas Pupkis, Gamtamoksliai tyrimai mokykloje, 2023

Gamtamoksliai tyrimai mokykloje

Laboratorinis darbas

Bulvių stiebų vandens
potencialo nustatymas



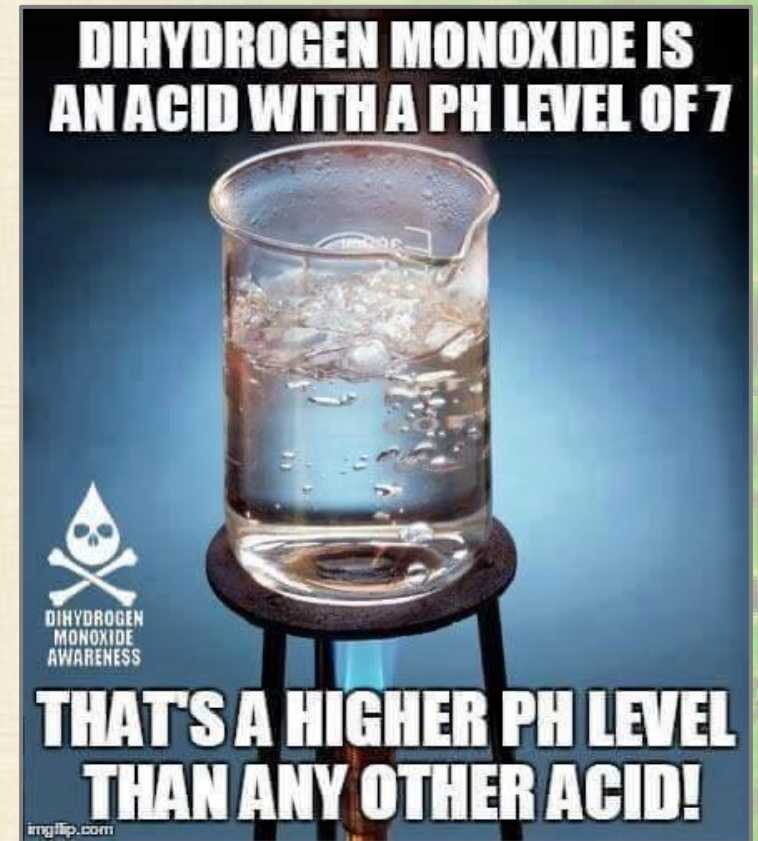
2023



Gyvybės mokslų
centras

Augalai ir vanduo

- Kokiems fiziologiniams procesams svarbus vanduo?
- Kas lemia greitą augalų judėjimą?
- Kaip įvertinti augalo vandens poreikį?
- Kas atsitinka, kai augalui trūksta vandens?
- Kaip vandenyje ištirpusios medžiagos keičia vandens poreikį ir pasisavinimą?



https://scontent.fvno2-1.fna.fbcdn.net/v/t1.18169-9/15326364_1833815150230411_775195900963902393_n.jpg?_nc_cat=105&oh=17&_nc_sid=9267fe&_nc_ohc=Uq8Up6cvWN4AX8nNfCr&_nc_ht=scontent.fvno2-1.fna&oh=00_AfDnmD0Y0rjBVzww3iWlWlGpjsXlLb0Erjg_ZlhjpraaQ&oe=00000000



Vandens potencialo tyrimas

Tikslas:

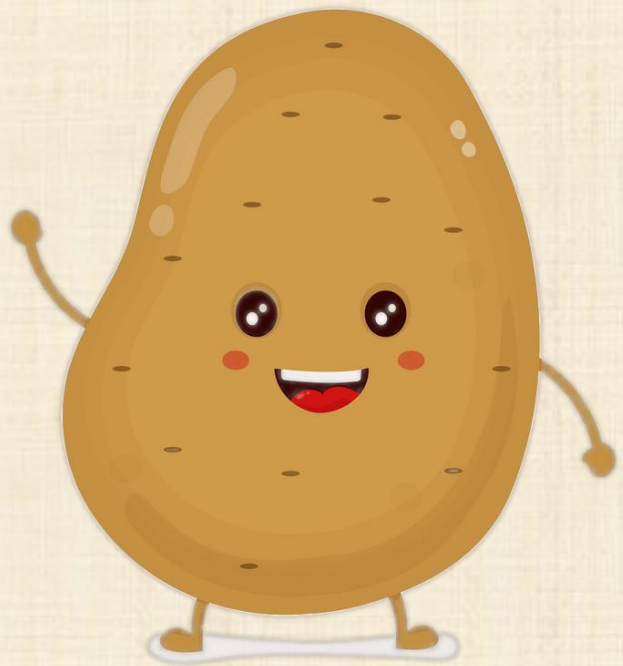
Įvertinti vandens judėjimą per augalinės ląstelės membraną priklausomai nuo aplinkos sąlygų.

Užduotys:

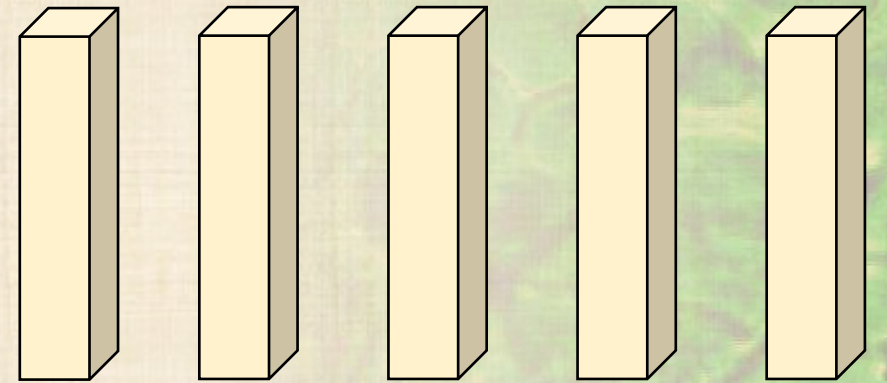
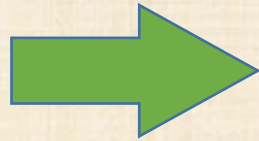
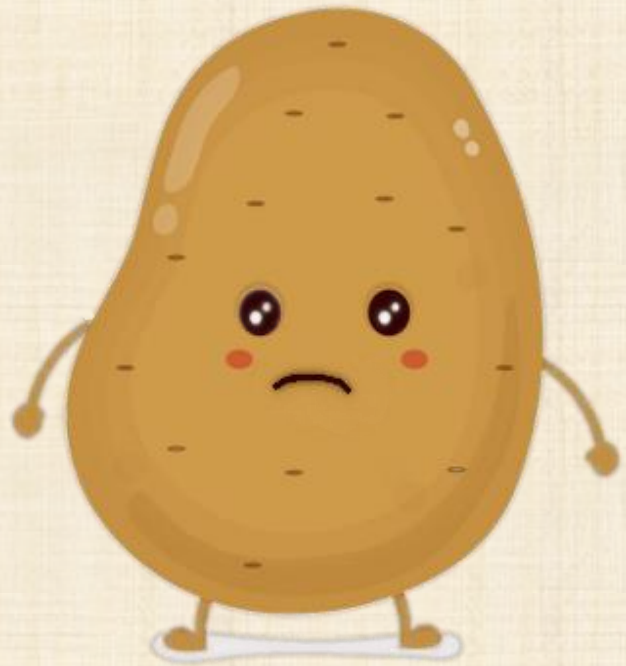
- 1) Nustatyti vandens potencialą bulvių stiebagumbių ląstelėse.
- 2) Palyginti tos pačios koncentracijos sorbitolio ir CaCl_2 tirpalų sukeltą poveikį bulvių stiebagumbių ląstelėms.



