Protolītiskā šķīdība ūdenī saista absolūto elektrodu potenciālu ar absolūtās brīvās enerģijas skalas nulli $G_{H2O}=G_{CO2gas}=0$ $^{kJ}/_{mol}$ un ir atkarīga no absolūtās temperatūras. Šķīdības un protolīzes reakcijās ar ūdens molekulām klasisko molāro koncentrāciju vietā termodinamikā ir jāizmanto ūdens, šķīstošo reaģentu un produktu molu daļas.

Gāzu šķīdība: skābeklis $O_{2gas}+H_2O=O_{2aq}$; ūdeņradis $H_{2gas}+H_2O=H_{2aq}$; slāpeklis $N_{2gas}+H_2O=N_{2aq}$; sērūdeņradis $H_2S_{gas}+H_2O=H_2S_{aq}$; sēra dioksīds $SO_2^{gas}+H_2O=H_2SO_{3aq}$;
Metāla elektrodi: metāls ūdeņradis $\underline{H(Pt)}+H_2O=H_3O^++e^-$; dzelzs $Fe_{(s)}+H_2O=Fe^{2+}+2e^-$.;
cinks $Zn+H_2O=Zn^{2+}+2e^-$; vara amalgama $Cu(Hg)+H_2O=Cu^{2+}+(Hg)+2e^-$; sudrabs $Ag_{(s)}+H_2O=Ag^++e^-$;
hroms $Cr+H_2O=Cr^{3+}+3e^-$;
Cietvielu šķīdība: sudraba hlorīds $AgCl_{(s)}+2H_2O=Ag^++Cl^-$; kalomels $Hg_2Cl_{2(s)}+3H_2O=Hg_2^{2+}+2Cl^-$;
dzīvsudraba(II) oksīds $Hg+H_2O+2OH^-=HgO+2H_2O+2e^-$, dzīvsudraba sulfāts $Hg_2SO_{4(s)}+2H_2O=Hg_2^{2+}+SO_4^{2-}$;
Protolīze: peroksīds $H_2O_2+H_2O=H_3O^++HOO^-$ $pK_a=11,75$; ūdens $2H_2O=H_3O^++OH^-$ $pK_w=14$.

Gāzveida skābekļa šķīdība ūdenī $O_{2gas}+H_2O=O_{2aq}$ kompensē vienu ūdens molekulu oksidēšanas pus reakcijā $6H_2O=O_{2gas}+4H_3O^++4e^-$ no sešām uz piecām $5H_2O=O_{2aq}+4H_3O^++4e^-$. Tas samazina metāla ūdeņraža brīvās enerģijas nomērīto saturu no $G_{H(Pt)}=51,05$ $^{kJ}/_{mol}$ uz $G_{H(Pt)}=48,56$ $^{kJ}/_{mol}$. Absolūtā potenciāla skalas atskaites vērtība palielinās no $E°_H=-0,29654$ V uz $E°_H=-0,27073$ V mazāk negatīva. Absolūtā potenciāla skalas izmaiņa no termodinamiskās $0,10166$ V uz $-0,37239$ V ir savienota summā $\Delta E°=+0.10166-0.37239$.
Standarta potenciāls samazinās līdz vērtībai $E°_{O2}=1.0868$ V skābeklim un glikozei $E°_{C6H12O6}=-0.13858$ V.

Darbību secība divu ūdens molekulu oksidēšanā par skābekli $5H_2O=O_{2aq}+4H_3O^++4e^-$ absolūtā standarta potenciāla $E°_{O2}=1,0868$ Volti noteikšanai.

No Nernsta klasiskās vērtības $E°_{classicO2}=1,2288$ V atņem $E°_{H2O}=-0,0591/4*\log(1/55,3^{\wedge}5)=0,1287$ piecu ūdens molekulu logaritmisko vērtību. Ūdens koncentrācija vienā litrā ir 55,3 M, ja šķīdumu summārās koncentrācijas ir mazākas par <0,1 M. Tad pieskaita savienoto summu $\Delta E°=+0.10166-0.37239$. Absolūtais standarta potenciāls tiek summēts no trim komponentiem klasiskais $E°_{klasiskais}$+ ūdens logaritma uzskaite + $\Delta E°$:

$E°_{O2}=E°_{klasiskaisO2}-0,0591/4*\log(1/55,3^{\wedge}5)+\Delta E°=1,2288+0,1287+0,10166-0,37239=1,0868$ Volti.
Tādējādi Nernsta pus reakcijai $5H_2O=O_{2aq}+4H_3O^++4e^-$ iegūst absolūtā potenciāla izteiksmi vienādojumā:

$$E_{O2}=E°_{O2}+0,0591/4*\log \frac{[O_2]_{aqua}\cdot[H_3O^+]^4}{[H_2O]^5} =1,0868+0,0591/4*\log \frac{[O_2]_{aqua}\cdot[H_3O^+]^4}{55,3^{\wedge}5} \text{ Volti.}$$

Skābekļa reducēšanas $O_{2aq}+4H_3O^++4e^-=5H_2O$ inversais standarta potenciāls ir ar mīnusa zīmi $-E°_{O2}$.
Skābekļa reducēšanas reakcija ir eksoerģiska $\Delta G_{eqO2}=E°_{O2}\bullet F\bullet n=-1,0868*96485*4/1000=-419,44$ $^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{eqO2}=5G_{H2O}-(G_{O2aqua}+4G_{H3O+})=5*0-(329,68+4*22,44)=-419,44$ $^{kJ}/_{mol}$; un sakrīt ar absolūto potenciālu skalu,
Enerģijas saturs $G_{O2gas}=303,1$ $^{kJ}/_{mol}$ ūdenī palielinās uz $G_{O2aqua}=G_{O2gas}+G_{O2sp}=303,1+26,58=329,68$ $^{kJ}/_{mol}$.
Nernsta pus reakcijas ūdeņraža oksidēšanas $\underline{4(Pt)H}+4H_2O=4H_3O^++4e^-$ standarta absolūtais potenciāls ir $E°_H=-0,27073$ Volti. Summā skābekļa reducēšanas reakcijā ar ūdeņradi sintezējas divas ūdens molekulas:

