

Līdzsvara konstantes K_{eq} , elektrodu standarta potenciāli E° ir atrektoru $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq}) = E^\circ nF$ determinanti. Elektrodu potenciālu skalā ir kopīgs nulles punkts un proporcionalitāte ar absolūto brīvo enerģiju $\Delta G_{eq} = E^\circ nF$.

Akumulētā brīvā enerģija ūdens protolīzes produktos $H_2O + H_2O = H_3O^+ + OH^-$; $K_{eq} = \frac{[OH^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2O] \cdot [H_2O]} = 3,26 \cdot 10^{-18}$ ir aprēķināma Prigožina atraktorā $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq})$ un Hesa summās $\Delta G_{eqHess} = \sum \Delta G_{products} - \sum \Delta G_{reactants}$ [1,2,3,4] $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,261 \cdot 10^{-18}) = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} - (2 \cdot G_{H_2O}) = 22,44 + 77,36 - (2 \cdot 0) = 99,8 \text{ kJ/mol}$.

Ūdens kā gala produkts ir nulle brīvās enerģijas $G_{H_2O} = 0 \text{ kJ/mol}$ saturā, kas ir fona atsauce bioķīmijā. To apstiprina nulles veidošanās no brīvajiem ūdeņraža un skābekļa elementiem $G_{H_2} = 85,64 \text{ kJ/mol}$; $G_{O_2}^{gas} = 303 \text{ kJ/mol}$. Ūdens veidošanās standarta vērtība $\Delta G^\circ_{H_2O} = 237,191 \text{ kJ/mol}$ zaudē atlikumu nelielu

$$G_{H_2O} = \Delta G^\circ_{H_2O} + (G_{H_2} + 0,5 G_{O_2}^{gas}) = 237,191 + (85,64 + 0,5 \cdot 303) = -0,051 \text{ kJ/mol};$$

tīrā ūdens standarta veidošanās brīvās enerģijas protolīzes produktu daļu $[H_3O^+] + [OH^-] = 10^{-7} \text{ M} + 10^{-7} \text{ M}$ uz vienu molu ūdens papildus samazinot standarta veidošanās brīvo enerģiju $\Delta G^\circ_{H_2O}$ par $G_{H_2O} = -0,051 \text{ kJ/mol}$.

Mischenko [1,26] standarta vērtību $\Delta H^\circ_{H_3O} = -285,809 \text{ kJ/mol}$ apstiprina neitralizācijas siltuma efekta mērījumi:

$$\Delta H_{neutralisation} = -55,851 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{Hess} = 2 \cdot \Delta H^\circ_{H_2O} - (\Delta H^\circ_{H_3O} + \Delta H^\circ_{OH^-}) = 2 \cdot -285,83 - (-285,809 - 230) = -55,851 \text{ kJ/mol}.$$

Viela	$\Delta H^\circ_H, \text{kJ/mol}$	$\Delta S^\circ_H, \text{J/mol/K}$	$\Delta G^\circ_H, \text{kJ/mol}$	$\Delta H^\circ_{H_3O} = -285,809 \text{ kJ/mol}$ Mischenko 1972, Himia, Leningrad [1,26]
H₂O	-286,65	-453,188	-151,549	$\Delta G_H = \Delta H_H - T \cdot \Delta S_H = -286,65 - 298,15 \cdot -0,453188 = -151,549 \text{ kJ/mol}$; [8]
H₂O	-285,85	69,9565	-237,191	$\Delta G_H = \Delta H_H - T \cdot \Delta S_H = -285,85 - 298,15 \cdot -0,0699565 = -264,99 \text{ kJ/mol}$;
OH⁻	-230,00	-10,8	-157,2	CRC [1] $\Delta G^\circ_{OH^-} = \Delta H - T \cdot \Delta S = -230 - 298,15 \cdot -0,0108 = -226,78 \text{ kJ/mol}$;
H₃O⁺	-285,809	-737,98	-65,780	$\Delta G^\circ_{H_3O^+} = \Delta H - T \cdot \Delta S = -285,809 - 298,15 \cdot -737,98/1000 = -65,780 \text{ kJ/mol}$;
H₃O⁺	-285,809	-182,1905	-231,4889	$\Delta H - T \cdot \Delta S = -285,809 - 298,15 \cdot -0,1821905 = -231,4889 \text{ kJ/mol}$;
G_e- H₃O⁺	formation	-231,4889	26,121	$G_e = \Delta G^\circ_{H_3O^+} - G_{H_3O^+} + (1,5 \cdot G_{H_2}^{gas} + 0,5 \cdot G_{O_2}^{gas}) = 26,121 \text{ kJ/mol}$;
H₃O⁺	$K_{eq1} = 3,26 \cdot 10^{-18}$		22,44	Līdzsvara stāvoklis $\Delta G_{eq1} = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} = 22,44 + 77,36 = 99,8 \text{ kJ/mol}$;
OH⁻	$K_{eq1} = 3,26 \cdot 10^{-18}$		77,36	ir atraktors visiem nelīdzsvara stāvokļiem, ieskaitot maksimālo