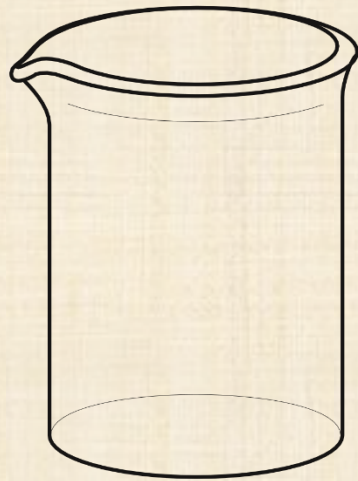
Vandens potencialo tyrimas



Vandens potencialo tyrimas



Vandens potencialo tyrimas

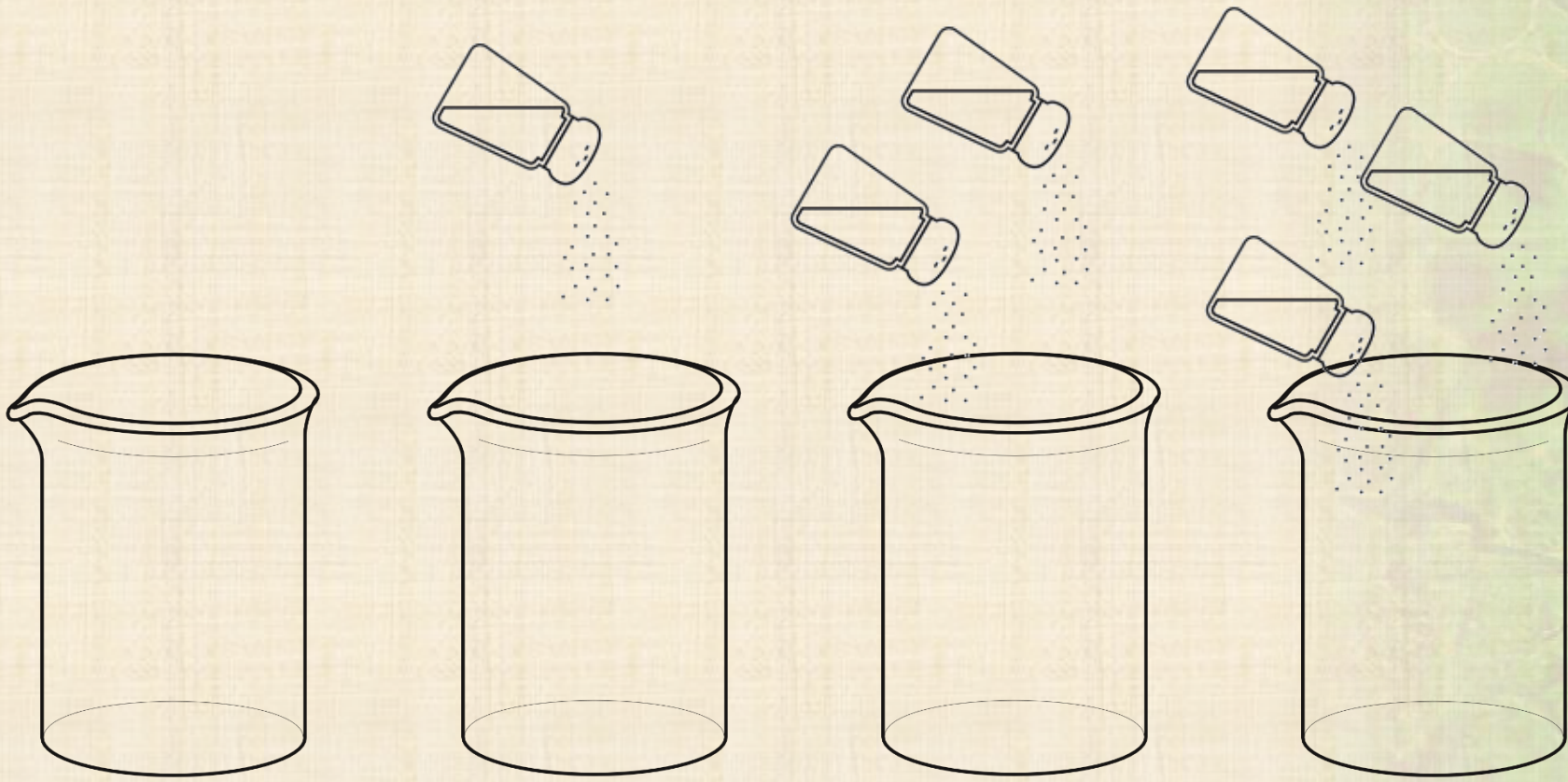


+

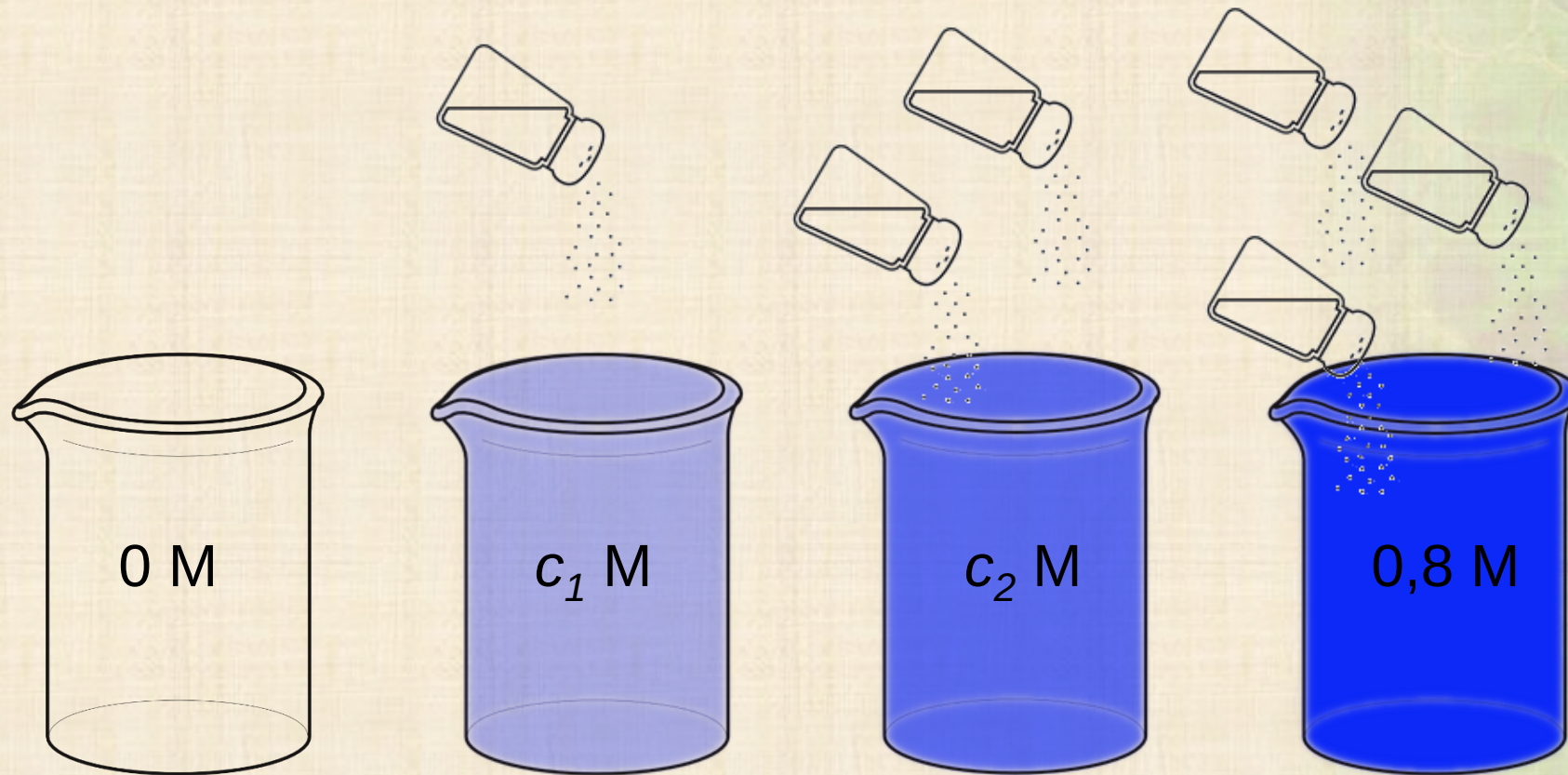
Sorbitolis



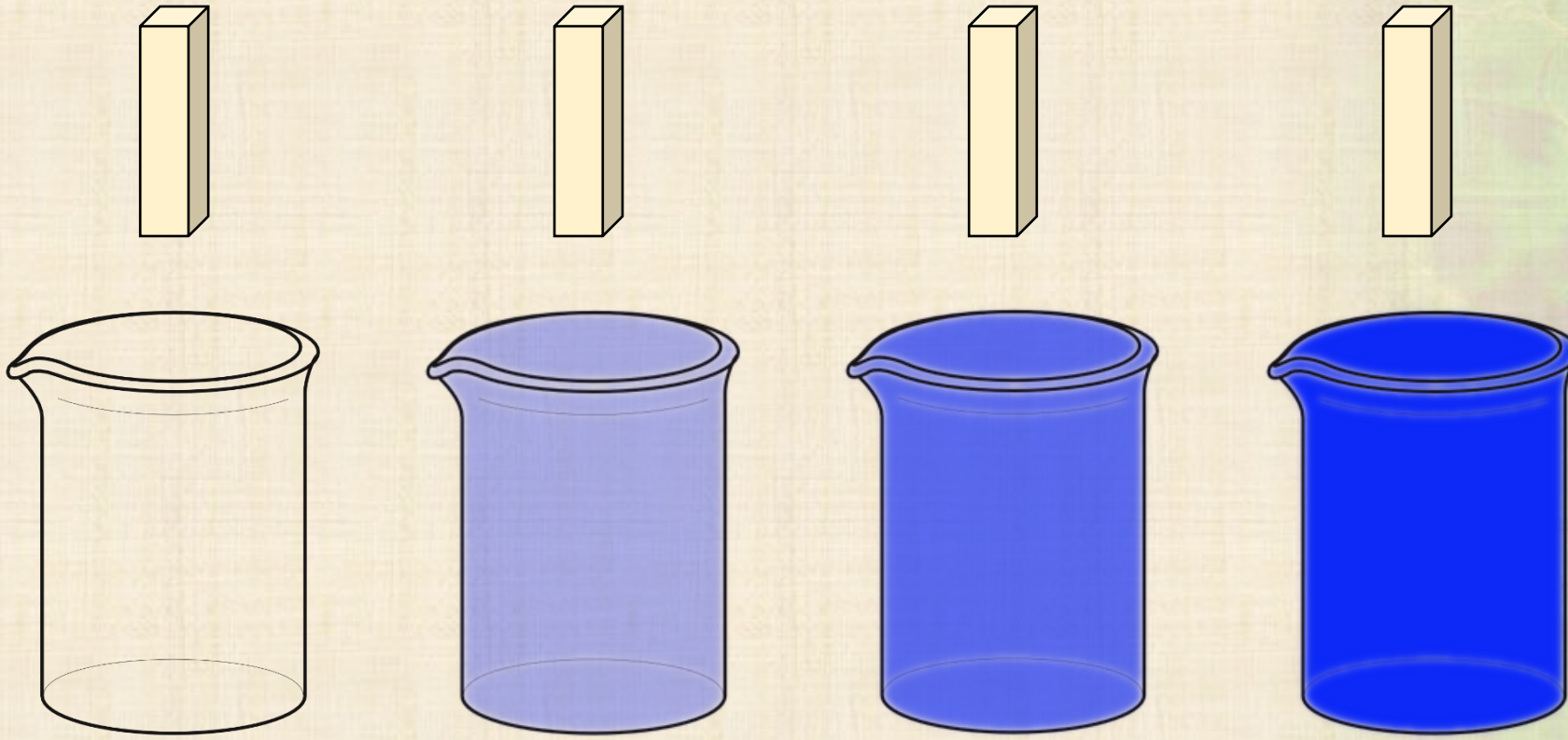
Vandens potencialo tyrimas



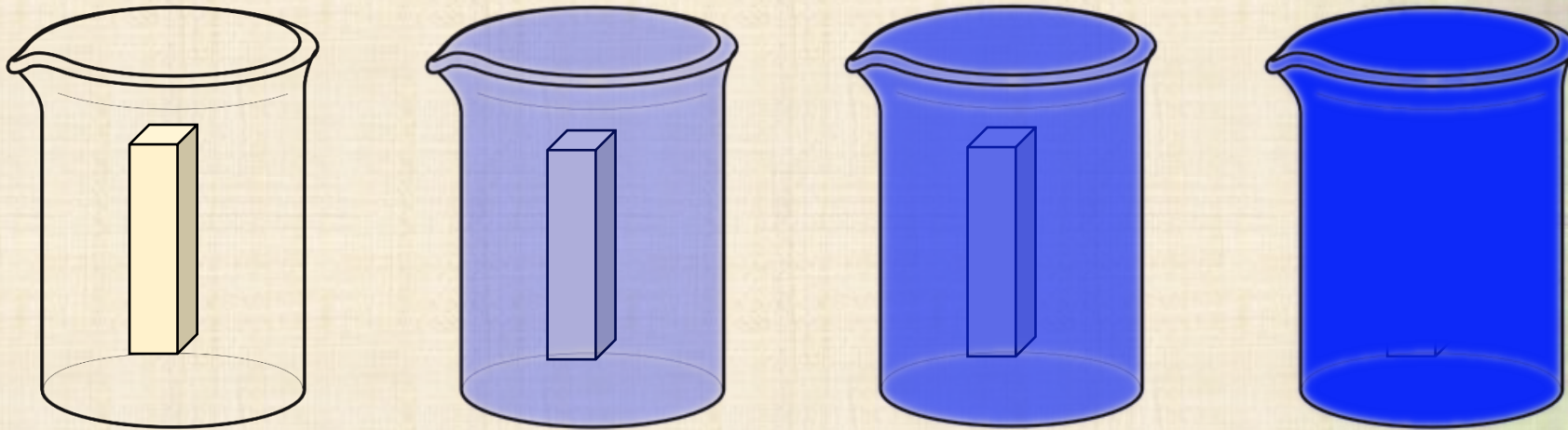
Vandens potencialo tyrimas



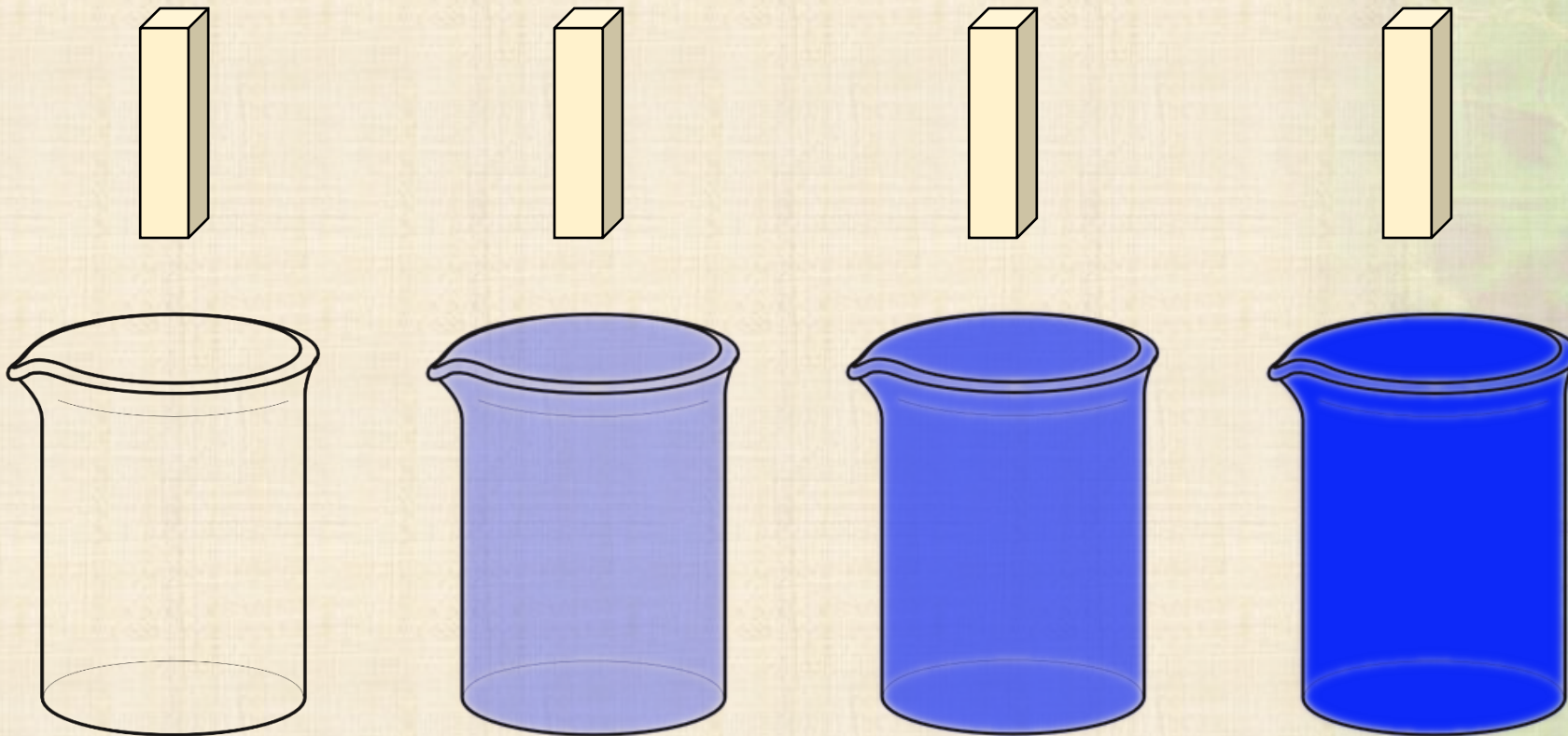
Vandens potencialo tyrimas



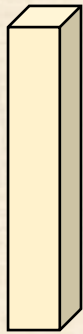
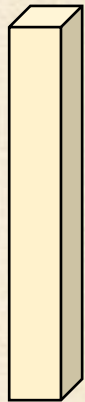
Vandens potencialo tyrimas



Vandens potencialo tyrimas



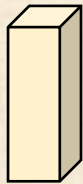