$O_{2aqua}+\underline{4(Pt)H}=2H_2O$ ar absolūtās brīvās enerģijas eksoerģisku izmaiņu $-523,925$ $^{kJ}/_{mol}$:
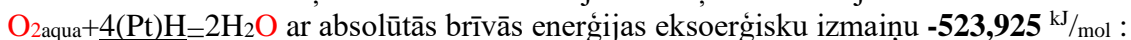
$\Delta G_{eq}=(E°_H-E°_{O2})\bullet F\bullet 1\bullet 4=(-0,27073-1,0868)*96485*4=-1,3575*96485*4/1000=2*261,96=-523,925$ $^{kJ}/_{mol}$.
Izmaiņa $\Delta G_{eq2H2O}=2G_{H2O}-4G_{(Pt)H}-G_{O2aqua}=2*0-(4*G_{(Pt)H}+329,68)=-523,925$ $^{kJ}/_{mol}$ dod metāla ūdeņraža brīvās enerģijas saturu $G_{H(Pt)}=(2G_{H2O}-\Delta G_{eq2H2O}-G_{O2aqua})/4=(2*0+523,925-329,68)/4=194,23355/4=48,56$ $^{kJ}/_{mol}$.

Ūdeņraža elektroda atskaites punkta $E°_H=-0,27073$ V noteikšana absolūtā potenciāla un absolūtās brīvās enerģijas skalā Nernsta pus reakcijā pamatojas inversās simetrijas īpašībā: Inversās reakcijas potenciāls un brīvās enerģijas izmaiņa pieder vienam un tam pašam skaitlim ar pretēju zīmi abās absolūtās skalās.

Absolūtās un inversās brīvās enerģijas un potenciāla mēroga noteikšanai nepieciešama ūdens un hidroksonija uzskaite, kuras pamatā ir Albertija dati par ūdeņraža gāzi un šķīduma absolūtās brīvās enerģijas vērtību.[8]

Nernsta pus reakcijā $\underline{H(Pt)}+H_2O=H_3O^++e^-$ standarta absolūtais potenciāls ir $E°_H=-0,27073$ V.
Ūdeņraža standarta oksidēšana absolūtajā potenciālu skalā producētā brīvās enerģijas izmaiņa ir eksoerģiska:
$\Delta G_{eq}=E°_H\bullet F\bullet 1\bullet 1=-0,27073*96485*1=-26,12$ $^{kJ}/_{mol}$ un ir identiska Hesa likumā aprēķinātās absolūtās brīvās enerģijas izmaiņai skalā, kas attiecināta uz ūdens brīvās enerģijas nulles saturu $G_{H2O}=0$ $^{kJ}/_{mol}$:

$\Delta G_{Hess\_eq}=G_{H3O+}+G_{e-}-(G_{H(Pt)}+G_{H2O})=22,44+0-(48,56+0)=-26,12$ $^{kJ}/_{mol}$.
Absolūtais standarta potenciāls $E°_H=-0,27073$ Voltos sakrīt ar Albertija datiem absolūtai brīvai enerģijai. [8,15]

I veida elektrods ūdeņraža metāla $\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$ robežvirsma / ar tā katjona H_3O^+ šķīdumu pielietojums

Atraktoram pH=7,36 līdzsvara stāvoklī ir patiesa pOH=6,64 vērtība, jo pK_w=14= pH+pOH =7,36 +6,64. Ūdens daudzums litrā ir $[H_2O]$=963/18=53,5 M sērskābes $[H_2SO_4]$=$[H_3O^+]$=1 M šķīduma ar 1,061 $^g/_{mL}$ blīvumu **ūdeņraža elektrodam** Nernsta izteiksmē ir klasiska standarta potenciāla $E_{o\_classic}$=0 V atskaites vērtība:

$\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$=$H^+$+$e^-$; $E_{classic}$=$E_{o\_classic}$+0,0591•log$K°_{classic\mathbf{H}(Pt)}$=0+0,0591•log$[H^+]$=0+0,0591•log(1 M)=0 Volti. [11]

Termodinamiska hidroksonija jonu uzskaite pieprasa ūdeni: $\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$+$H_2O$=$H_3O^+$+$e^-$ un $E°_H$=0,10166 V. Attiecība $[H_3O^+]/[H_2O]$=1 M/52,5 M=X_{H3O+}/X_{H2O} ir mol daļa aizstājot molus litrā $[H^+]$=1 M klasiskajā potenciāla izteiksmē. Ūdens uzskaite dod termodinamisko standartu $E°_H$=0,10166 V potenciālu skalā. Nernsta izteiksme ar klasisko mērījumu nulle pieprasa termodinamisko standarta potenciālu $E°_H$=0,10166 V :

$\mathbf{E}$=$E°_H$+ln(10)•R•T/F/1•log(X_{H3O+}/X_{H2O})=E_o+$E°_H$+0,0591*log(1/52,5)=0,10166-0,10166=0 V.

