

1. Házi feladat

1. $m = 0,3 \text{ g}$ karbonidiot feloldunk $V = 0,5 \text{ dm}^3$ vízben ($M_w(\text{karb-oid}) = 60 \text{ g/mol}$) $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ g/l}$

móltörtje: $x = \frac{\frac{m}{M}}{\frac{m}{M} + \frac{V \cdot \rho}{M_{\text{H}_2\text{O}}}}$ $n_{\text{karb-oid}} = \frac{m}{M}$ $x = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$

móltörtje: $m = \frac{n_k}{\text{mólműm}}$ tömegarány: $\frac{m}{V} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{m}{V \cdot \rho} = \frac{m}{m_1 + m_2} \cdot 100\%$

móltörtje: $c = \frac{n_{\text{a.a.}}}{V_{\text{oldat}}}$ térfogatarány: $\frac{V}{V} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{V_{\text{a.a.}}}{V_{\text{oldat}}} \cdot 100\%$

vegyes arány: $\frac{m}{V} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{m_{\text{a.a.}}}{100 \text{ cm}^3 \text{ oldat}}$

2. Kégyedrendű az a reakció, aminek sebességi állandója k a mértékegysége $M^{-1} s^{-1}$

$$\left. \begin{aligned} [L] &= \left(\frac{M^{-1} s^{-1}}{s} \right) \\ [v] &= \left(\frac{M}{s} \right) \end{aligned} \right\} v = k [A]^n \Rightarrow \left(\frac{M}{s} \right) = \left(\frac{M^{-1} s^{-1}}{s} \right) \cdot M^n \Rightarrow (M^{2,5}) = (M^n) \Rightarrow \underline{n = 2,5}$$

$[A] \rightarrow (M)$

3. Egy radioaktív izotóp felezési ideje 2 nap. Mennyi a radioaktív bomlás bomlási állandója (λ) és redukciós ideje (τ)?

$T_{1/2} = 2 \text{ nap}$ $2 = e^{-\lambda T_{1/2}}$ $\Rightarrow \tau = \ln 2 \cdot T_{1/2} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\tau}$

4. Kiszámíthatjuk még az $A \rightarrow B$ reakció sebességét A koncentrációjától függően. Határozzuk meg a reakció sebességét és a sebességi állandó (k) értékét is.

[A] μM	v ($\mu\text{M}/\text{min}$)
100	2,00
80	1,90
80	1,75
70	1,67

$v = k \cdot [A]^n$ $\xrightarrow{\text{lineáris}}$ $\ln v = \ln k + n \ln [A]$

$y = ax + b$

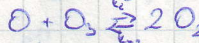
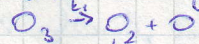
$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$

$b = \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)(\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\sum_{i=1}^n x_i y_i)(\sum_{i=1}^n x_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$

előjelek:

$x_i, y_i, x_i y_i, x_i^2$

5. Az ózon bomlási reakció ~~gyorsult~~ ($2O_3 \rightarrow 3O_2$) javasolt mechanizmusa:



Határozzuk meg a reakció sebességi egyenletét, amire az érvelés, ha az O atom koncentrációjára alkalmazhatjuk a steady-state feltételt, és a második elemi reakció a sebességhatárba lépés.

$k_2 \ll k_1 \Rightarrow v \approx k_2 [O][O_3]$ $\frac{d[O]}{dt} = 0 = k_1 [O_3] - k_2 [O_3][O] \Rightarrow k_1 [O_3] = k_2 [O_3][O] \Rightarrow [O] = \frac{k_1}{k_2}$

$\Rightarrow v = k_2 \frac{k_1}{k_2} [O_3] = k_1 [O_3]$

6. A glükóz-1-foszfát (G1P) \rightarrow glükóz-6-foszfát (G6P) izomerizációs reakció esetében a standard szabadentalpia értéke $\Delta G^\circ = -7,16 \text{ kJ/mol}$ (25°C -on mérve). Ha a reakció egyenletétől G1P van a rendszerben, akkor az egyensúly állta után hány mol G1P és G6P lesz jelen?