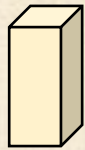
Ar tirpalo koncentracija turi įtakos?



?



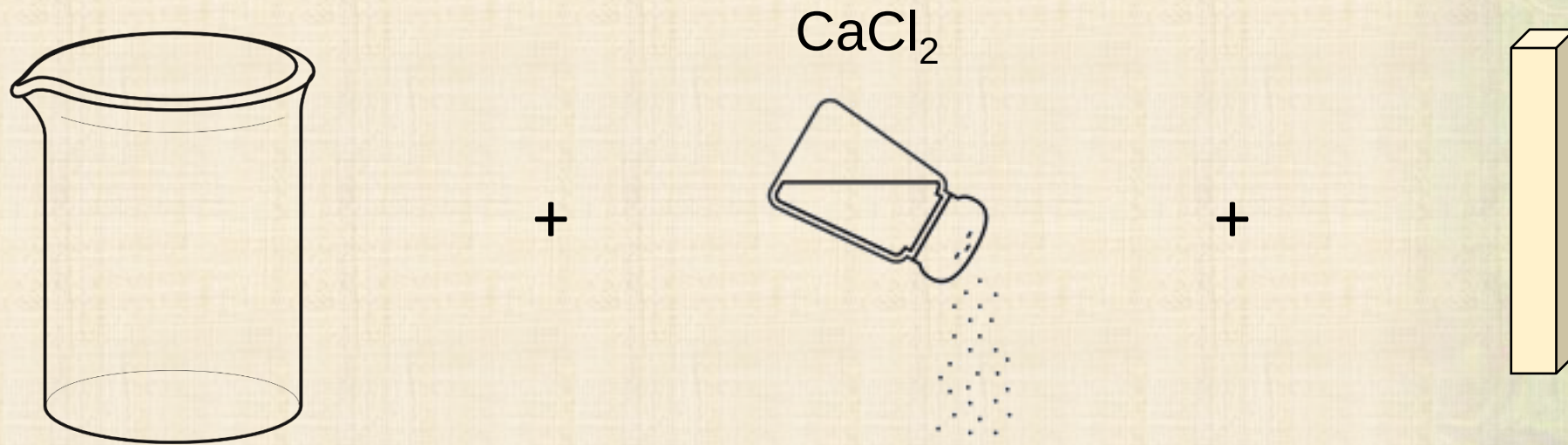
Ar tirpalo koncentracija turi įtakos?



?

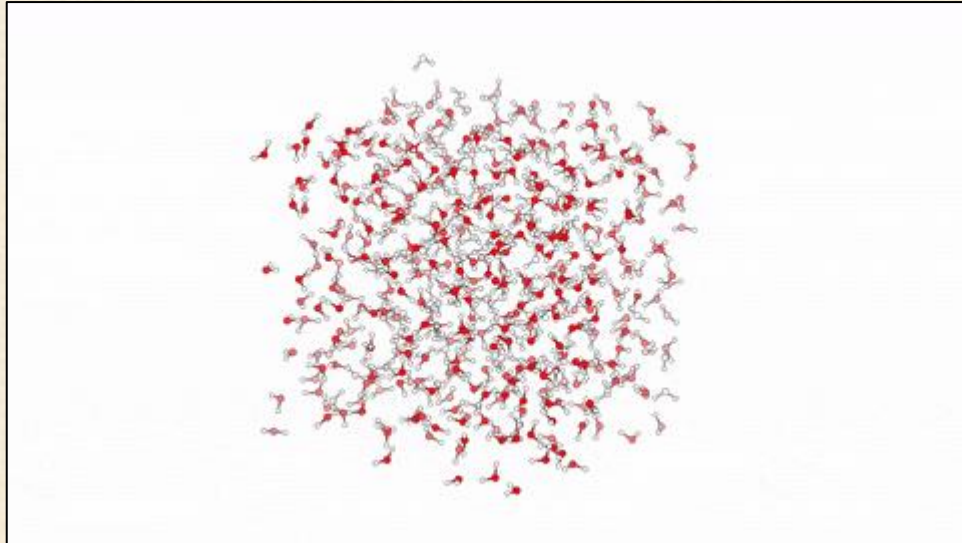


Ar medžiaga turi įtakos?



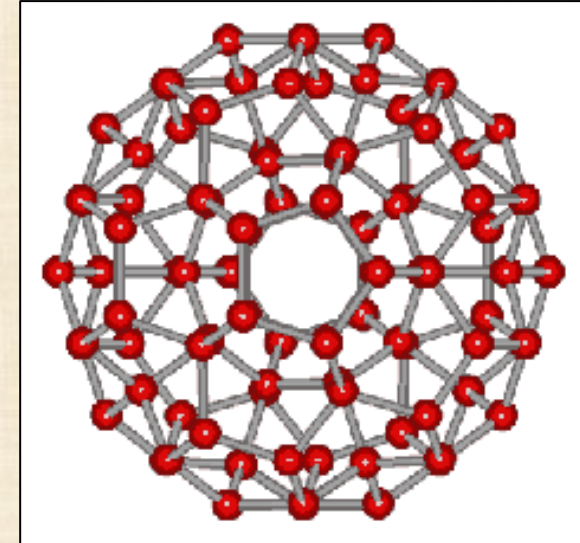
Koncentracija tokia, kaip vieno iš pasirinktų sorbitolio tirpalų (c_1 arba c_2)

Vanduo



Chaosas

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/MD_water.gif



ir / ar

tvarka?

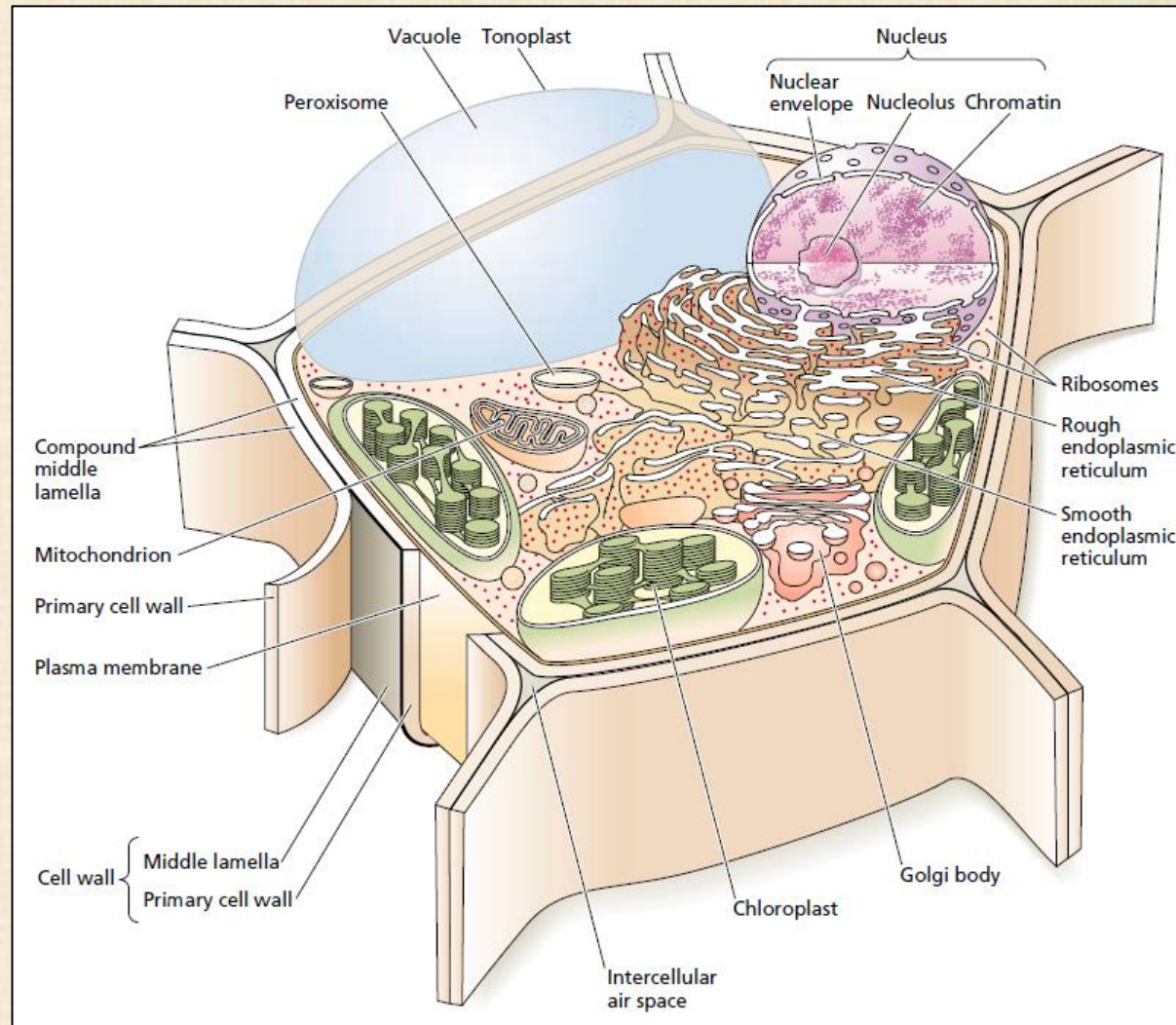
http://www1.lsbu.ac.uk/water/images/animated_cluster.gif

Kas lemia vandens savybes?