Ja attiecība ir viens $1=K_{\mathbf{H}(Pt)}=X_{H3O+}/X_{H2O}$, tad potenciāls $E°_H$=0,10166 V ir termodinamiskais standarts:

$\mathbf{E}$=$E°_H$+$\dfrac{\ln(10)\bullet R\bullet T}{F\bullet 1}$•log$\dfrac{X_{H_3O^+}}{X_{H_2O}}$ =0,10166+0,0591*log(1)=0,10166 V. Metāla oksidēšanas brīvās enerģijas izmaiņa ir atšķirīga endoerģiska $\Delta\mathbf{G_{eq}}$=$E°_H$•F•1•1=0,10166*96485*1=9,81 $^{kJ}/_{mol}$ pretstatā eksoerģiskai. [Albertija] Hesa vērtība ir eksoerģiska: $\Delta\mathbf{G_{Hess\_eq}}$=$G_{H3O+}$+$G_{e-}$-($G_{H(Pt)}$ +G_{H2O})=22,44+0-(**48,56**+0)=**-26,12** $^{kJ}/_{mol}$.

Brīvās enerģijas izmaiņa ir noteikta nulles atskaites skalā G_{H2O}=G_{CO2gas}=G_{e-}=0 $^{kJ}/_{mol}$. Iteratīvi izskaitļotais absolūtajā skalā ūdeņraža standarta potenciāls ir $E°_H$=$\Delta G_{eqH(Pt)}$/F/1=**-26,12**/96485/1=-0.27073 Volti. Līdzsvara brīvās enerģijas minimums ir eksoerģisks $\Delta\mathbf{G_{eqH(Pt)}}$=$E°_H$•F•1=-0.27073*96485*1=**-26,12** $^{kJ}/_{mol}$ sakrītot ar Albertija datiem. Absolūtā potenciālu skala noslīd par ΔE=-0.27073-0,10166=-0,37239 Voltiem zemāk attiecībā pret klasisko nulles skalu. Nernsta līdzsvara konstante ir lielāka par vienu metāla oksidēšanai par hidroksonija jonu $\mathbf{K_{H(Pt)\_Red}}$=$[H_3O^+]$*$[e^-]$/$[H_2O]$/$[H(Pt)]$=EXP(-$\Delta\mathbf{G_{Alberty}}$/R/T)=EXP(**26120**/8,3144/298,15)=37675,6 labvēlīga.

I veida elektrods metāls $\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$ / iegremdēts tā katjonu H_3O^+ šķīdumā pielietojums.

Liela ātruma protolīzes atraktori $[H_3O^+]$=$10^{-7,36}$ M , pH=7,36 un ūdens masas $[H_2O]$=997/18=55,3 M uzskaite litrā rāda metāla ūdeņraža stipru reducējošu potenciāl $\mathbf{E_{pH=7,36}}$=-0.27073+0,0591*log($10^{-7,36}$/55,3)=-0,8087 V un brīvās enerģijas izmaiņu homeostāzē eksoerģisku $\Delta\mathbf{G_{eqpH\_7,36}}$=$E°_H$•F•1=-0,8087*96485*1/1000=-78,03 $^{kJ}/_{mol}$.

Nernsta pus reakcijas reducēšanas potenciāls un enerģija metālam ir $E°_H$=-0,27073 V un $\Delta\mathbf{G_{eq}}$=**-26,12** $^{kJ}/_{mol}$.

Platīna plāksnīte iemērkta hidroksonija jonu $[H^+]$=$[H_3O^+]$=$[H_2SO_4]$=1 M sērskābes šķīdumā $\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$=$H^+$+$e^-$: $\mathbf{E}$=$E°$+0,0591•log$[H^+]$=**0,0**+0,0591•log(1 M)=**0** V ir klasika. Attiecība $[H_3O^+]/[H_2O]$=1/52,5=X_{H3O+}/X_{H2O} dod klasiskās nulles **0** vietā termodinamisko standarta potenciālu: $E°_H$=0,10166 V un no Alberty datiem absolūtajā skalā absolūto standarta potenciālu $E°_H$=-0,27073 Volti.

absolūti $E°_H$=-0,27073 V   klasiska nulle $E°_H$= 0 V   0,10166 V E,V

$E_{(Pt)H/H^+}$=$E°_H$ + 0,0591*log($\dfrac{X_{H_3O^+}}{X_{H_2O}}$) $E_{H\_classic}$=$E°_H$+0.0591*log($[H_3O^-]$) termodinamiskais $E°_H$

Absolūtais standarta potenciāls $E°_H$=-0,27073 V pamatojas uz Albertija ūdeņraža datiem G_{H2gas}=**85,64** $^{kJ}/_{mol}$ un G_{H2aq}=**103,24** $^{kJ}/_{mol}$, kuri ir noteikti ūdens un oglekļa dioksīda gāzes nulles skalā G_{H2O}=G_{CO2gas}=G_{e-}=0 $^{kJ}/_{mol}$. Pie pH=7,36 , $[H_3O^+]$=$10^{-7,36}$ M ir stiprs reducētājs metāls $\underline{\mathbf{H}}\mathbf{(Pt)}$ ar potenciālu $\mathbf{E_{pH=7,36}}$=-0,27073+0,0591*log($10^{-7,36}$/55,3)=-0,8087 V. Brīvās enerģijas saturs vienā molā metāla ūdeņraža ir: $G_{H(Pt)}$=**48,56** $^{kJ}/_{mol}$.