$\Delta H_{Hess} = \Delta H^\circ_{H_3O^+} + \Delta H^\circ_{OH^-} - 2 \cdot \Delta H^\circ_{H_2O} = -285,809 - 230 - 2 \cdot -285,85 = 55,851 \text{ kJ/mol}$. Entalpija ir no [1,8,26]

$\Delta S_{Hess} = \Delta S^\circ_{H_3O^+} - \Delta S^\circ_{OH^-} - 2 \cdot \Delta S^\circ_{H_2O} = -182,1905 - 10,8 - 2 \cdot 69,956 = -332,9025 \text{ J/mol/K}$; Koriģēts $\Delta S^\circ_{H_3O^+} = -182,191 \text{ J/mol/K}$;

$\Delta G_{Hess_protolysis} = \Delta H_{Hess} - T \cdot \Delta S_{Hess} = 55,851 - 298,15 \cdot -0,319512 = 151,11 \text{ kJ/mol}$; Koriģēts $\Delta G^\circ_{H_3O^+} = -231,4889 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta S_{dispersed} = -\Delta H_{Hess}/T = -55,851/298,15 = -187,325 \text{ J/mol/K}$;

$\Delta S_{total} = \Delta S_{Hess} + \Delta S_{dispersed} = -319,512 - 187,325 = -506,837 \text{ J/(mol K)}$;

$T \Delta S_{total} = \Delta G_{dispersed}$ izklīdināta brīvā enerģija $T \cdot \Delta S_{total} = -0,506837 \text{ J/K/mol} \cdot 298,15 \text{ K} = -151,11 \text{ kJ/mol}$.

Visā nelīdzsvara stāvokļu kopā $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{non_equilibrium})$ ir viens stāvoklis ar mazāko absolūtās enerģijas izmaiņu $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq})$ Prigožina atraktors.

Protolīzei inversā ir neitralizācijas reakcija, siltuma efekta eksperiments, kurā tīrie reaģenti skābes H_3O^+ (HCl vai HNO_3) un hidroksīdi OH^- (NaOH vai KOH) reakcijā producē tīru ūdeni. Siltuma satura izdalīšanās tiek aprēķināta kā tīro produktu summa mīnus tīro reaģentu summa:

$$\Delta H_{Hess} = 2 \cdot \Delta H^\circ_{H_2O} - (\Delta H^\circ_{H_3O^+} + \Delta H^\circ_{OH^-}) = 2 \cdot -285,83 - (-285,809 - 230) = -55,851 \text{ kJ/mol}.$$

Entalpijas ir no {1,8,26}, kur temperatūras mērījumi $Q = -\Delta H_{eksperimentāls} = C_{H_2O} \cdot m_{H_2O} \cdot \Delta T/n = 4,184 \cdot 200 \cdot 2,1357935/0,032 = 55,851 \text{ kJ/mol}$

apstiprina $\Delta H^\circ_{H_3O^+} = -285,809 \text{ kJ/mol}$ Mischenko 1972, Himia, Leningrad datus [26]

Katra no nelīdzsvara reakcija stāvokļu kopas tiecas uz līdzsvara stāvokli ar minimālo enerģijas izmaiņu $\Delta G_{eq} = 99,8 \text{ kJ/mol}$, jo vielu maisījumā līdzsvara stāvoklī ar konstantu K_{eq} vērtību brīvās enerģijas izmaiņa

$$\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq}) \text{ ir Prigožina atraktors:}$$