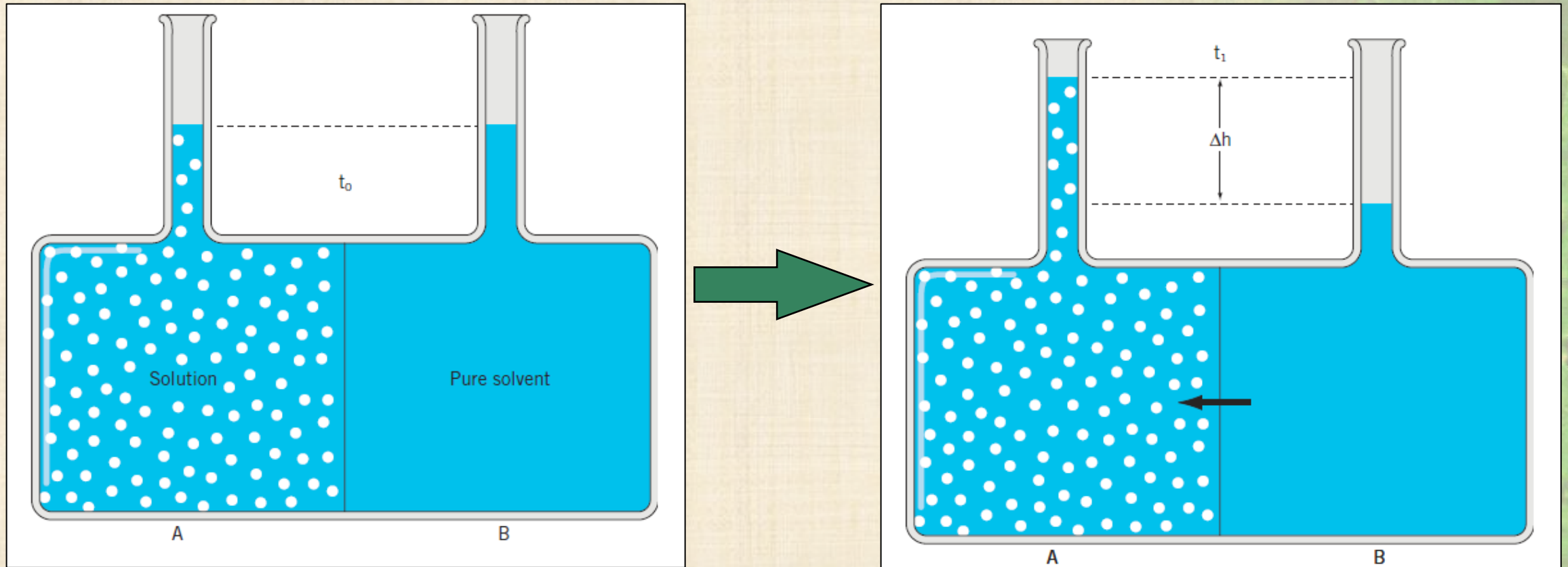
Vandeniliniai ryšiai



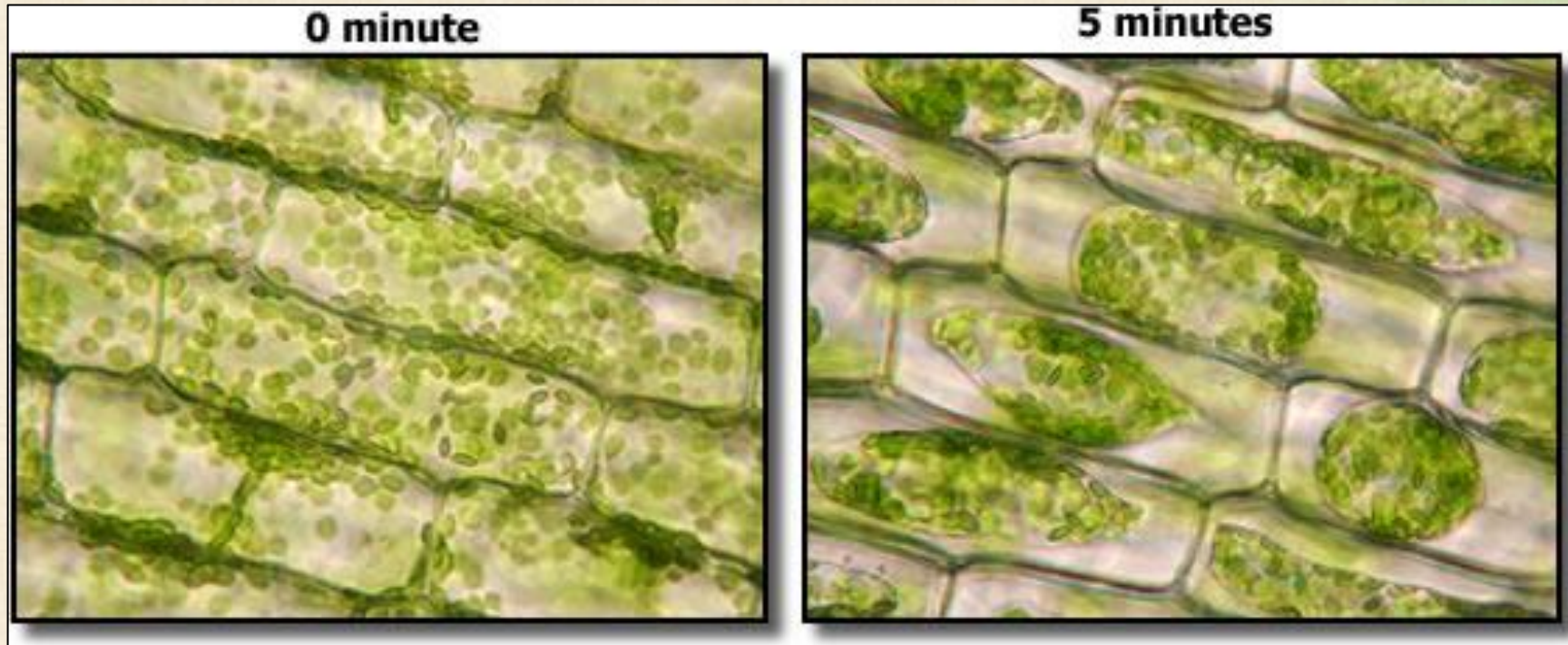
Augalo ląstelė



Osmosis



Plazmolizė



<https://everettcc.instructure.com/courses/1270619/files/62789588>

Elodea sp.

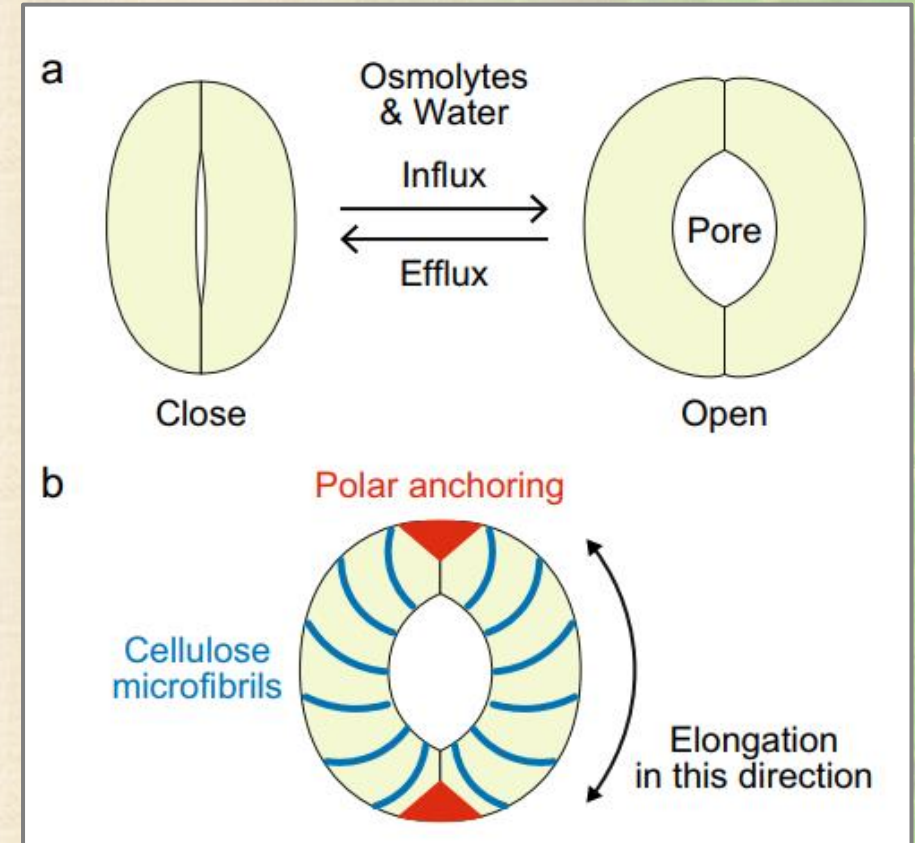
Kokie pagal toniškumą būna tirpalai?