Viela	$\Delta H°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$,$^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	
$\mathbf{H_2O}$	-285,85	69,9565	-237,191	$\Delta G°_{H2O}$=G_{H2O}-(G_{H2aq}+G_{O2aq}/2)=0-(**103,24**+**88,04**/2)=**-147,26** $^{kJ}/_{mol}$
$\mathbf{H_2O}$	-286,65	-453,188	-151,549	$\mathbf{G_{H2O}}$=$\Delta G_{H2O\,Alberty}$-($\Delta G°_{H2O}$)=**-151,549**-(-237,191)=**85,6** $^{kJ}/_{mol}$ [8]
$\mathbf{H_3O^+}$	-285,81	-3,854	-213,2746	ΔG_H=ΔH_H-T*ΔS_H=**-286,65**-298,15*-**0,453188**=**-151,5** $^{kJ}/_{mol}$;
$\mathbf{H_{2gas}}$	[Alberty]	pH=7,36	**85,64**	$\Delta G°_{H3O+}$,$^{kJ}/_{mol}$ [Mischenko] 1972, Himia, Leningrad [26]
$\mathbf{H(Pt)_{(aq)}}$	$E°_H$=	-0,27073	48,56	Biochem.Thermodyn. Massachusetts Technology Inst. [8]
$\mathbf{H_{2aq}}$	**-5,02**	**-363,92**	**103,24**	$\Delta\mathbf{G_{Hess\_eq}}$=$G_{H3O+}$-($G_{H(Pt)}$ +G_{H2O})=22.44-(**48.56**+0)=**-26.12** $^{kJ}/_{mol}$.
$\mathbf{O_{2aqua}}$	**-11,70**	**-94,2**	**16,4**	2006, Massachusetts Technology Inst. Alberty pH=7,36 [8]

2006, Massachusetts Technology Inst. Alberty pH=7,36 [8]

Gāzveida ūdeņraža šķīdība $H_{2gas}+H_2O=H_{2aq}$ kompensē ($H_{2gas}+2H_2O=)H_{2aq}+H_2O=2H_3O^++2e^-$ vienu ūdens molekulu Nernsta ūdeņraža oksidēšanā par hidroksoniju un ir patvaļīga, jo **absolūtās** brīvās enerģijas izmaiņa ir negatīva $\Delta G_{Hess\_H3O+}=2G_{H3O+}+2G_{e^-}-(G_{H2aq}+G_{H2O})=2*22,44+2*0-(\textbf{103,24}+0)=-58,36$ $^{kJ}/_{mol}$.

Ar grafīta elektrodu oksidē H_{2aq} šķīdumu par hidroksoniju ar **absolūto** standarta potenciālu:
$$E°_{H2aq}=-58,36*1000/96485/2=-0,3024 \text{ V}.$$

Nernsta un inversās pus reakciju summa: $H_{2aq}+H_2O=2H_3O^++2e^-$; $2H_3O^++2e^-=2\underline{H(Pt)}+2H_2O$ parāda ūdeņraža šķīdību platīna kristāla režģī $H_{2aq}=2\underline{H(Pt)}+H_2O$;

Ūdeņraža šķīduma oksidēšanas $H_{2aq}+H_2O=2H_3O^++2e^-$ potenciāls $E°_{Haq}=-0,302$ V plus inversais potenciāls: $-E°_{H(Pt)}=+0,27073$ V metāla elektroķīmiskā šķīdībā $2H_3O^++2e^-=2\underline{H(Pt)}+2H_2O$ parāda ūdeņraža mola daļas $[H_{2aq}]/[H_2O]$ šķīdību platīnā eksoerģisku, patvaļīgu ar līdzsvara konstantes vērtību $K_{spH(Pt)}$, kas ir lielāka par vienu:

$\Delta G_{spH(Pt)}=\Delta E°_{spH(Pt)}•F•2=(E°_{H2aq}-E°_{H(Pt)})•F•2=c(-0,302+0,27073)*96485*2=-0,03128*96485*2=-\textbf{6,03}$ $^{kJ}/_{mol}$ un konstanti $K_{spH(Pt)}=[\underline{H(Pt)}]^2*[H_2O]/[H_{2aq}]=EXP(-\Delta G_{spH(Pt)}/R/T)=EXP(\textbf{6036,1}/8,3144/298,15)=11,415$.

Šķīdība platīnā $H_{2aq}=2\underline{H(Pt)}+H_2O$ parāda ūdeņraža elektroķīmisko šķīdības produktu metālā eksoerģisku, labvēlīgu $\Delta G_{sp\_H(Pt)}=2G_{H(Pt)}+G_{H2O}-(G_{H2aq})=2*\textbf{48,56}+0-(\textbf{103,24})=-\textbf{6,12}$ $^{kJ}/_{mol}$ un konstanti >1

$K_{sp\_H(Pt)}=[\underline{H(Pt)}]^2*[H_2O]/[H_{2aq}]=EXP(-\Delta G_{spH(Pt)}/R/T)=EXP(\textbf{6120}/8,3144/298,15)=11,808$.

Konstante šķīdībai ūdenī $H_{2gas}+H_2O=H_{2aq}$ ir $\Delta G_{H2spAlberty}=G_{H2aq}-G_{H2gas}-G_{H2O}=\textbf{103,24-85,64-0}=\textbf{17,6}$ $^{kJ}/_{mol}$ ir nelabvēlīga $K_{H2sp}=[H_{2aq}]/[H_2O]/X_{H2gas}=EXP(-\Delta G_{H2sp}/R/T)=EXP(-\textbf{17600}/8,3144/298,15)=0,0008253$.

Tā aprēķina šķīdību $[H_{2aq}]=K_{H2sp}*[H_2O]*X_{H2gas}=0,0008253*55,3*1=0,04564$ M, ja tīras gāzes mola daļa ir viens $X_{H2gas}=1$.

