

BevMolBio I. ZH anyag

1. Raioaktív izotópos vagy valami felezési idős bomlós feladatok

- 1.) Ha egy elsőrendű reakció relaxációs ideje (τ : az az idő, mely alatt a reaktáns kezdeti koncentrációja $1/e$ részére csökken) 4s, akkor mekkora a sebességi állandója ennek a reakciónak, és mekkora a felezési idő?

Válaszát levezetéssel is indokolja!

$$\tau = 4s \rightarrow \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{4s} \quad \text{a sebességi állandó}$$

felezési idő: $t_{1/2} = ?$

$$[A](t) = [A_0] \cdot e^{-\lambda t}$$

$$[A](t_{1/2}) = [A_0] \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{[A_0]}{2} = [A_0] \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2} \quad \checkmark$$
$$t_{1/2} = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{\lambda} = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = \underline{\underline{2,7726 \text{ sec}}}$$

3

10p

- B.) Ha k mért értéke $0,0347 \text{ min}^{-1}$, mekkora az NO_2Cl felezési ideje?

$$[A] = [A_0] \cdot e^{-k t_{1/2}}$$

$$x = 2x \cdot e^{-k t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-k t_{1/2}}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -k t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln \frac{1}{2}}{-k} = \frac{\ln \frac{1}{2}}{-0,0347 \text{ min}^{-1}} = \underline{\underline{19,975 \text{ min}}}$$

5p

- 3.) Egy radioaktív izotóp mennyisége egy nap alatt a kiindulási érték egyharmadára csökken. Mekkora a radioaktív izotóp felezési ideje ($t_{1/2}$), a bomlási állandó (λ) és a relaxációs idő (τ)?

$$\begin{aligned}
 [A] &= [A]_0 e^{-\lambda t} \\
 \frac{1}{3} [A]_0 &= [A]_0 e^{-\lambda \cdot 1 \text{ nap}} \\
 \frac{1}{3} &= e^{-\lambda \cdot 1 \text{ nap}} \\
 \ln \frac{1}{3} &= -\lambda \cdot 1 \text{ nap} \\
 \lambda &= -\ln \frac{1}{3} = \frac{\ln 3}{1 \text{ nap}} \approx \frac{1,098}{1 \text{ nap}} \\
 \frac{1}{2} [A]_0 &= [A]_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \\
 \frac{1}{2} &= e^{-\lambda t_{1/2}} \\
 \ln \frac{1}{2} &= -\lambda t_{1/2} \\
 t_{1/2} &= \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{1,098} = 0,631 \text{ nap} \\
 \tau &= \frac{1}{\lambda} = 0,910 \text{ nap}
 \end{aligned}$$

10p

- 3.) Egy elsőrendű bomlási reakció esetén 2 perc alatt a kiindulási anyag ötödésze bomlik el.

Mekkora a bomlási állandó, a felezési idő és a relaxációs idő?

$$\begin{aligned}
 N(t) &= N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot \frac{1}{5} \\
 e^{-\lambda t} &= \frac{1}{5} \\
 -\lambda t &= \ln \frac{1}{5} \\
 \lambda &= -\frac{\ln \frac{1}{5}}{t} = 0,805 \frac{1}{\text{min}} \\
 \lambda &= \frac{1}{\tau} \rightarrow \tau = \frac{1}{\lambda} = 1,243 \text{ min} \\
 N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} &= \frac{N_0}{2} \\
 -\lambda t_{1/2} &= \ln \frac{1}{2} \\
 t_{1/2} &= 0,861 \text{ min}
 \end{aligned}$$

13p

3.) Egy elsőrendű bomlási reakció esetén 2 perc alatt a kiindulási anyag ötödrésze bomlik el.

Mekkora a bomlási állandó, a felezési idő és a relaxációs idő?

2 perc $n \rightarrow \frac{n}{5}$ 15 p
 $\lambda = \text{bomlási állandó}$
 $\frac{n}{5} = n \cdot e^{-\lambda t}$ $I = \frac{1}{\lambda}$
 $t_{1/2} = I \cdot \ln 2$ $\lambda = \frac{\ln \frac{1}{5}}{2 \text{ perc}} = 120.5$ $2 \text{ perc} = 120 \text{ s}$
 $\lambda = \frac{1}{I}$ $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$ $\lambda = \frac{-\ln \frac{1}{5}}{2 \text{ perc}} = 9.11 \text{ perc}^{-1}$
 $\ln \frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2}$ $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{5}$ $\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ $\ln \frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2}$ $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 0.076 \text{ perc}$
 $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ $\lambda = \frac{1}{I}$ $I = \frac{1}{\lambda} = 0.105 \text{ perc}$

2. Ozmózis nyomásos cucc

4.) Mekkora az ozmózisnyomása 25°C-on egy olyan oldatnak, amely 10 g/l hemoglobint (64000 g/mol) és 10 g/l mioglobint (16000 g/mol) tartalmaz?