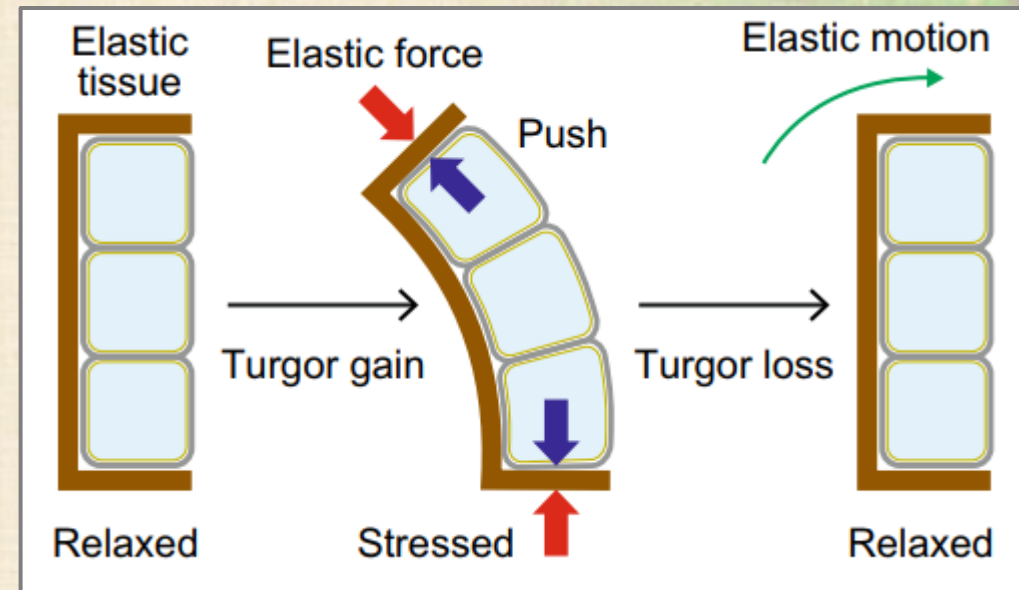
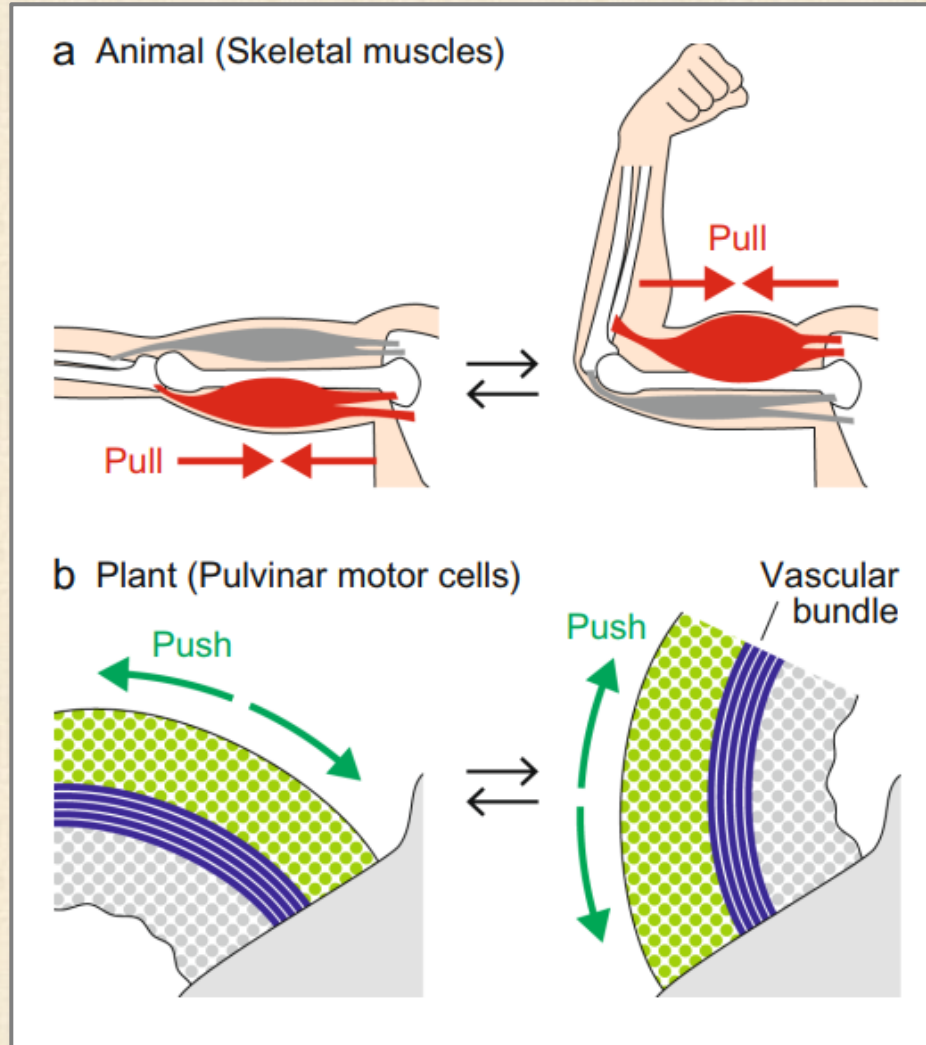
Kam panaudojamas vanduo?

- ~97% vandens išgarinama;
- ~2% vandens naudojama augimui;
- ~1% vandens naudojamas biochemijai (pvz., fotosintezei)

Žiotelės



Kam panaudojamas vandens judėjimas?



Kam panaudojamas vandens judėjimas?



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/8lqH.gif>



Utricularia - skendenis

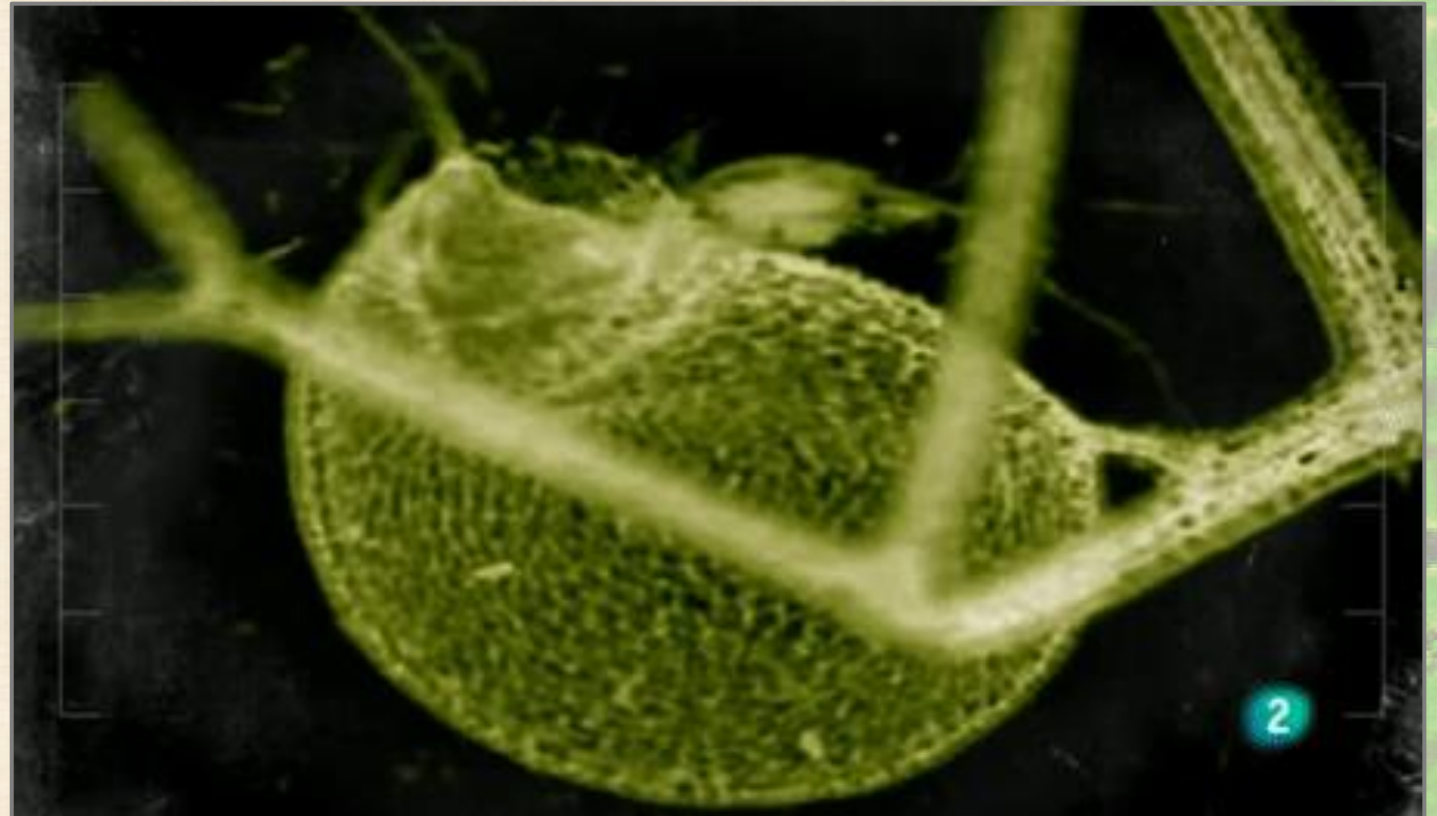
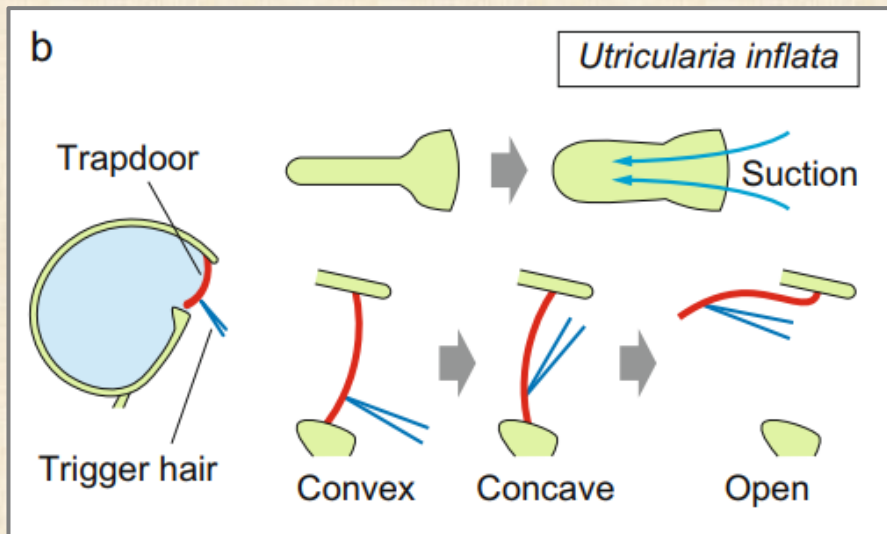


https://c1.staticflickr.com/1/460/19488528643_8c135e1733_b.jpg



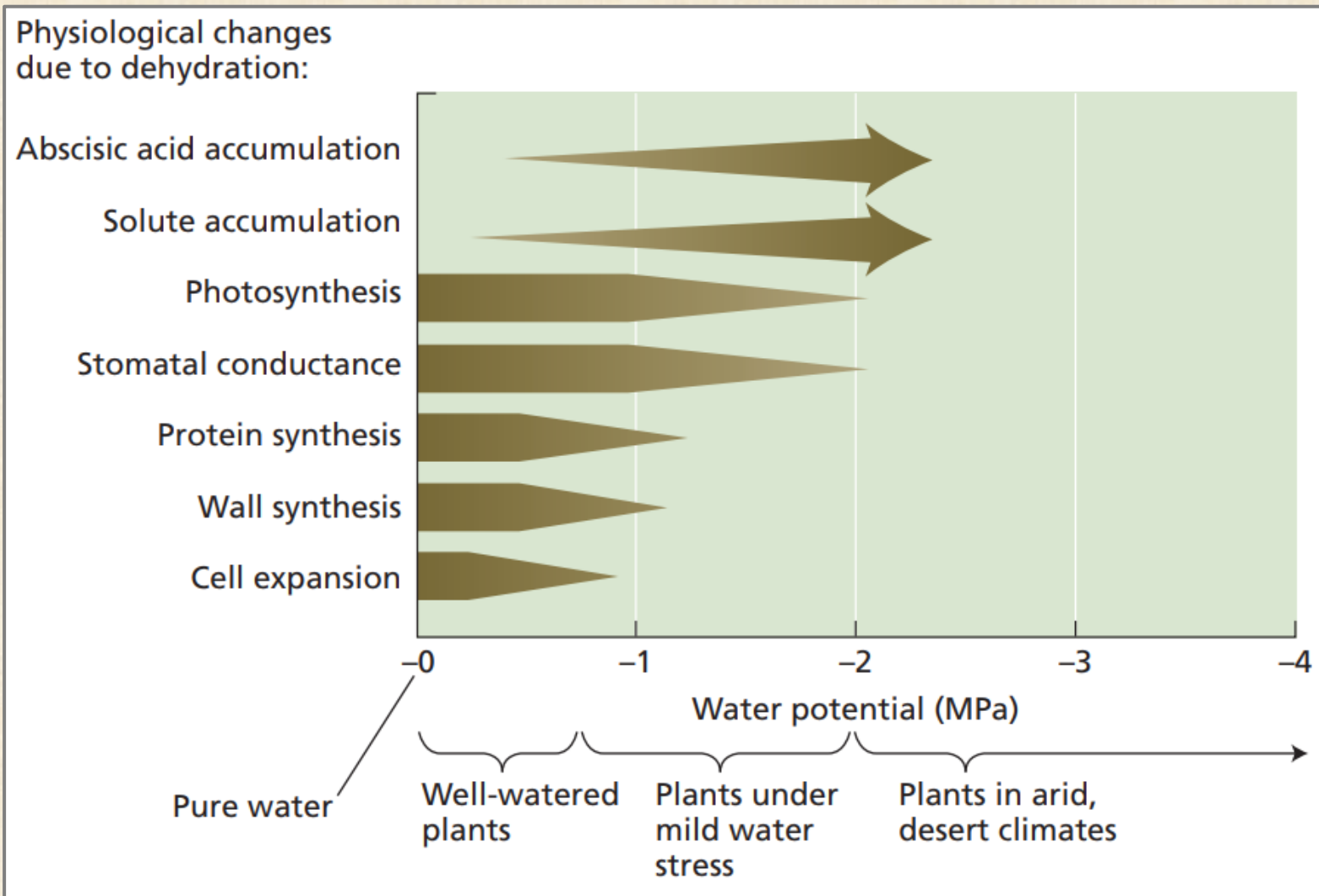
Utricularia - skendenis

Aktyvus neigiamo
slėgio kūrimas –
auka susiurbiamo.