No attiecības $[\underline{H(Pt)}]^2/[H_{2aq}]=K_{sp\_H(Pt)}/[H_2O]=11,808/55,3=0,21353$ iegūst H(Pt) laukuma mola daļas kvadrātu: $[\underline{H(Pt)}]^2=K_{spH(Pt)}/[H_2O]*[H_{2aq}]=11,808/55,3*0,04564=0,009745$.
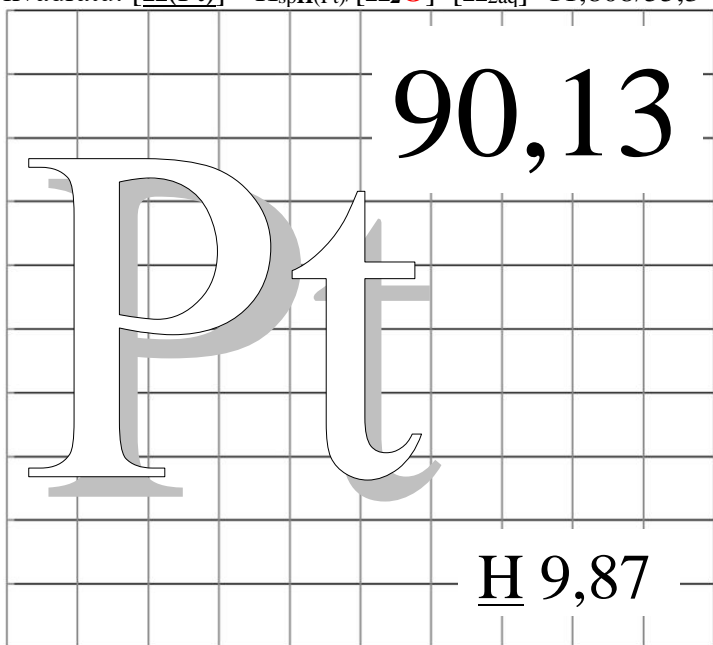
Piesātināta šķīdība platīnā molu daļās ir $[\underline{H(Pt)}]=SQRT(0,009745)= 0,0987$ ūdeņraža atomu virsmas molu daļa 9,87% dalīta ar platīna atomu molu daļu 90,13% kopējā 100% kristāla režģa virsmā. Šķīdības $H_{2aqAlbery}=2\underline{H(Pt)}+H_2O$ molu daļas koncentrācijas ir bez mērvienībām tā pat kā konstante bez mērvienībām $K_{sp\_H(Pt)}=11,808$.

$\underline{H(Pt)}$ šķīdība ūdenī ir mazāka par vienu, endoerģiska: $2\underline{H(Pt)}+H_2O=H_{2aqAlberty}$;

$K_{spH(Pt)\_H2aq}=[H_{2aq}]/[\underline{H(Pt)}]^2/[H_2O]=0,08469$ un pozitīva $\Delta G_{Alberty}=G_{H2aq}-2G_{H(Pt)}-G_{H2O}=\textbf{6,12}$ $^{kJ}/_{mol}$; nelabvēlīga, nepatvaļīga. Tas uztur metāla režģi piesātinātu 9,87 % ar ūdeņradi, jo pozitīva $\textbf{6,12}$ $^{kJ}/_{mol}$ vērtība ar konstanti mazāku par vienu 0,08469 ir nelabvēlīga ūdeņraža izšķīšanai

$K_{sp\_H(Pt)}=[H_{2aq}]/[\underline{H(Pt)}]^2/[H_2O]=EXP(-\Delta G_{sp\_H(Pt)}/R/T)=EXP(-\textbf{6120}/8,3144/298,15)=0,08469$.

Metāla dzelzs I-veida elektrods $[Fe^{2+}]=0,1$ M šķīdumā, blīvums 1,03 $^g/_{mL}$; 0,1 Mola masa $FeSO_4=15,191$ g. $Fe_{(s)}+H_2O=Fe^{2+}+2e^-$. Absolūto standarta potenciālu sastāda standarta potenciāls $E°_{klasiskais}=-0,4402$ V [17], ūdens uzskaites logaritms $-0,0591/2*log(1/(55,3)=0,0515$ un saistītā summa $\Delta E°=+0,10166-0,37239$ izteiksmē:

$E°_{Fe/Fe2+}=E°_{klasiskais}-0,0591/2*log(1/([H_2O]))+\Delta E°=-0,4402+0,0515+0,10166-0,37239=$ **-0,65943** V.
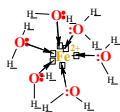
 $E_{Fe}=E°_{Fe/Fe2+}+0,0591/2*log([Fe^{2+}]/[Fe]/([H_2O]))=\textbf{-0,65943}+0,0591/2*log(0,1/1/(55,3))=-0,74048$ V;

$\Delta G_{eq\_Fe}=E°_{Fe}•F•2=\textbf{-0,65943}*96485*2=\textbf{-127,25}$ $^{kJ}/_{mol}$,

$\Delta G_{eq\_Fe}=G_{Fe2+}-(G_{Fe}+G_{H2O})=\textbf{-82,14}-(\textbf{45,11}+0)=\textbf{-127,25}$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Fe}=G_{Fe2+}-(\Delta G_{eq\_Fe}+G_{H2O})=\textbf{-82,14}-(\textbf{-127,25}+0)=\textbf{45,11}$ $^{kJ}/_{mol}$; Atšķirība -0,740**48** V ir 4. ciparā -0,740**59** V. $E_{Fe}=E°_{Fe/Fe2+}+0,0591/2*log([Fe^{2+}]/[Fe]/([H_2O]-6[Fe^{2+}]))=\textbf{-0,65943}+0,0591/2*log(0,1/1/(56,38-0,6))=-0,740\textbf{59}$ V; $[H_2O]=55,3$ M$=(996^g/_L)/(18^g/_{mol})$; $m_{H2O}=m_L-m_{FeSO4}=1030-15,191=1014,8$ g; $[H_2O]=1014,8$ $^g/18$ $^g/_{mol}=56,38$ M.