$R = 0.0821 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$\Pi = RTC$ $C = \sum C_n$
 $C_h = \frac{10 \text{ g/l}}{64000 \text{ g/mol}} = 1.562 \cdot 10^{-4} \text{ mol/liter}$
 $C_m = \frac{10 \text{ g/l}}{16000 \text{ g/mol}} = 6.25 \cdot 10^{-4} \text{ mol/liter}$
 $\Pi = 0.0821 \cdot 10^{-2} \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{K mol}} \cdot (273 + 25) \text{ K} \cdot (1.562 + 6.25) \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
 $= 1.911 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$ 10 p

2.) Egy fehérjéből, amelynek molekulatömege 80 kDa (80000 g/mol), 20 g/l töménységű oldatot készítünk 20 °C-on. $T = 293 \text{ K}$

B.) Mekkora az oldat ozmózisnyomása tiszta vízzel szemben?

$R=0,08206 \text{ L atm/K mól}$

$T=293 \text{ K}$

$$\pi = RT \sum_i c_i$$

$$\pi = RT \cdot \underbrace{6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}}_{6c} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,03607 \text{ atm}$$

$$\pi = \underline{\underline{3,607 \cdot 10^{-2} \text{ atm}}}$$

✓

10p

3.) Egy ozmóméter egyik cellájában (A cella) 10 g/l koncentrációjú hemoglobin ($M_r=64$ kD) oldat a másik cellájában (B cella) pedig 5 g/l koncentrációjú mioglobin ($M_r=16$ kD) oldat található.

A.) Mekkora az ozmózisnyomás különbség a két cella között 25°C-on?
 $R=0,0821$ (l atm/K mól)

$w_A = 10 \text{ g/l}$ $M_r = 64 \text{ kD} \rightarrow M_A = 64\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $1 \text{ kD} = 1000$
 $w_B = 5 \text{ g/l}$ $M_r = 16 \text{ kD} \rightarrow M_B = 16\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
 $T = 298 \text{ K}$

$$\Delta \Pi = RT \left(\frac{w_A}{M_A} - \frac{w_B}{M_B} \right) = 0,082 \frac{\text{l atm}}{\text{K mol}} \cdot 298 \text{ K} \cdot \left(\frac{10 \text{ g/l}}{64\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} - \frac{5 \text{ g/l}}{16\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \right) =$$

$$= 24,436 \frac{\text{l atm}}{\text{mol}} \cdot (-1,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) =$$

$$= -3,669 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$$

A cella ozmózisnyomása kisebb

B.) A két cella ozmózisnyomása közötti különbséget hemoglobin hozzáadásával akarjuk kiegyenlíteni. Melyik cellához és mennyi (hány g) hemoglobint kell ehhez adni? A cella térfogata 1 dm³.

$V = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$

Az A cellához kell hozzáadni hemoglobint

$$3,669 \cdot 10^{-3} \text{ atm} = RT \left(\frac{x}{64\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \right) =$$

$$x = \frac{3,669 \cdot 10^{-3} \text{ atm} \cdot 64\,000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,0821 \frac{\text{l atm}}{\text{K mol}} \cdot 298 \text{ K}} =$$

$$x = 9,652 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$m = x \cdot V = 9,652 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 1 \text{ l} = \underline{\underline{9,652 \text{ g}}}$$

3. Egyenes illesztős cuccai

4. Határozza meg grafikusán (egyenes ábrázolásával) a sebességi egyenletet és a kinetikai paramétereket (rendűség, k) az $A \rightarrow B$ reakcióra a megadott kísérleti eredmények alapján.

Ügyeljen a mértékegységekre!