$\Delta G^\circ = -RT \ln K \Rightarrow K = e^{-\frac{\Delta G^\circ}{RT}}$

	G1P	G6P
kezd.	1	0
vált.	-x	+x
egyens.	1-x	x

$K = \frac{[G6P]}{[G1P]} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = 0,546$

7. Egy reális oldatba 20-morosára nő, ha a hőmérséklet 30°C -ról 40°C -ra emelkedik. Számítsa ki a aktíválási energiát.

$$k_1 = A \cdot e^{-\frac{E^*}{RT_1}} \quad k_2 = A \cdot e^{-\frac{E^*}{RT_2}} \quad T_1 = 300\text{K}, T_2 = 313\text{K}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = 20 = e^{-\frac{E^*}{R(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})}} \Rightarrow E^* = -R \ln(20) \cdot \frac{1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = 236,21 \text{ kJ/mol}$$

8. Egy fehérjét ($M_w = 45 \text{ kDa}$) 10 g/l koncentrációban feloldunk vízben és megmérjük az oszmózisnyomást 22°C -on, ami $2,152 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$ -mért adódik. Hely nátrium ion (Na^+) disszociál le a fehérjekomplexből $R = 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

$$\pi = RT \sum_i c_i \quad T = 22^\circ\text{C} = 295\text{K}, M_w = 45000 \text{ g/mol}, w = \frac{10 \text{ g}}{\ell}$$

$$\sum c_i = \frac{\pi}{RT} \quad c_{\text{fehérje}} = \frac{w}{M_w} \Rightarrow \sum c_i = c_1 + c_{\text{Na}^+} \Rightarrow c_{\text{Na}^+} = \frac{6,66}{295} \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$c_1 = 2,22 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \Rightarrow \frac{c_{\text{Na}^+}}{c_1} = 3$$

2. Házi feladat

1. Az ideális állapot törvénye le a vízgőz kémiai potenciáljának nyomásfüggése és a vízgőz moláris térfogata közti összefüggést: $\left(\frac{\partial \mu}{\partial p}\right)_T = \bar{V}$ ahol μ az ideális gőz kémiai potenciálja, p : nyomás, T : hőmérséklet. Az ideális gőzre vonatkozó törvény ($pV = RTn$) is a fent egyenlet segítségével mutatható ki, hogy $\mu = \mu^0 + RT \ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$

$$pV = nRT \quad \left| \frac{\partial}{\partial n} \right.$$

$$p \frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\partial n}{\partial n} RT \rightarrow p \bar{V} = RT \quad | / p \quad \text{és} \quad \bar{V} = \frac{\partial \mu}{\partial p}$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial p} = \frac{RT}{p} \quad | \cdot \partial p$$

$$\partial \mu = RT \frac{1}{p} \partial p \Rightarrow \int_{p_0}^p d\mu = RT \int_{p_0}^p \frac{1}{p} \partial p \Rightarrow \mu(p) - \mu(p_0) = RT [\ln p - \ln p_0]$$

$$\mu^0 = \mu(p) \quad \text{és} \quad \mu^0 = \mu(p_0)$$

$$\mu = RT (\ln(p) - \ln(p_0)) + \mu^0 = \mu^0 + RT \ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

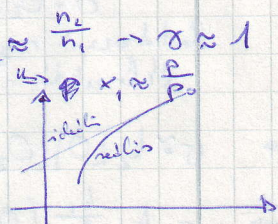
2. Az ideális oldatból kétféle tömegszázalékos (kálommal) oldatot készítenek, mint vízoldatát, mint 25°C -on. Miből áll a víz kémiai potenciálját a víz (μ_1) koncentrációjának ($\ln x_1$) függvényében az ideális és reális oldat esetére. A kálom kémiai potenciálja 25°C -on: $\mu_2^0 = -237,5 \text{ kJ/mol}$

$$x_1 = \frac{n_1}{\sum n_i} \quad \text{Ideális oldatban: } x_2 \ll x_1 \rightarrow n_2 \ll n_1 \rightarrow x_2 \approx \frac{n_2}{n_1} \rightarrow x_1 \approx 1$$