https://thumbs.gfycat.com/HonoredWildHedgehog-size_restricted.gif

Kiek vandens yra daug?



Vandens potencialas ψ – fizikinis dydis, leidžiantis nustatyti vandens tekėjimo kryptį: vanduo tekės iš didesnio ψ į mažesnį.

Skaiciavimas

2 lentelė. Eksperimento su įvairios koncentracijos sorbitolio ir CaCl_2 tirpalais rezultatai.

Tirpalas ir jo koncentracija	Pradinis lazdelės ilgis l_0 [cm]	Lazdelės ilgis l po eksperimento [cm]	Lazdelės ilgio pokytis Δl [cm]	Lazdelės ilgio procentinis pokytis $\Delta l_{\%}$ [%]
...	...	...	...	...

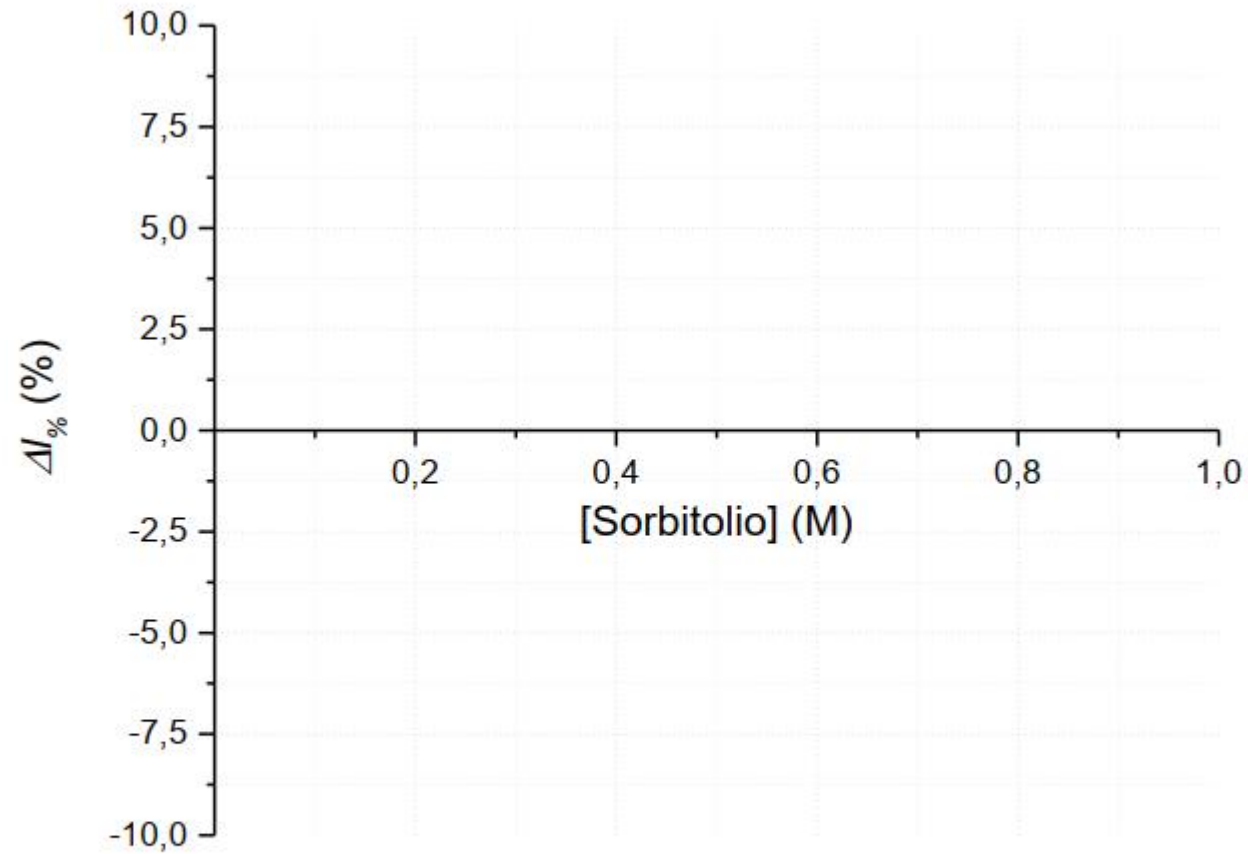
$$\Delta l_{\%} = \frac{l-l_0}{l_0} \cdot 100 \% = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \% \quad (1 \text{ formulė})$$

l_0 – pradinis lazdelės ilgis;

l – lazdelės ilgis po eksperimento.



Skaičiavimas



1 pav. Procentinio bulvės stiebagumbio lazdelės ilgio pokyčio $\Delta l\%$ priklausomybės nuo panaudoto sorbitolio tirpalo koncentracijos [Sorbitolio] grafikas

Skaiciavimas

8) Gauta priklausomybė aproksimuojama tiese (nurodykite determinacijos koeficiento R^2). Naudojantis gauta tiesine priklausomybe ir 2 formule, apskaičiuojamas bulvės stiebagumbio ląstelių vandens potencialas $\Psi_{\text{ląstelės}}$ pagal tokią sorbitolio tirpalo koncentraciją, kurioje bulvės lazdelės ilgis nepakistų.

$$\Psi_{\text{ląstelės}} = \Psi_s = -R \cdot T \cdot c \cdot i \quad (2 \text{ formulė})$$

R – idealiųjų dujų konstanta; $R = 8,3145 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \right]$;

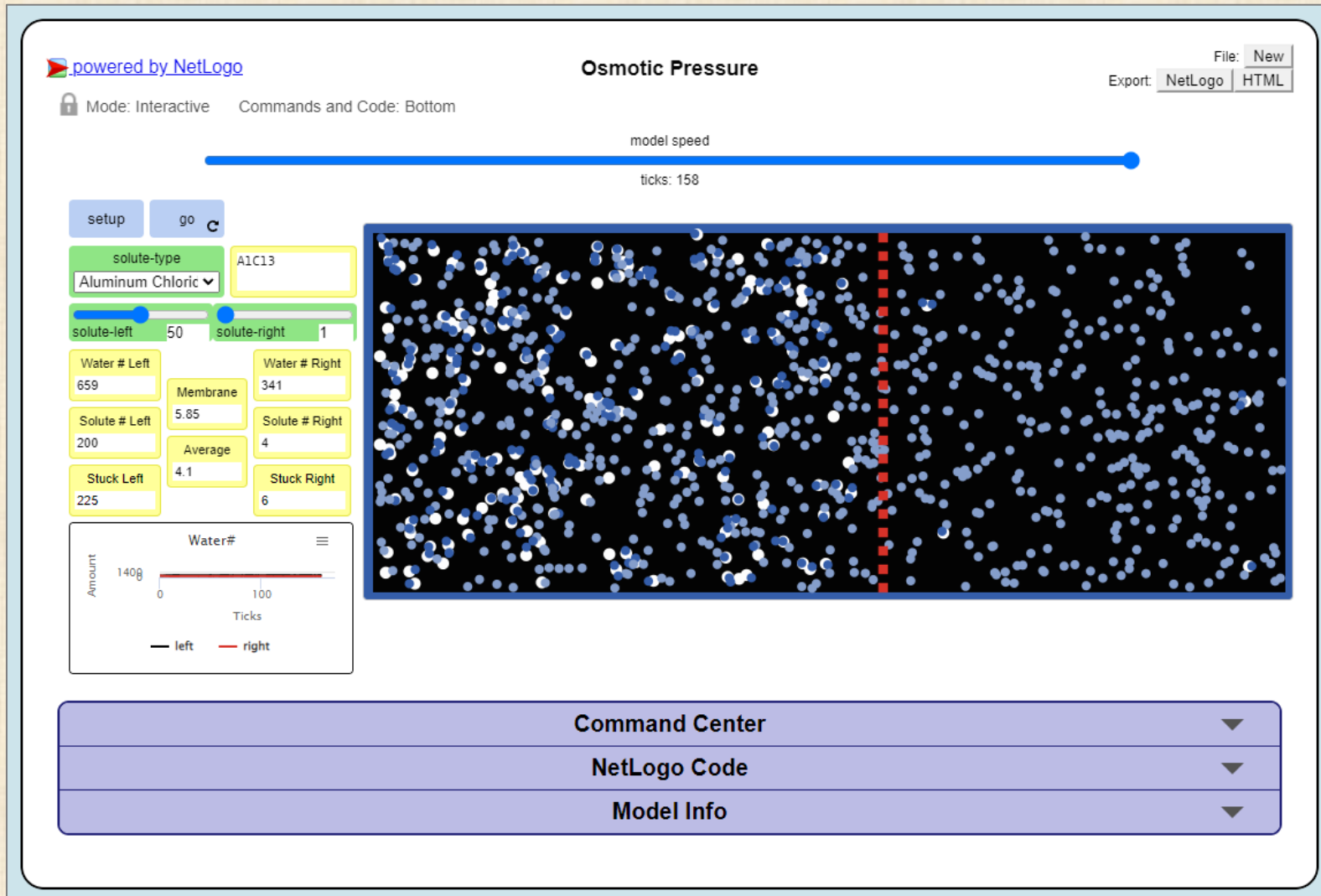
T – kambario temperatūra [K];

c – izotoninio tirpalo koncentracija [M];

i – koeficientas, charakterizuojantis medžiagos disociaciją: $i = 1 + \alpha \cdot (n - 1)$, kai α yra elektrolito disociacijos laipsnis, o n – dalelių skaičius tirpinio molekulei patekus į tirpiklį ir disocijavus. Atkreipkite dėmesį, kad sorbitolis vandenyje nedisocijuoja.