~~| $\ln[A]$ | $\ln v$ |
|----------|---------|
| 1,61 | -5,278 |
| 2,30 | -4,005 |
| 2,71 | -3,04 |~~

$[A]_0$ mM	v_0 mM/s
5	1,70
10	8,40
15	21,0

~~| $\ln v$ |
|---------|
| 0,53 |
| 2,13 |
| 3,04 |~~

Ha $v = k [A]^m$

$\ln v = \ln k + m \ln [A]$

míndelben

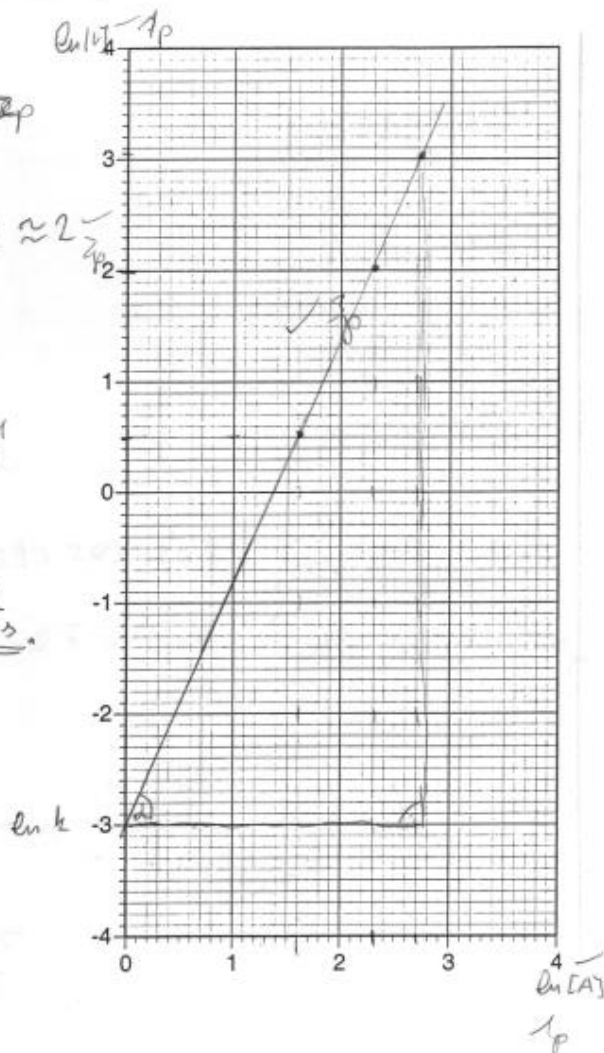
$k_x = m = \frac{3,04 - (-3)}{2,71 - 0} = 2,23 \approx 2$

tegegelymetre

$\ln k = -3$

$k = e^{-3} = 0,05 \frac{1}{\text{mM} \cdot \text{s}}$

A reakció másodrendű és a reakciósebességi együttható $0,05 \frac{1}{\text{mM} \cdot \text{s}}$.



4. Egyensúlyi állandós, sebességes, irányos cucmók

3.) Az $A \rightleftharpoons B$ reakció standard szabadenergiája (ΔG°) -36 kJ/mol . $= -36 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$

A.) Mekkora a reakció egyensúlyi állandója 25°C -on? $T = 298 \text{ K}$

$R = 8,314 \text{ J/K mol}$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq} \quad \checkmark$$

$$-\frac{\Delta G^\circ}{RT} = \ln K_{eq} \quad \checkmark$$

$$K_{eq} = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}} = e^{\frac{36 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 298}} = \underline{\underline{2043868,142}} \quad \checkmark$$

8p

B.) Ha A anyag koncentrációja egyenlő B anyag koncentrációjával, mekkora ΔG értéke?
Melyik irányba megy ekkor spontán módon a reakció?

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{(B)}{(A)} \quad \checkmark = -36 \cdot 10^3 \text{ J/mol} + \underbrace{RT \ln 1}_0$$

$$\Delta G = -36 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \quad \checkmark$$

A reakció erre $A \rightarrow B$ irányba megy spontán,
mivel erre $\Delta G < 0$ $\checkmark$

7p

5. Kémiai reakció, sebességes taktiválási energia

4.) Egy kémiai reakció sebessége 12-szeresére nő, ha a hőmérsékletet 20°C-ról 30°C-ra emeljük. Ugyanezt a hatást (12-szeres sebességnövekedés) hőmérséklet növelés nélkül, katalizátor alkalmazásával is elérhetjük. Számolja ki a katalizálatlan (a) és a katalizált (b) reakció aktiválási energiáját.