$$x_1 = \frac{\frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}}}{\frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} + \frac{m_{\text{Kálom}}}{M_{\text{Kálom}}}}$$

$$\text{Reális: } \mu = \mu^0 + RT \ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

$$\text{Ideális: } \mu = \mu^0 + RT \ln(x_1)$$



3. Ez oszmózis egy cellájában fehérjét oldunk fel 10 mg/ml koncentrációban. (ideális oldat!) ($M_w = 20 \text{ kDa}$), a mérték oldatba dörög víz, majd $0,002 \text{ M NaCl}$ oldatot, majd $0,2 \text{ M NaCl}$ oldatot tenyészt 20°C -on.

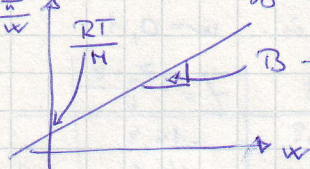
- A) Számítsa ki mind a három esetben az oszmózisnyomást azt feltételezve, hogy egy fehérjekomplexből három Na^+ disszociál le oldatban. $R = 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$
- $$\pi = RT \Delta C$$

- B) Mekkora a Donnan-potencial értéke, a második esetben ($0,002 \text{ M NaCl}$)? $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}, F = 96485 \text{ C/mol}$

$$\Delta \Phi_D = -\frac{RT}{zF} \ln\left(\frac{c_{1,A}}{c_{1,B}}\right) = +6,538 \text{ mV}$$

4. Egy nem ideális fehérjedetnek megmérjék az oszmózisnyomást a koncentráció függvényében 20°C hőmérsékleten. A mérési adatok felhasználásával határozza meg a fehérje molekulahúlyát, a platósura meg a második virial együttható értékét is, ismert is, hogy a fehérjedet ideálitól eltérő viselkedést mutat (molekulák közt vannak vagy vanis?).

\bar{c} (g/dl)	π (g/c)	$\frac{\pi}{\bar{c}}$
0,011	10	0,0011
0,024	20	0,0012
0,035	30	0,0013



B → második virial együttható
 pozitív = a fehérjedet közt vannak együttható

5. Milyen koncentrációra adható kell kimeríteni a kórtörés együttható, ha azt akarjuk, hogy ionerőssége az 1M NaCl oldat ionerősségével legyen meg? $\text{CaCl}_2, \text{Na}_2\text{SO}_4, \text{CuSO}_4, \text{Na}_2\text{PO}_4, \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

NaCl: $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2 = \frac{1}{2} (c \cdot 1^2 + c \cdot 1^2) = \frac{1}{2} (1 \cdot 1^2 + 1 \cdot 1^2) = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1$

Pl: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$: $I = \frac{1}{2} (3 \cdot c \cdot 2^2 + 2 \cdot c \cdot 3^2) = 1 \Rightarrow c = \frac{1}{15} \text{ M}$

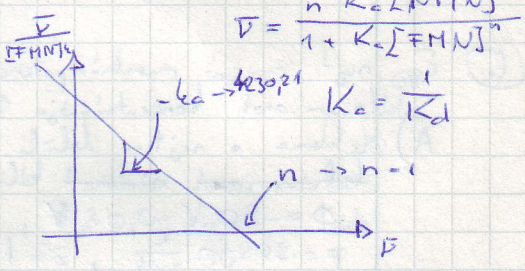
3. Hárzi feladat

1. A bakteriális enzim luciferin enzim a redukált flavin mononukleotid (FMN) és egy hám-molekulánál szilárd állapotú oxidációját katalizálja károsítógó károsítószerek körében. Amerikai kutatók 1971-ben meghatározták a luciferin enzim felhatalmazott FMN-ét, katalizátor mennyiségét, ami ezzel adható. A dimenziós állandó pedig $9,7 \cdot 10^7 \text{ M}$ volt.