Koordinatīvie metāla jonu aqua kompleksi ir heksagonāli kā heksa akva dzelzs(II) jons $[Fe^{2+}(H_2O)_6]$ un tetragonāli kā tetra akva vara(II) jons $[Cu^{2+}(H_2O)_4]$.

Viela	$\Delta H°_H$ kJ/mol	$\Delta S°_H$ J/mol/K	$\Delta G°_H$, kJ/mol	
Fe	$E°_{Fe}=$	**-0,6594** V	**45,11**	$G_{Fe}=G_{Fe2+}$-$(\Delta G_{eq\_Fe}+G_{H2O})$=-82,14-(-127,25+0)=**45,11** kJ/mol;
Fe^{2+}	**-87,45**	**-17,8**	**-82,14**	[8] Biochem.Thermodyn. Massachusetts Technology Inst. pH=7,36
Fe^{2+}	-89,1	-137,7	-78,9	CRC 2010 [1]
Fe^{3+}	**-44,79**	**-110**	**-11,99**	[8] Biochem.Thermodyn. Massachusetts Technology Inst. pH=7,36
Fe^{3+}	-48,5	-315,9	-4,7	CRC 2010 [1]
Cu	$E°_{Cu}=$	0,1243 V	70,02	$G_{Cu}=G_{Cu2+}$-$(\Delta G_{eq\_Cu}+G_{H2O})$=94,0187-(24,0+0)=**70,02** kJ/mol ;
Cu^{2+}	64,8	-98	**94,0187**	[1] $\Delta G_{Cu2+}=\Delta H_H-T*\Delta S_H$=64,8-298,15*-0,098=**94,0187** kJ/mol;
Zn	$E°_{Zn}=$	**-0,98098** V	68,65	$G_{Zn}=G_{Zn2+}$-$(\Delta G_{eq\_Zn}+G_{H2O})$=-120,653-(-189,3+0)=**68,65** kJ/mol;
Zn^{2+}	-153,39	-109,8	**-120,653**	[1] $\Delta G_{Zn2+}=\Delta H_H-T*\Delta S_H$=-153,39-298,15*-0,1098=**-120,65** kJ/mol;

Metāla vara I-veida elektrods $[Cu^{2+}]$=1 M šķīdumā, blīvums 1,19 g/mL, 1 Mola masa M_{CuSO4}=159,602 g/mol; $Cu(Hg)+H_2O=Cu^{2+}+(Hg)+$**2e⁻**; Absolūto standarta potenciālu sastāda standarta potenciāls $E°_{Klasiskais}$=0,3435 V [18], ūdens uzskaites logaritms -0,0591/2*log(1/($[H_2O]$))=0,0515 un saistītā summa $\Delta E°_{Cu}$=0,10166-0,371339:

$E°_{Cu/Cu2+}=E°_{Klasiskais}$-0,0591/2*log(1/($[H_2O]$))+$\Delta E°_{Cu}$=0,3435+0,0515+0,10166-0,371339=**0,1243** V.

$E_{Cu}=E°_{Cu}$+0,0591/2*log($[Cu^{2+}]$/[Cu]/($[H_2O]$))=**0,1243**+0,0591/2*log(1/1/(55,3))=0,07**2**8 V;

$E_{Cu}=E°_{Cu}$+0,0591/2*log($[Cu^{2+}]$/[Cu]/($[H_2O]$-4$[Cu^{2+}]$))=**0,1253**+0,0591/2*log(1/1/(57,24-4))=0,07**3**3 V;

Atšķirība 0,07**2**8 V ir otrajā 2. ciparā 0,07**3**3 V .

m_{H2O}=(m_L-m_{CuSO4})/18=1190-159,602=1030,4/18=57,24-4=53,24 mol;

$\Delta G_{eq\_Cu}=E°_{Cu}•F•2$=**0,1243***96485*2=**24,0** kJ/mol, $\Delta G_{eq\_Cu}=G_{Cu2+}$-$(G_{Cu}+G_{H2O})$=94,0187-($G_{Cu}$+0)=**24,0** kJ/mol ;

$G_{Cu}=G_{Cu2+}$-$(\Delta G_{eq\_Cu}+G_{H2O})$=**94,0187**-(**24,0**+0)=**70,02** kJ/mol ;

Metāla cinka I-veida elektrods $[Zn^{2+}]=C_{ZnSO4}$=2 M šķīdumā, blīvums 1,31 g/mL, Mola masa $ZnSO_4$=161,44 g/mol, masa diviem moliem m_{ZnSO4}=2*161,44=322,88 g: $Zn+H_2O=Zn^{2+}+$**2e⁻**, standarta potenciāls $E°_{Zn/Zn2+}=$**-0,98098** V. Absolūto standarta potenciālu sastāda klasiskais standarta potenciāls $E°_{Klasiskais}$=-0,7628 V [18], ūdens uzskaites logaritms -0,0591/2*log(1/($[H_2O]$))=0,0515 un absolūtā potenciāla saistītā summa $\Delta E°_{Cu}$=0,10166-0,371339:

$E°_{Zn/Zn2+}=E°_{Klasiskais}$-0,0591/2*log(1/($[H_2O]$))+$\Delta E°_{Cu}$=-0,7628+0,0515+0,10166-0,371339=**-0,98098** V.