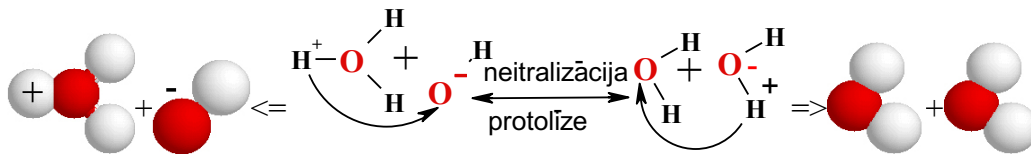
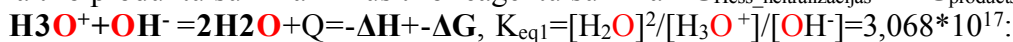
$$\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,261 \cdot 10^{-18}) = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} - (2 \cdot G_{H_2O}) = 22,44 + 77,36 - (2 \cdot 0) = 99,8 \text{ kJ/mol},$$

kas ir brīvās enerģijas izmaiņas absolūtās vērtības minimums ūdens protolīzē. [1,2,3,4]

Vidē ūdens aktivējas $G_{H_2O_Biochemistry} = \Delta G_{H_2O_Alberty} - (\Delta G^\circ_{H_2O}) = -151,549 - (-237,191) = 85,6 \text{ kJ/mol}$ pēc Alberty datiem. [8] Ūdens protolīze $H_3O^+ + OH^-$, ūdeņraža saišu bagātīga veidošanās, koordinācija ar donoru-akceptoru saitēm organismos ar ūdens resursiem bagātā bioķīmijas vidē aktivē efektīvu brīvās enerģijas uzkrājumu $G_{H_2O_Biochemistry} = 85,6 \text{ kJ/mol}$ no absolūtās nulles tīram destilētam ūdenim $G_{H_2O} = 0 \text{ kJ/mol}$.

Hesa tīru izejvielu pārvēršanās tīros produktos reakcijas noteiktajā kārtībā sasniedz enerģijas izmaiņas minimumu $\Delta G_{eq1} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq1})$, līdzsvara stāvokli, Prigožina atrektoru uz ko tiecas visi ne līdzsvara stāvokļi. Neitralizācija ir eksoergoniska $-\Delta G$ un eksotermiska $Q = -\Delta H$:

Protolīzei inversā ir neitralizācijas reakcija, siltuma efekta eksperiments, kurā tīrie reaģenti skābes H_3O^+ (HCl vai HNO_3) un hidroksīdi OH^- (NaOH vai KOH) reakcijā producē tīru ūdeni. Maksimālā brīvās enerģijas izmaiņa tiek aprēķināta kā tīro produktu summa mīnus tīro reaģentu summa $\Delta G_{Hess_neitralizācijas} = \sum \Delta G_{products} - \sum \Delta G_{reactants}$:



Homeostāze organismos pakļaujas protolīzes termodinamiskai. Neitralizācijas un ūdens protolīze norisinās olbaltumvielu, jonu, aminoskābju, karbonskābju, ogļhidrātu un nukleīnskābju šķīdumos. Ūdens protolīze produktos palielina brīvās enerģijas saturu no ūdens un gāzes CO_2^{gas} nulles $0 \text{ kJ/mol} = G_{H_2O} = G_{CO_2^{gas}}$ līdz $\Delta G_{eq1} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq1}) = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} - 2 \cdot G_{H_2O} = 22,44 + 77,36 - 2 \cdot 0 = 99,8 \text{ kJ/mol}$. Protolīzē uzkrātā brīvā enerģija iztērējas neitralizācijas reakcijā līdz $0 \text{ kJ/mol} = G_{H_2O}$ izdalot siltumu Q un brīvo enerģiju:

$$\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = -R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{[H_2O] \cdot [H_2O]}{[OH^-] \cdot [H_3O^+]}\right) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,068 \cdot 10^{17}) = -99,8 \text{ kJ/mol},$$