Vandens judėjimo per membraną modeliavimas



<http://www.netlogoweb.org/launch#http://www.netlogoweb.org/assets/models/lib/Sample%20Models/Chemistry%20&%20Physics/Unverified/Osmotic%20Pressure.nlogo>

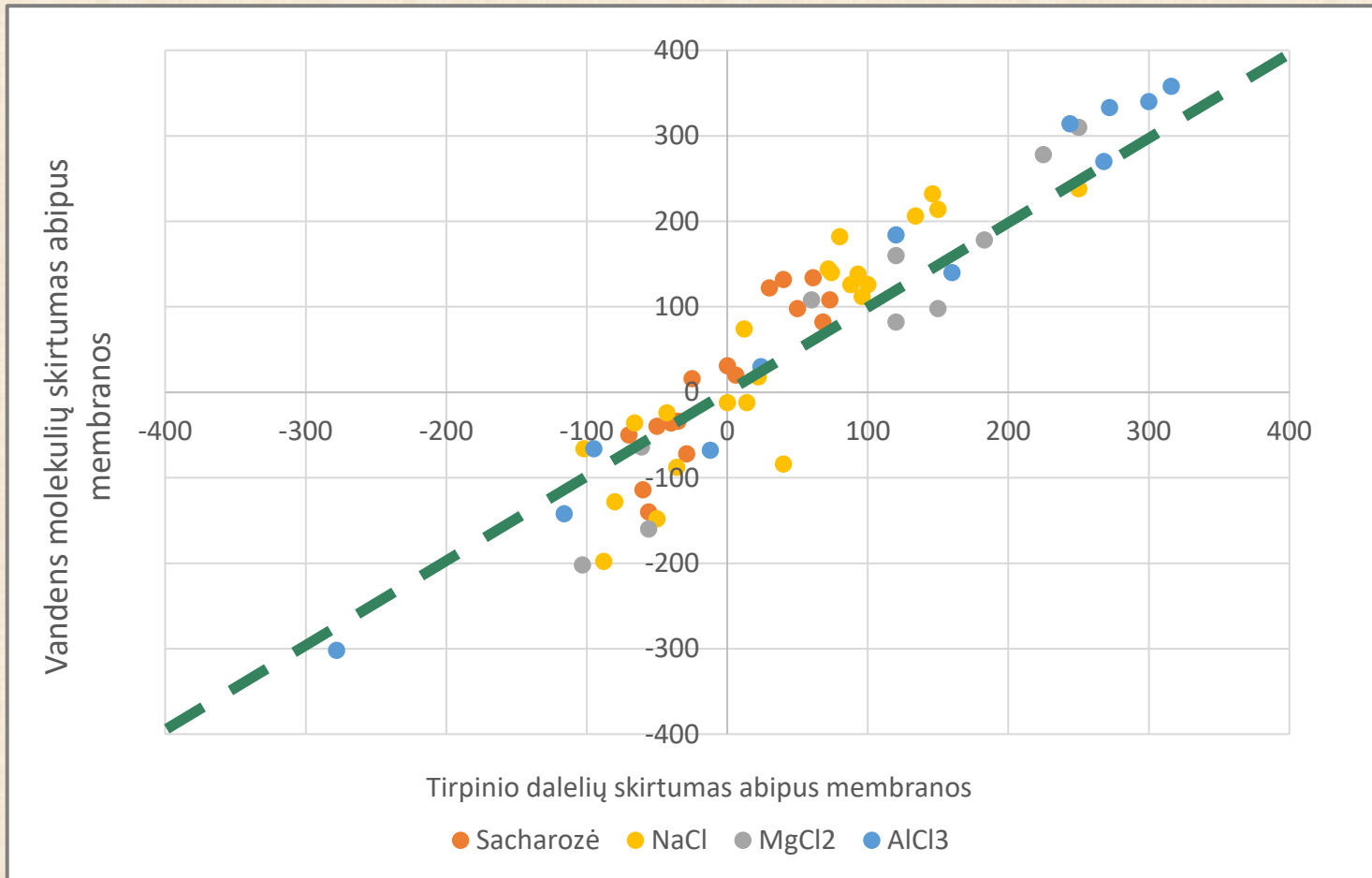
Vandens judėjimo per membraną modeliavimas

3 lentelė. Modeliavimo rezultatai

Tirpinys	Simuliacijos trukmė	Tirpinio dalelių skaičius kairėje membranos pusėje simuliacijos pabaigoje („Solute # Left“)	Tirpinio dalelių skaičius dešinėje membranos pusėje simuliacijos pabaigoje („Solute # Right“)	Vandens molekulių skaičius kairėje membranos pusėje simuliacijos pabaigoje („Water # Left“)	Vandens molekulių skaičius dešinėje membranos pusėje simuliacijos pabaigoje („Water # Right“)	Tirpinio dalelių skirtumas abipus membranos	Vandens molekulių skirtumas abipus membranos
...	...	...	...	...	...	...	...

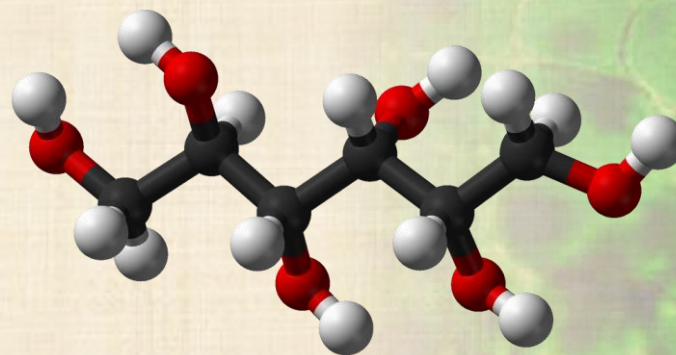
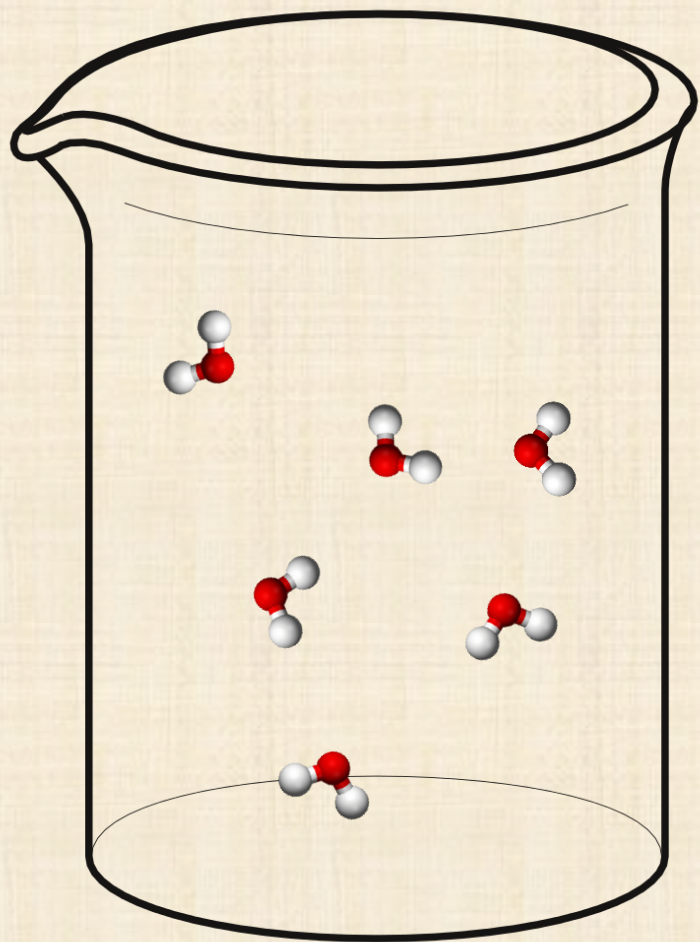


Vandens judėjimo per membraną modeliavimas



- Tirpinio dalelių skaičius ir vandens molekulių skaičius tiesiogiai proporcingi.
- Procesas nepriklauso nuo medžiagos.