A számításoknál tételezze fel, hogy a preexponenciális tényező (A) nem függ a hőmérséklettől.

$$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}$$

$$T_1 = 293 \text{ K} \quad T_2 = 303 \text{ K}$$

(a) katalizálatlan

$$k_1 = k_2$$

$$12 A \cdot e^{-E_a/RT_1} = A \cdot e^{-E_a/RT_2}$$

$$\ln 12 + \frac{-E_a}{RT_1} = \frac{-E_a}{RT_2}$$

$$\ln 12 = E_a \left(\frac{1}{RT_1} - \frac{1}{RT_2} \right)$$

$$\ln 12 = E_a (1,3548 \cdot 10^{-5})$$

$$E_a = 183413,098 \text{ J/mol}$$

$$E_a \approx \underline{\underline{183,413 \text{ kJ/mol}}}$$

10

(b) katalizált eset

$$12 A \cdot e^{-E_a/RT_1} = A \cdot e^{-E_a'/RT_1}$$

$$\ln 12 + \frac{-E_a}{RT_1} = \frac{-E_a'}{RT_1}$$

$$-72,8077 = - \frac{E_a'}{RT_1}$$

$$E_a' = \underline{\underline{177,360 \text{ kJ/mol}}}$$

10

6.) Egy reakció aktiválási energiája 310 kJ/mol. Hogyan változik a reakció sebessége, ha a hőmérséklet 20 °C-ról 25 °C-ra emelkedik?

$$R = 8.3144 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$20^\circ\text{C} = 293\text{K}$$

$$25^\circ\text{C} = 298\text{K}$$

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$k_1 = A e^{-\left(\frac{310000 \text{ J/mol}}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}\right)}$$

$$k_2 = A e^{-\left(\frac{310000 \text{ J/mol}}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}\right)}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A \cdot e^{-\left(\frac{310000 \text{ J/mol}}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}\right)}}{A \cdot e^{-\left(\frac{310000 \text{ J/mol}}{8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}\right)}} = e^{\frac{310000}{8.314 \cdot 298} - \frac{310000}{8.314 \cdot 293}} = e^{\frac{125.122}{127.257}}$$

$$= e^{-2.135} = \underline{\underline{0.118}}$$

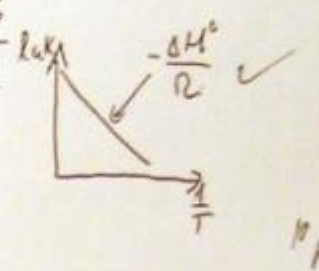
$$\frac{k_2}{k_1} = ?$$

12p

6. gyanúsan visszatérő random feladat (igen ez a megoldása)

4.) A.) Kiindulva a $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ és a $\Delta G^0 = -RT \ln K$ egyenletekből, valamint feltételezve, hogy ΔH^0 és ΔS^0 nem függ a hőmérséklettől, vezessen le egy olyan egyenletet, amelynek segítségével grafikusán meghatározhatjuk ΔH^0 értékét a T és K mért értékeiből.

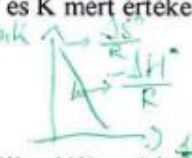
$$\begin{aligned} \Delta H^0 - T\Delta S^0 &= -RT \ln K \\ \Delta H^0 &= -RT \ln K + T\Delta S^0 \\ -RT \ln K &= \Delta H^0 - T\Delta S^0 \\ \ln K &= \frac{\Delta H^0}{-RT} - \frac{\Delta S^0}{R} \end{aligned}$$

$\ln K = \frac{-\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R}$


5.)

A.) Kiindulva a $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ és a $\Delta G^0 = -RT \ln K$ egyenletekből, valamint feltételezve, hogy ΔH^0 és ΔS^0 nem függ a hőmérséklettől, vezessen le egy olyan egyenletet, amelynek segítségével grafikusán meghatározhatjuk ΔH^0 értékét a T és K mért értékeiből.

$$\begin{aligned} \Delta H^0 - T\Delta S^0 &= -RT \ln K \\ \ln K &= -\frac{\Delta H^0}{RT} + \frac{\Delta S^0}{R} \end{aligned}$$



B.) A víz disszociációjának ($\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$) egyensúlyi állandóját mérjük a hőmérséklet függvényében. A fenti összefüggés segítségével határozza meg grafikusán ΔH^0 értékét.