- A) Scatchard-plót segítségével határozza meg a luciferin enzim felhatalmazott oxidált flavin mononukleotid (FMN) katalizátor mennyiségét és a kötési állandót. A méréshez kétféle oldatot kimerítettünk. A luciferin enzim koncentrációja mindkét oldatban $1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$. Az egyik oldatban $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ FMN-t mérünk be, és az egyensúly után megmértük a redukált FMN koncentrációját: $[\text{FMN}]_r = 9,242 \cdot 10^{-6} \text{ M}$. A másik oldatban $1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ FMN-t mérünk be és ottan az értéket: $[\text{FMN}]_r = 7,667 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

$$\bar{v} = \frac{\text{költött ligandum mennyisége}}{\text{összes enzim mennyisége}} = \frac{[\text{FMN}]_{\text{kezd}} - [\text{FMN}]_r}{[E]}$$

$[\text{FMN}]_{\text{kezd}}$	$[\text{FMN}]_r$	\bar{v}	$\frac{\bar{v}}{[\text{FMN}]_{\text{kezd}}}$
10^{-3} M	$9,242 \cdot 10^{-6} \text{ M}$	0,756	820,17
10^{-4} M	$7,667 \cdot 10^{-5} \text{ M}$	0,233	3042,9



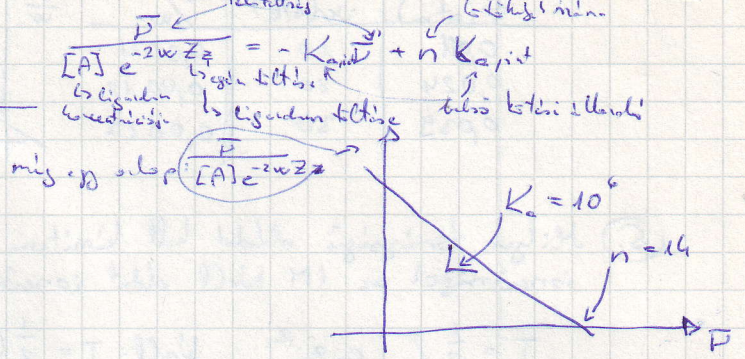
- B) Összehasonlítsa az FMN és az FMN katalizátor mennyiségét a luciferin enzim mérési körülmények között. Lehet-e bizonyítani, hogy a katalizátor mennyisége azonos az enzim nem oxidált és oxidált állapotban, ha a redukált és oxidált állapotok katalizátorok?

- C) Milyen körülmények között adható az FMN és az FMN kötési állandó összehasonlításával?
 $\text{FMN}_2 \xrightleftharpoons{K_d} \text{FMN} + \text{FMN}$ $K_d = 9,7 \cdot 10^7 < K_d = 2,366 \cdot 10^4$

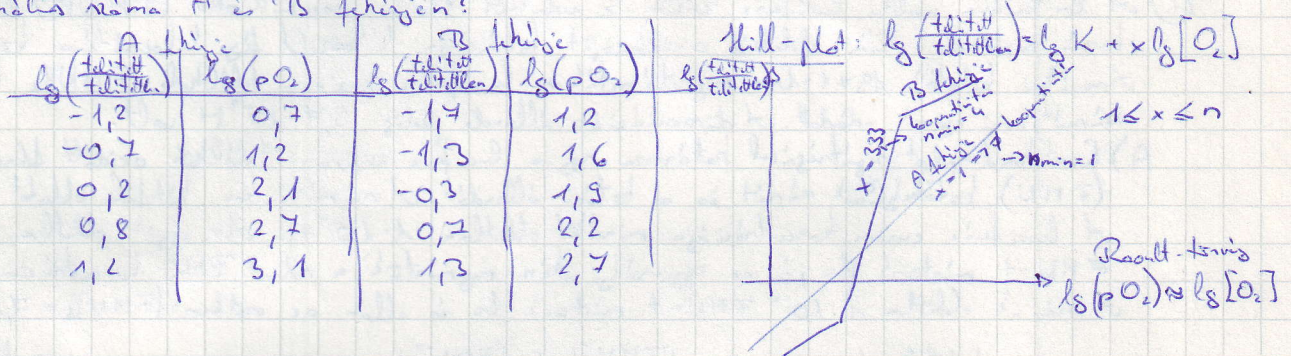
vagyis az enzim által katalizált reakció az FMN → FMN₂ irányban zajlik inkább.