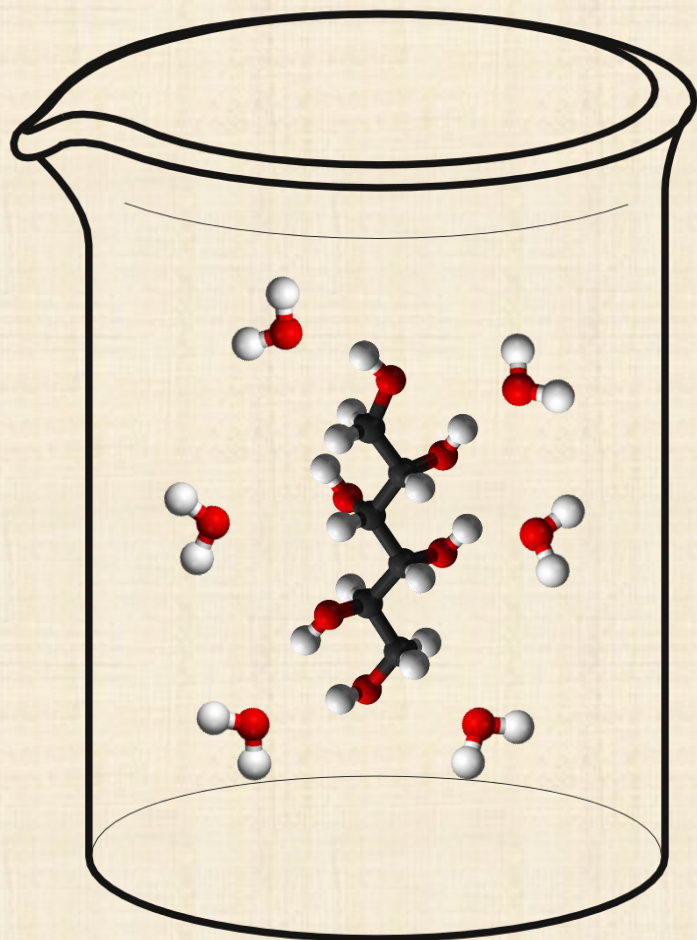
Medžiagų disociacija



Sorbitolis



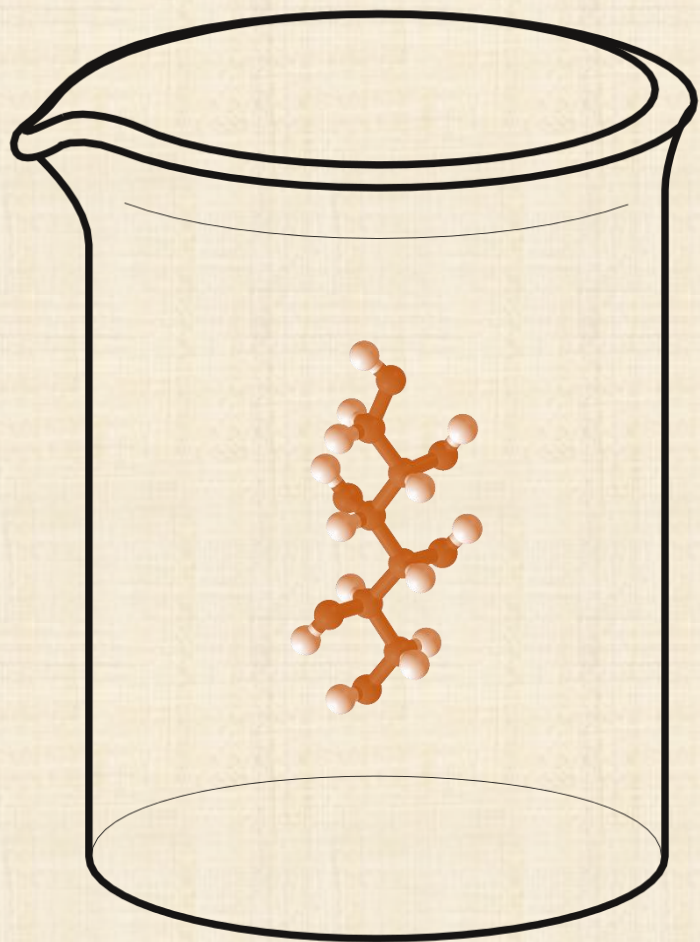
Medžiagų disociacija



Sorbitolis nedisocijuoja



Medžiagų disociacija



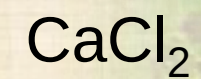
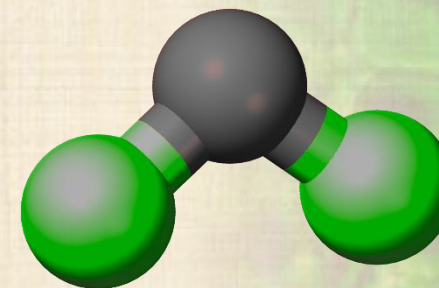
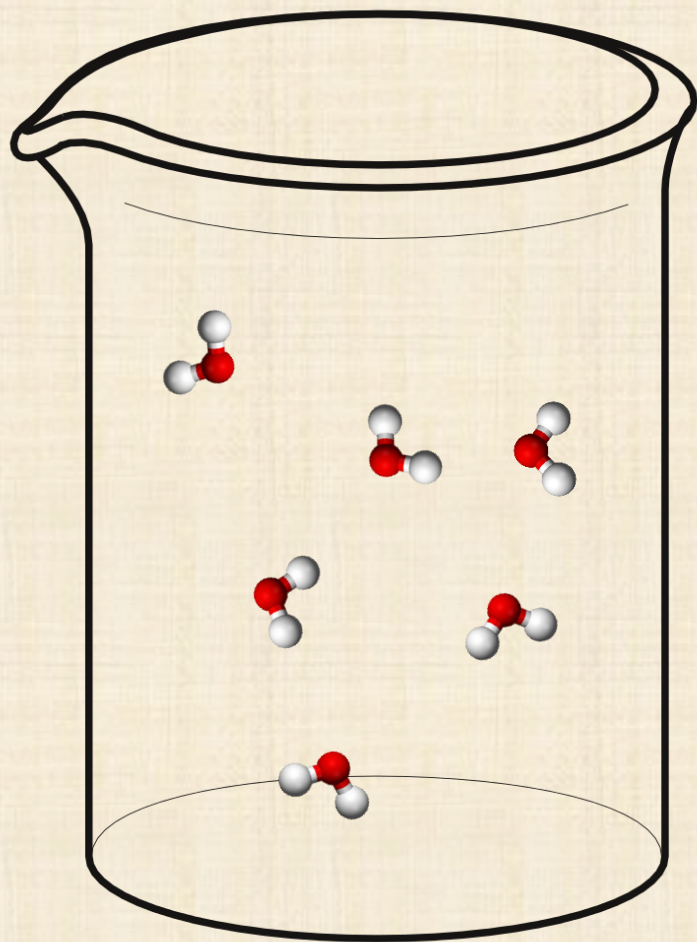
Sorbitolis nedisocijuoja



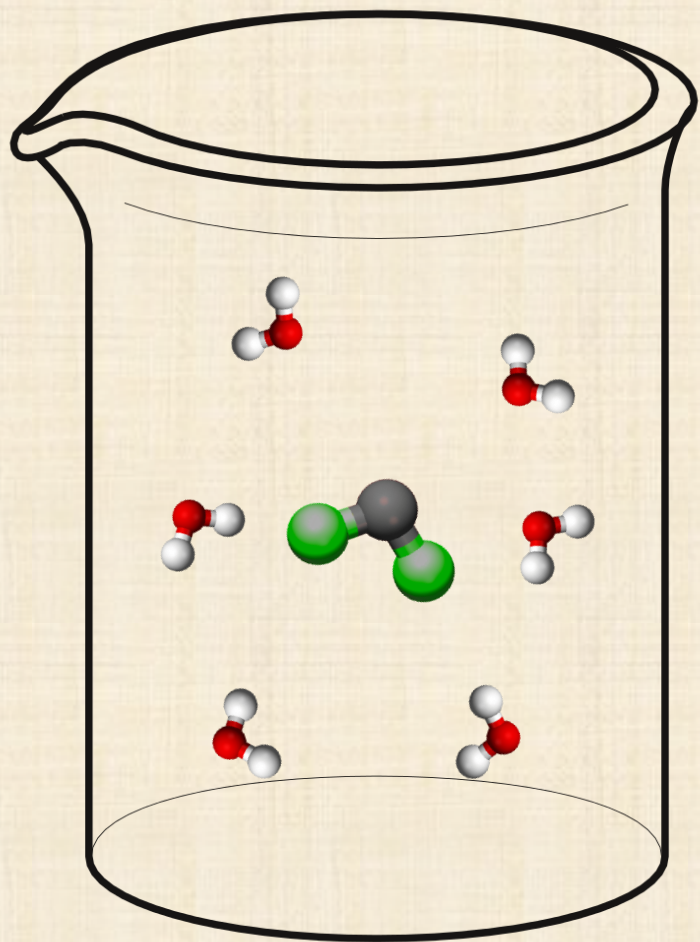
1 dalelė



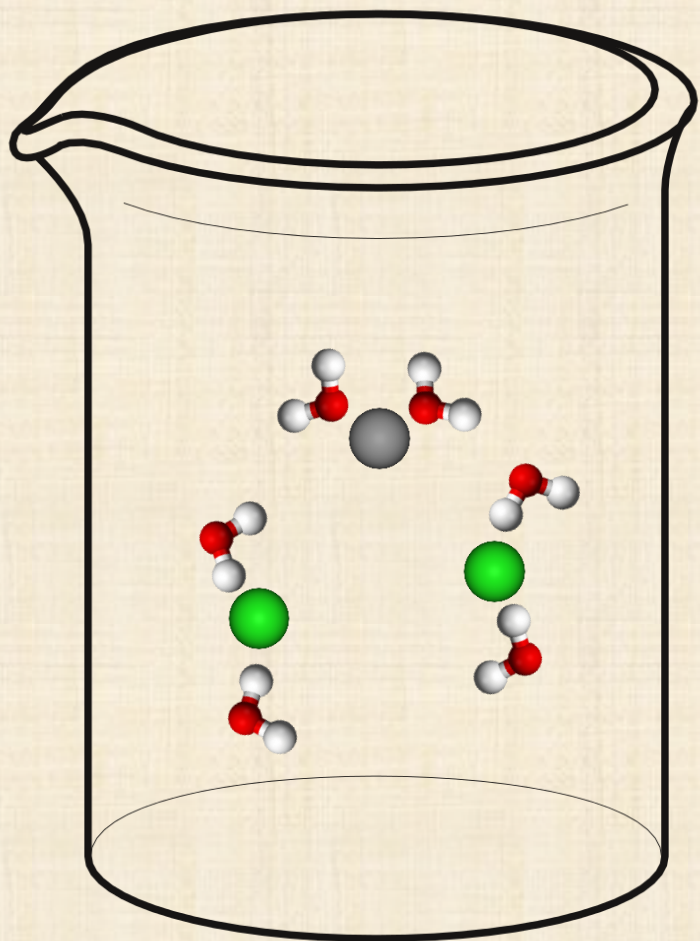
Medžiagų disociacija



Medžiagų disociacija



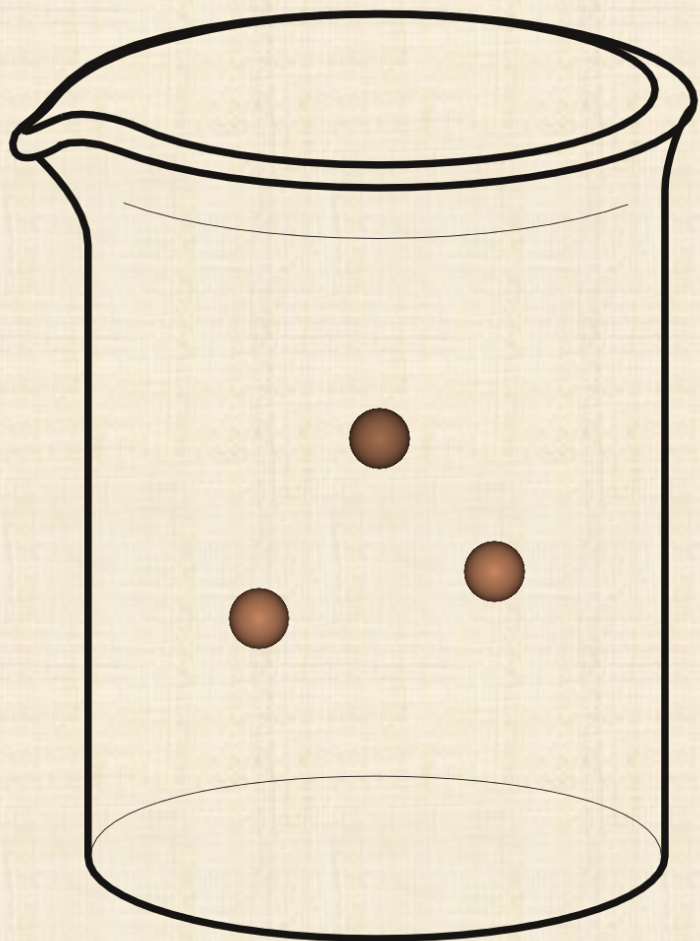
Medžiagų disociacija



CaCl₂ disocijuoja



Medžiagų disociacija



CaCl_2 disocijuoja



3 dalelės



Vandens judėjimas per membraną

Svarbi ne medžiaga, o tirpinio dalelių skaičius:

tos pačios koncentracijos KCl ir NaCl tirpalai turi tokį pat poveikį, NaCl poveikis dukart intensyvesnis už tos pačios koncentracijos sacharozės tirpalo poveikį.



Lab. darbo variantas namuose:



Naudojantis vandentiekio vandeniu ir valgomąja druska, pagaminami keturi skirtingų koncentracijų tirpalai. Mažame valgomajame šaukštelyje (be kaupo) telpa ~5 g valgomosios druskos. Darome prielaidą, kad vandentiekio vanduo artimas distiliuotam vandeniui, o valgomąją druską sudaro NaCl ($M = 58,44 \text{ g/mol}$).

1 lentelė. Tirpalų gaminimas.

Medžiagos		NaCl tirpalo koncentracija (M)
Vandentiekio vandens tūris (ml)	Valgomosios druskos (NaCl) masė (g)	
...	...	...

Smalsiems

- <https://web.archive.org/web/20201210040133/http://www1.lsbu.ac.uk/water>
- Mano, H., & Hasebe, M. (2021). Rapid movements in plants. *Journal of plant research*, 134(1), 3-17.
- Lang, I., Sassmann, S., Schmidt, B. and Komis, G., 2014. Plasmolysis: loss of turgor and beyond. *Plants*, 3(4), pp.583-593.
- Lang-Pauluzzi, I., 2000. The behaviour of the plasma membrane during plasmolysis: a study by UV microscopy. *Journal of Microscopy*, 198(3), pp.188-198.
- Lee-Stadelmann, O.Y. and Stadelmann, E.J., 1989. [17] Plasmolysis and deplasmolysis. In *Methods in enzymology*(Vol. 174, pp. 225-246). Academic Press.
- Oparka, K.J., 1994. Plasmolysis: new insights into an old process. *New Phytologist*, 126(4), pp.571-591.
- Takamine, N., 1941. Studies on the Plasmolysis Form. *Cytologia*, 11(4), pp.537-590.