Tabula 2 Standarta entalpijas $\Delta H^\circ_{Hess298}$, entropijas $\Delta S^\circ_{Hess298}$ un brīvās enerģijas $\Delta G^\circ_{Hess298}$ vērtības veidojoties no brīviem elementiem H_2^{gas} , O_2^{gas} , kuru vērtība pieņemta par nulli $\Delta H^\circ = 0 \text{ kJ/mol}$, 298,15 K. [1,8,26]

$\Delta H^\circ_{H_3O^+} = -285,809 \text{ kJ/mol}$ [Mischenko](#) 1972, Himia, Leningrad [26,1]

Veidošanās no elementiem	Viela	Nosaukums vielai	ΔH°_{298} , kJ/mol	ΔS°_{298} , J/mol/K	ΔG°_{298} , kJ/mol
$H_{2gas} + 0,5O_{2gas} = H_2O$	H_2O	Ūdens	-285,85	69,9565	-237,191
$1,5H_{2gas} + 0,5O_{2gas} = H_3O^+$	H_3O^+	Hidroksonija jons	-285,809	-182,1905	-231,4889
$0,5H_{2gas} + 0,5O_{2gas} = OH^-$	OH^-	Hidroksīda anjons	-230,00	-10,8	-157,2

$H_3O^+ + OH^- = 2H_2O$ eksotermiska reakcija $\Delta H = -55,851 \text{ kJ/mol}$ entalpijas izmaiņa ir negatīva eksotermiska:

$$\Delta H_{Hess} = 2 \cdot \Delta H^\circ_{H_2O} - (\Delta H^\circ_{H_3O^+} + \Delta H^\circ_{OH^-}) = 2 \cdot -285,83 - (-285,809 - 230) = -55,851 \text{ kJ/mol}. \text{ Entalpija ir no [1,8,26]}$$

Termiska enerģijas izkliedēšanās no viena mola izejvielās eksotermiskā reakcijā uz vienu Kelvina grādu.

$$\Delta S_{dissipated} = -\Delta H_{Hess} / T = 55851 / 298,15 = 187,325 \text{ J/mol/K};$$

Endoergoniska izmaiņa ir negatīva uz vienu Kelvina grādu un molu; Koriģēts $\Delta S^\circ_{H_3O^+} = -182,1905 \text{ J/K/mol}$;

Eksoergoniska brīvās enerģijas izkliedēšana no mola izejvielas eksotermiskā reakcijā uz vienu Kelvina grādu.

$$\Delta S_{Hess} = 2 \cdot \Delta S^\circ_{H_2O} - (\Delta S^\circ_{H_3O^+} + \Delta S^\circ_{OH^-}) = 2 \cdot 69,956 - (-182,191 - 10,8) = 332,9025 \text{ J/mol/K};$$

$$\Delta G_{Hess_neutralization} = \Delta H_{Hess} - T \cdot \Delta S_{Hess} = -55,851 - 298,15 \cdot 0,3329025 = -155,1058 \text{ kJ/mol}; \Delta G^\circ_{H_3O^+} = -231,4889 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta S_{total} = \Delta S_{Hess} + \Delta S_{dissipated} = 332,9025 + 187,325 = 520,2275 \text{ J/mol/K};$$

$$\Delta G_{bound_termiski_produktos_izkliedēta_brīvā_enerģija} = T \cdot \Delta S_{total} = 520,2275 \text{ J/K/mol} \cdot 298,15 \text{ K} = 155,1058 \text{ kJ/mol}.$$

Katrā pilna nelīdzsvara reakcijas stāvokļu kopā visi tiecas uz līdzsvara stāvokli ar absolūto enerģijas izmaiņas minimumu $\Delta G_{eq2} = -99,8 \text{ kJ/mol}$, jo vielu maisījumā līdzsvara stāvoklī ar konstantes K_{eq2} vērtību brīvās enerģijas izmaiņas minimumu $\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2})$ ir Prigožina atraktors:

$$\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = 2 \cdot G_{H_2O} - (G_{H_3O^+} + G_{OH^-}) = 2 \cdot 0 - (22,44 + 77,36) = -99,8 \text{ kJ/mol},$$

kas ir brīvās enerģijas izmaiņas minimuma absolūtā (pozitīvā) vērtība $|-99,8| = 99,8 \text{ kJ/mol}$. [1,2,3,4]