$E_{Zn}=E°_{Zn/Zn2+}$+0,0591/2*log($[Zn^{2+}]$/[Zn]/($[H_2O]$))=**-0,980981**+0,0591/2*log(2/1/(55,3))=-1,0**2**15 V

Atšķirība -1,0**2**15V ir ceturtajā ciparā -1,02**3**58 V 2M;

Šķīdība 57,7 g/100g simts gramos ūdens; w%=57,7/157,7*100=36,6%;

m_{H2O}=m_L-m_{ZnSO4}=1310-161,44*2=987,12 g; m_{ZnSO4}=2*161,44=g; $[H_2O]$=987,12 g/18 g/mol=54,84 M.

$$E_{Zn}=E°_{Zn/Zn2+}+0{,}0591/2*\log \frac{[Zn^{2+}]}{[Zn]\cdot([H_2O]-4\cdot[Zn^{2+}])} =\textbf{-0,980981}+0{,}0591/2*\log(2/1/(54{,}84-4*2))=-1{,}02\textbf{3}58 \text{ V};$$

$\Delta G_{eq\_Zn}=E°_{Zn}•F•2$=**-0,980981***96485*2=**-189,3** kJ/mol,$\Delta G_{eq\_Zn}=G_{Zn2+}$-$(G_{Fe}+G_{H2O})$=-120,653-($G_{Zn}$+0)=**-189,3** kJ/mol ;

$G_{Zn}=G_{Zn2+}$-$(\Delta G_{eq\_Zn}+G_{H2O})$=**-120,653**-(**-189,3**+0)=**68,65** kJ/mol;

Metāla hroma I-veida elektrods $[Cr^{3+}]$=1 M šķīdumā, blīvums 1,172 g/mL, Mola masa $Cr_2(SO_4)_3$=392,16 g/mol. Masa ūdenim m_{H2O}=m_L-$m_{Cr2(SO4)3}$=1172-392,16=779,84 g un moli litrā $[H_2O]$=779,84 g/18 g/mol=43,3244 M. $Cr+H_2O=Cr^{3+}+$**3e⁻**, absolūtais standarta potenciāls $E°_{Cr/Cr3+}=$**-0,9793** V. Absolūto standarta potenciālu sastāda klasiskais standarta potenciāls $E°_{Klasiskais}$=-0,744 V [18], logaritms -0,0591/3*log(1/($[H_2O]$))=0,03433 ūdens uzskaitei un absolūtā potenciāla saistītā summa $\Delta E°_{Cu}$=0,10166-0,371339:

$E°_{Cr/Cr3+}=E°_{Klasiskais}$-0,0591/3*log(1/$[H_2O]$)+$\Delta E°_{Cr}$=-0,744+0,03433+0,10166-0,371339=**-0,9793** V.

$E_{Cr}=E°_{Cr}$+0,0591/3*log($[Cr^{3+}]$/[Cr]/($[H_2O]$))=**-0,9793**+0,0591/3*log(1/1/55,3)=-1,01**3**6 V;

Atšķirība -1,01**3**6 V $[Cr^{3+}]$=1 M; ir trešajā ciparā -1,00**2**08 V $[Cr^{3+}]$=2,32 M.

$$E_{Cr}=E°_{Cr}+0{,}0591/3*\log \frac{[Cr^{3+}]}{[Cr]\cdot([H_2O]-6\cdot[Cr^{3+}])} =\textbf{-0,9793}+0{,}0591/3*\log(2{,}343/1/(39{,}59-6*1))= -1{,}0\textbf{0}208 \text{ V}.$$

-1,01**0**268 V;

Šķīdība 64 g/100g simts gramos ūdens; w%=64/164*100=39,2 %;

39,2/100g=X/??1172//g/L; 39,2/100*1172=459,4=X g/L; $C_{Cr2(SO4)3}$=459,4/392,16*2=2,343 M ;

m_{H2O}=m_L-$m_{Cr2(SO4)3}$=??1172??-459,4=712,6 g; $m_{Cr2(SO4)3}$=459,4 g; $[H_2O]$=714,93 g/18 g/mol=39,59 M;

Piezīme: Oksidatīvā stresā norisinās **ne enzimātiskas** oksidēšanās reakcijas daudzveidīgos ķēdes reakciju un paralēlos produktos, sagraujot organismu! Iznīcinoši bīstami dzīvībai!

Skābekļa gāzes šķīdība $O_{2gas}+H_2O=O_{2aq}$ kompensē vienu ūdens molekulu $6H_2O=O_{2gas}+H_2O+4H_3O^++4e^-$ Nernsta pus reakcijā $5H_2O=O_{2aq}+4H_3O^++4e^-$, veidojot absolūto standarta potenciālu $E°_{5HOH}=$**1,0868** V.

$$E°_{5HOH}=E°_{klasiskais O2}-0,0591/4*log(1/[H_2O]^5)+\Delta E°=1,2288+0,1287+0,10166-0,37239=\mathbf{1,0868} \text{ V};$$

Skābeklis $O_{2aq}+4H_3O^++4e^-=5H_2O$ ir stiprs oksidētājs ar inverso standarta potenciālu $-E°_{5HOH}=$**-1,0868 V**.