2) Egy fehérjekomplex, amelynek nettó töltése -18 , két molekuláján ligandumot köt. A ligandum töltése $+2$. Az állati tollakat adókat felhasználva grafikus módszerrel meghatározzuk a fehérjék lúgos ligandum kötéséhez való kötési affinitását feltételezve, hogy a kötéshez egyformán és egyaránt hozzáférnek (nincs allantéria). Határozzuk meg a fehérjék lúgos ligandum kötéséhez való kötési affinitását is. $w=0,1$

$[A]_{\text{molekul}} (M)$	\bar{P}	$Z = \frac{Z_0 + z}{\bar{P}}$
$8,58 \cdot 10^{-4}$	0,8	-16,4
$3,46 \cdot 10^{-4}$	1,6	-14,8
$3,23 \cdot 10^{-4}$	3,3	-11,4
$5,47 \cdot 10^{-8}$	5,8	-6,4
$1,61 \cdot 10^{-6}$	8,5	-0,2
$1,86 \cdot 10^{-4}$	12,7	1,4



3) Két oxigénkötő fehérjét (A és B fehérjét) tanulmányozunk. Melyik a fehérjék oxigént kötő (telítettség) és telítettség formájában koncentráció-arányát az oxigén parciális nyomásának függvényében. Az állati tollakat adókat felhasználva meghatározzuk, hogy melyik fehérje köti az oxigént kooperatív módon. Mekkora a kooperativitás értéke? Mekkora a ligandum kötéséhez minimális számú A és B fehérjék?



4) Egy sejten nyugalmi membránpotenciálja 20°C -on -80mV . A sejten kívül találunk a káliumionok koncentrációját 200mM .

A) Mekkora a sejten belüli káliumkoncentráció, ha a membrán sebességét átjárható a káliumionok számára? káliumionok számára

$$\Delta\phi = -80\text{mV} = -0,08\text{V}, \quad \Delta\phi = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[K^+]_e}{[K^+]_b} = 200\text{mM} = 0,2\text{M}, \quad T = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}, \quad R = 8,314\text{J/mol}\cdot\text{K}$$

$$F = 96500\text{C/mol}, \quad z = 1$$

$$\Delta\phi = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[K^+]_e}{[K^+]_b} \Rightarrow \frac{[K^+]_e}{[K^+]_b} = e^{\frac{\Delta\phi z F}{RT}} \Rightarrow [K^+]_b = \frac{[K^+]_e}{e^{\frac{\Delta\phi z F}{RT}}}$$

B) Hogyan változik a membránpotenciál, ha a hőmérséklet 40°C -ra emelkedik?

$$T_2 = 40^\circ\text{C} = 313\text{K}$$

$$\frac{\Delta\phi_2}{\Delta\phi} = \frac{\frac{RT_2}{zF} \ln \frac{[K^+]_e}{[K^+]_b}}{\frac{RT_1}{zF} \ln \frac{[K^+]_e}{[K^+]_b}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \Delta\phi_2 = \frac{T_2}{T_1} \Delta\phi$$

5) Mekkora szabadenergia kell 2mmol Ca^{2+} sejten kívülre pumpálásához, ha a citoplazmában a Ca^{2+} koncentrációja $0,4\mu\text{M}$ a sejten kívül pedig $1,5\text{mM}$ és a membrán potenciál -60mV ?

$$[Ca^{2+}]_e = 1,5\text{mM} \quad [Ca^{2+}]_b = 0,4\mu\text{M} \quad \Delta\phi = -60\text{mV} \quad \Delta n_{Ca^{2+}} = 2\text{mmol}$$

$$\Delta G = \Delta n \cdot \Delta \bar{G} \rightarrow \Delta \bar{G} = RT \ln \frac{[Ca^{2+}]_e}{[Ca^{2+}]_b} - zF\Delta\phi = 32790,25\text{J/mol}$$

$$\Delta G = \Delta n \cdot \Delta \bar{G} = 65,587\text{J} \quad \text{Német-egység}$$