Brīvās enerģijas izmaiņas minimumu apstiprina Prigožina atraktors $\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2})$.

$$\text{Atraktors ir } \Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = -R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{[H_2O] \cdot [H_2O]}{[OH^-] \cdot [H_3O^+]}\right) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,068 \cdot 10^{17}) = -99,8 \text{ kJ/mol},$$

H_3O^+ veidošanās no brīviem elementiem ūdeņraža H_2^{gas} , skābekļa O_2^{gas} , atraujot brīvo elektronu e^- .

$$1,5H_2^{gas} + 0,5O_2^{gas} = H_3O^+ + e^-; \Delta G^\circ_{H_3O^+} = \Delta H - T \cdot \Delta S = -285,809 - 298,15 \cdot -168,8/1000 = -235,48 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta G^\circ_{H_3O^+} = G_{H_3O^+} + G_{e^-} - (1,5G_{H_2^{gas}} + G_{O_2^{gas}}/2) = 22,4 + 26,121 - (1,5 \cdot 85,64 + 303,1/2) = -231,4889 \text{ kJ/mol};$$

$$G_{e^-} = \Delta G^\circ_{H_3O^+} - G_{H_3O^+} + (1,5 \cdot G_{H_2^{gas}} + 0,5 \cdot G_{O_2^{gas}}) = -231,3887 - 22,44 + (1,5 \cdot 85,6 + 303,1/2) = 26,121 \text{ kJ/mol}.$$

OH^- veidošanās $0,5O_2^{gas} + 0,5H_2^{gas} + e^- = OH^-$; aprēķina brīvo elektronu enerģijas saturu veidošanās no elementiem $\Delta G^\circ_{OH^-} = G_{OH^-} - (G_{H_2^{gas}}/2 + G_{O_2^{aq}}/2 + G_{e^-}) = 77,36 - (85,64/2 + 303,1/2 + 40,19) = -157,2 \text{ kJ/mol};$

$$G_{e^-} = G_{OH^-} - (G_{H_2^{gas}}/2 + G_{O_2^{aq}}/2 + \Delta G^\circ_{OH^-}) = 77,36 - (85,64/2 + 303,1/2 - 157,2) = 40,19 \text{ kJ/mol};$$

Ūdens protolīze un atgriezeniskā neitralizācija līdzsvara stāvoklī brīvās enerģijas izmaiņa $\Delta G_{eq1} = -\Delta G_{eq2}$ ir vienāds skaitlis ar pretēju zīmi, inversa konstantes vērtība $1/K_{eq2} = K_{eq1}$.

1. Protolīze $H_2O + H_2O + \Delta G_{eq1} = H_3O^+ + OH^-$ ir endoergoniska ΔG_{eq1} pozitīva un
2. Neitralizācija $H_3O^+ + OH^- = H_2O + H_2O + \Delta G_{eq2}$ ir eksoergonisks ΔG_{eq2} negatīva.

Brīvās enerģijas izmaiņa tīrām vielām $\Delta G_{Hess} = G_2 - G_1$ pēc absolūtās vērtības ir lielāka par Prigožina standarta izmaiņu līdzsvarā $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq})$: $|\Delta G_{Hess}| > |\Delta G_{eq}|$.

Hesa aprēķinā tīriem produktiem mīnus izejvielām brīvā enerģija ir lielāka par Prigožina atraktoru;

$$\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = -R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{[H_2O] \cdot [H_2O]}{[H_3O^+] \cdot [OH^-]}\right) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,068 \cdot 10^{17}) = -99,8 \text{ kJ/mol, jo tīras:}$$

$$\Delta G_{Hess} = 2 \cdot \Delta G^\circ_{H_2O} - (\Delta G^\circ_{H_3O^+} + \Delta G^\circ_{OH^-}) = 2 \cdot -237,191 - (-217,2345 - 157,2) = -99,95 \text{ kJ/mol. [1,8,26]}$$

Ūdens un jonu koncentrācijas līdzsvarā ļauj aprēķināt Prigožina atraktorus $\Delta G_{eq} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq})$

$$[H_2O] = 996/18 = 55,33333 \text{ M;}$$

$$K_{eq1} = [H_3O^+] \cdot [OH^-] / [H_2O]^2 = 10^{(-7,00035)} \cdot 10^{(-7,00035)} / 55,33333^2 = 3,261 \cdot 10^{-18};$$

$$K_{eq2} = [H_2O]^2 / [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 55,33333^2 / 10^{(-7,00035)} / 10^{(-7,00035)} = 3,067 \cdot 10^{17};$$

Līdzsvarā konstanšu vērtības ir savstarpēji inversas:

$$K_{eq1} = [H_3O^+] \cdot [OH^-] / [H_2O]^2 = 3,261 \cdot 10^{(-18)} = 1/K_{eq2} = 1/(3,067 \cdot 10^{17}) = \text{vai}$$

$$K_{eq2} = [H_2O]^2 / [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 3,067 \cdot 10^{17} = 1/K_{eq1} = 1/(3,261 \cdot 10^{(-18)}) =$$

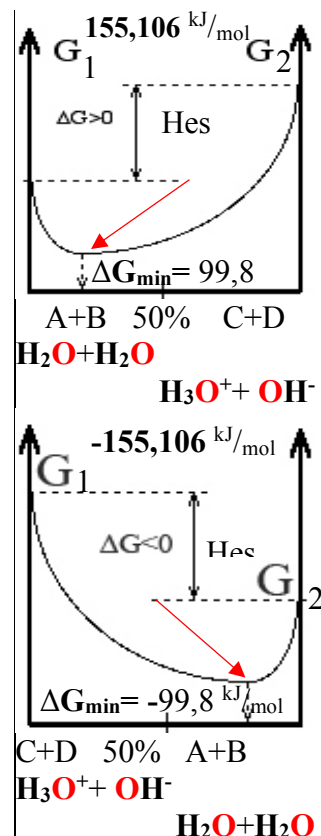
$$\Delta G_{eq1} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq1}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,261 \cdot 10^{(-18)}) = 99,8 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(3,067 \cdot 10^{17}) = -99,8 \text{ kJ/mol,}$$

brīvās enerģijas izmaiņa ΔG_{Hess} Hesa likumā tīrām vielām pēc absolūtās vērtības ir lielāka, bet līdzsvara stāvoklī brīvās enerģijas izmaiņa tiecas uz atraktoru $|\Delta G_{eq}|$:

$$99,8 \text{ kJ/mol} = |\Delta G_{eq}| < |\Delta G_{Hess}| = 155,106 \text{ kJ/mol}.$$

Katra reakcijas norise darbojas abos virzienos uz priekšu un atpakaļ ar inversām līdzsvara konstantēm. Tiešajā reakcijā uz priekšu, piemēram, protolīze K_{eq1} , un atgriezeniskajā kā neitralizācija reakcijā $1/K_{eq2}$, kas ir pretēja protolīzei K_{eq1} .



$$3,261 \cdot 10^{(-18)} = \frac{[OH^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2O] \cdot [H_2O]} = K_{H_3O^+ + OH^-} = \frac{1}{K_{eq2}} = \frac{1}{\frac{[H_2O] \cdot [H_2O]}{[OH^-] \cdot [H_3O^+]}} = \frac{1}{3,068 \cdot 10^{17}} = 3,261 \cdot 10^{(-18)}.$$

Iļja Prigožina [1977.](#) gadā deklarētais atraktors matemātiski precīzi parāda kā darbojas līdzsvara stāvoklis uz kura enerģijas izmaiņas minimumu tiecas reaģējošo vielu maisījumi.

Liela ātruma protolīze uztur paš-organizējošos atraktorus pH=7,36, $C_{osm}=0,305 \text{ M}$, jonu spēku $I=0,25 \text{ M}$. Līdzsvara stāvoklis ir atraktors visiem ne līdzsvara stāvokļiem. Vielmaiņas komplekso reakciju homeostāze neatgriezeniski tiecas uzturēt paš-organizējošiem atraktoriem: osmolāro koncentrāciju $0,305 \text{ M}$, jonu spēku $0,25 \text{ M}$, karbo anhidrāzes CA sintēzi, pH=7,36. Tā pašorganizējas neatgriezeniskie procesi perfektā homeostāzes kārtībā izdzīvošanai un evolūcijai. Novirze no atraktoriem: osmolārās $0,305 \text{ M}$ koncentrācijas, jonu spēka $0,25 \text{ M}$, karbo anhidrāzes deficīts un fizioloģiskais pH=7,36, izjauc perfektu kārtību un rada haosu.

$$G_{H_3O^+ + OH^-} = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} = 22,44 + 77,36 = G_{H_3O^+} + G_{OH^-} - G_{2H_2O} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{H_3O^+ + OH^-}) - 2 \cdot 0 = 99,8 \text{ kJ/mol. [1,4,8]}$$

Ūdens protolīze aktivē produktus $H_3O^+ + OH^-$ uzkrājot brīvo enerģiju no nulles 0 kJ/mol ūdenim $2H_2O$ līdz $99,8 \text{ kJ/mol}$ vienā molā (19 g/mol H_3O^+ un 17 g/mol OH^-) produktu. Uzkrātā enerģija producē siltumu Q un virza procesus homeostāzē $\Delta G_{eq2} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{eq2}) = 2 \cdot G_{H_2O} - (G_{H_3O^+} + G_{OH^-}) = 2 \cdot 0 - (22,44 + 77,36) = -99,8 \text{ kJ/mol}.$

References.

1. [W.M.Haynes. Handbook of Chemistry and Physics .97th ed. CRC Press Taylor and Francis Group; 2017 2643.](#)
2. Prigogine I, Defey R. Chemical Thermodynamics. Longmans Green & co ©; 1954.
3. Prigogine I, Nicolis G. Self-Organization in Non-Equilibrium Systems. Wiley, 1977.
4. [Prigogine I. Time, Structure and Fluctuations. Lecture, The Nobel Praise in Chemistry; 1977.](#)
5. [Kuman M. New light on the attractors creating order out of the chaos. *Int J Complement Alt Med.* **11**\(6\), 337, \(2018\) ;](#)
6. [Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. 5th ed. New York: W.H. Freeman and company; 2008.](#)
7. [Xing W, Yin G, Zhang J. Rotating Electrode Method and Oxygen Reduction Electrocatalysts. *Elsevier*; 6 \(2014\).](#)
8. [Alberty RA. Biochemical Thermodynamic's : Applications of Mathematics. John Wiley & Sons, Inc. 1-463, \(2006\).](#)
9. [Pinard MA, Mahon B, McKenna R. Probing the Surface of Human Carbonic Anhydrase for Clues towards the Design of Isoform Specific Inhibitors. *BioMed Research International*; **2015**, 3 \(2015\). .](#)
11. **Balodis J. PRAKTISKIE DARBI FIZIKĀLAJĀ ĶĪMIJĀ II DAĻA.** Izdevniecība «Zvaigzne», Rīga, 1975, lapaspuse. 149. Latvian.
14. [Kaksis A. The Biosphere Self-Organization Attractors drive perfect order homeostasis reactions to link bioenergetic with functionally activate oxygen and carbon dioxide molecules. 7th International Conference on New Trends in Chemistry September 25-26, 2021.](#)
15. [Kaksis A. HIGH RATE PROLYSIS ATTRACTORS ACTIVATE energy over zero \$\text{GH}_2\text{O}=\text{GCO}_2\text{gas}=0\$ kJ/mol of water and carbon dioxide. FREE ENERGY CONTENT as BIOSPHERE Self-ORGANIZATION creates PERFECT ORDER IRREVERSIBLE HOMEOSTASIS PROGRESS. 9th International Conference.](#)
16. Loach, P.A. (1976) In Handbook of Biochemistry and Molecular Biology, 3rd edn (Fasman, G.D. ed.), Physical and Chemical Data, Vol. 1, pp. 122-130 e, CRC Press, Boca Raton, FL
17. A.M. Suchotina, Handbook of Electro-Chemistry, Petersburg ,1981."Chimia"© Russian
18. S.Kortly and L.Shucha. Handbook of chemical equilibria in analytical chemistry. 1985.EllisHorwood Ltd.©
19. University Alberta Data Tables Molar Thermodynamic Properties of Pure Substances 1997.
<http://www.vhem.ualberta.ca/>
20. Boca Raton, FL. Free **FAD**; FAD bound to a specific flavo-protein (for example succinate dehydrogenase) a different **E°**
21. David A. Harris, "Bio-energetic at a Glance". **b** Blackwell Science Ltd ©, 1995, p.116.
22. Daniel C. Harris, "Quantitative chemical analysis". W.H.Freeman and Company New York ©, 7th ed.2007, p828
23. E. Newton Harvey, "The oxidation-reduction potential of the Luciferin-Oxyluciferin system". JGP.1927, p385
24. [https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_radii_of_the_elements_\(data_page\)#Atomic_radius](https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_radii_of_the_elements_(data_page)#Atomic_radius)
25. [Kaksis A. The discovery of Hydrogen electrode reference \$E^{\text{H}} = -0.2965\$ Volts in absolute potential scale synchronizes the sciences with absolute free energy scale. 10th International Conference on New Trends in Chemistry 19-21 April, 2024.p.25. BOOK OF ABSTRACTS.](#)
26. [K.P. Mishchenko, Thermodynamics of Electrolyte Solutins, MTP International Review of Sciences – Volume 10, Thermochemistry and Thermodynamics, \(Butterworths, London, 1972\)](#)
27. https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide
28. https://en.wikipedia.org/wiki/Ammonia_solution
29. https://en.wikipedia.org/wiki/Oxalic_acid
30. https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_sulfide
31. [David G. Wahman, Matthew D. Pinelli, Michael R. Schock, Darren A. Lytle, Theoretical equilibrium lead\(II\) solubility revisited: Open source code and practical relationships, AWWA Water Sci. 2021 October 26; 3\(5\): . doi:10.1002/aws2.1250.](#)
32. [Thuy Nguyen Thanh Tran, Susi Jin, Marine Cuisinier, Brian D Adams, Douglas G Ivey, Reaction mechanisms for electrolytic manganese dioxide in rechargeable aqueous zinc-ion batteries, Department of Chemical and Materials Engineering, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 1H9 Canada, Salient Energy Inc., Dartmouth, NS B3B 1C4 Canada, Scientific Reports, 2021 Oct 21;11:20777. p. 3. email: \[tthuy@ualberta.ca\]\(mailto:tthuy@ualberta.ca\)](#)
33. [University of Rhode Island \$K_a\$, \$K_{sp}\$, \$K_f\$, Thermodynamic \$\Delta H\$ S G, \$E^{\circ}_{\text{Classic}}\$, equations.](#)
34. D.D. Wagman, W.H. Evans, V.B. Parker, R.H. Schumm, I.B. Halow, M. Sylvia, K.L. Churney, R.L. Nuttal, The NBS tables of chemical thermodynamic properties. Selected values for inorganic and C1 and C2 organic substances in SI units, Journal of Physical and Chemical Reference Data 11 (1982) Supplement 2.
35. J.A.Bourdoiseau, R.Sabot, M.Jeannin, F.Termemil, Ph.Refait, Determination of standard Gibbs free energy of formation of green rusts and its application to the Fe(II–III) hydroxy-oxalate. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. **Volume 410**, ELSEVIER 2012, Pages 72-80.
36. [Keyvan Malaie, Fritz Scholz, Uwe Schröder, Harm Wulff, Heike Kahlert, Determining the Gibbs Energy Contributions of Ion and Electron Transfer for Proton Insertion in \$\epsilon\$ -MnO₂. ChemPhysChem published by Wiley-VCH GmbH, 2022 Oct 17;23\(24\):e202200364. doi: 10.](#)
37. [PH. Refait, C.Bon, L.Simon, G.Bourrie, F.Trolard, J.Bessiere and J.-M.R.Genin, Chemical composition and Gibbs standard free energy of formation of Fe\(II\)-Fe\(III\) hydroxysulphate green rust and Fe\(II\) hydroxide. Clay Minerals \(1999\) 34,499-510 .](#)

38. [D. D. PERRIN, DISSOCIATION CONSTANTS OF INORGANIC ACIDS AND BASES IN AQUEOUS SOLUTION. publications.iupac.org/pac/pdf/1969/pdf/2002x0133.pdf](http://publications.iupac.org/pac/pdf/1969/pdf/2002x0133.pdf)
39. wikipedia.org/Chromic_acid 2026.08.08..