Skābeklis piesaista četrus brīvos elektronus ar četriem protoniem no hidroksonija joniem, veidojot divas ūdens molekulas reducētos produktus. Šķīdinot brīvās enerģijas saturs pieaug **26,58** kJ/mol no **303,1** kJ/mol līdz **330** kJ/mol:

Viela	$\Delta H°_H$,kJ/mol	$\Delta S°_H$,J/mol/K	$\Delta G°_H$,kJ/mol	
H₂O	-285,85	69,9565	-237,191	$G_{O2aq}=G_{O2gas}+G_{O2šķ}=303,1+26,58=329,68=330$ kJ/mol .
H₂O	-286,65	-453,188	-151,549	$G_{O2gas}=2(G_{H2O}-(G_{H2gas}-\Delta G°_{H2O}))=2*(0-(85,64-237,19))=303,1$ kJ/mol
H₃O⁺	-285,81	-3,854	-213,2746	pH=7,36 Massachusetts Technology Inst. Alberty [8]
H₂gas	Alberty	pH=7,36	**85,64**	Mischenko 1972, Himia, Leningrad [26]
H₂(aq)	23,4	-130	99,13	Biochem.Thermodyn. Massachusetts Technology Inst. [8]
H(Pt)(aq)	$E°_H-E°_{O2}=$	-1,3575	**48,56**	CRC 2010 [1}
H₂(aq)	**-5,02**	**-363,92**	**103,24**	$G_{H(Pt)}=(2G_{H2O}-\Delta G_{eq2H2O}-G_{O2aqua})/4=48,56$ kJ/mol;
O₂aqua	**-11,70**	**-94,2**	**16,4**	pH=7,36 [8] Biochem.Thermodyn. Massachusetts Technology Inst.
O₂aqua	-11,715	110,876	16,4	pH=7,36 [8] Massachusetts Technology Inst. Alberty [8]

CRC [1] $G_{O2gas}=303$ kJ/mol , $G_{O2aq}=329,68$ kJ/mol;

Skābekļa šķīdības brīvās enerģijas izmaiņa **ir** eksotermiska, endoerģiska: $O_{2gaiss}+H_2O=O_{2aq}$, kurā skābekļa mol daļai gāzei $[O_{2gaiss}]=1$ un ūdenī $[O_{2aq}]/[H_2O]=1,22*10^{(-3)}/55,3=2,206*10^{-5}$ mērvienības nav. $K_{šķ}=[O_{2aq}]/[O_{2gaiss}]/[H_2O]=2,206*10^{-5}/1=2,206*10^{-5}$ konstantes arī ir mol daļas. Izmaiņa $\Delta G_{Hess}=\Delta G°_{O2aq}-\Delta G°_{H2O}-\Delta G°_{O2gas}=16,4-(0-237,191)=253,6$ kJ/mol ir pozitīva arī $\Delta G_{Alberty O2aq}=G_{O2aq}-(G_{H2O}+G_{O2gas})=330-(0+303,1)=26,58$ kJ/mol absolūtajā enerģijas skalā $\Delta G_{šķ}=-R•T•ln(K_{šķ})=-8,3144*298,15*ln(2,206*10^{-5})=26,58$ kJ/mol. $[O_2]$ šķīdības Hesa brīvās enerģijas izmaiņa ir pozitīva $\Delta G_{Hess}=253,6$ kJ/mol, bet minimizējas līdzsvara maisījumā $K_{šķ}=[O_{2aq}]/[O_{2gas}]/[H_2O]=2,206*10^{-5}$. Līdzsvara stāvoklis ir atraktors visiem nelīdzsvara stāvokļiem. Minimuma sasniegšanā iestājas līdzsvars. 53. lpp

Osmolārā $C_{osm}=0$ M, jonu spēka $I=0$ M ūdenī no gaisa 20,95% skābekļa šķīdība ir:

$$[O_{2aq}]=K_{šķ}*[O_{2gas}]*[H_2O]=2,205*10^{(-5)}*0,2095*55,3=0,00025546 \text{ M}.$$

Tīra 1atm mol daļa ir $[O_{2gas}]=1$. Osmolaritāte $C_{osm}=0,305$ M, jonu spēks $I=0,25$ M, gaisa skābekli no 0 20,95% izšķīdina $[O_{2aq}]=9,768·10^{-5}$ M. Tāpēc $K_{O2spAIR}=[O_{2aq}]/[O_{2air}]=9.768·10^{-5}/0.2095=4.663·10^{-4}$ M ir šķīdība gaisā.

Arteriālo $[O_{2aq}]=6*10^{-5}$ M un venozo $[O_{2aq}]=0,426·10^{-5}$ M izooksiju uztur skābekļa molekulu osmoze, kuras cauri akvaporīnu kanāliem šķērso membrānas pretēji osmolārās koncentrācijas $C_{osm}=0.305$ M gradientam.

Inversa: $O_{2aq}+4H_3O^++4e^-=5H_2O$; $-E°_{O2}=$**-1,0868** Volts; Nernsta: $4(Pt)H+4H_2O=4H_3O^++4e^-$; $E°_H=$**-0,27073** V

$O_{2aqua}+4(Pt)H=2H_2O$ elektrodu standarta potenciālu summa dod standarta brīvās enerģijas izmaiņu:

$$\Delta G_{eq2H2O}=(E°_H-E°_{O2})•F•1•4=(-0,27073-1,0868)*96485*4=2*261,96=\mathbf{-523,925} \text{ kJ/mol};$$

Zinot līdzsvara vērtību $\Delta G_{eq2H2O}=2G_{H2O}-4G_{(Pt)H}-G_{O2aqua}=2*0-(4*G_{(Pt)H}+329,68)=$**-523,925** kJ/mol , ūdeņraža metāla brīvā enerģija ir $G_{H(Pt)}=(2G_{H2O}-\Delta G_{eq2H2O}-G_{O2aqua})/4=(2*0+523,925-329,68)/4=194,245/4=48,56$ kJ/mol.

Brīvā enerģija $G_{H3O+OH}=G_{H3O+}+G_{OH-}=22,44+77,36=99,8$ kJ/mol protolīzes reakcijā $H_2O+H_2O<=>H_3O^++OH^-$ bioķīmijas skābekļa O_{2aqua} brīvo enerģiju saturu $G_{O2aqua}=329,68$ kJ/mol samazina līdz $G_{O2Bio}=88,22$ kJ/mol.

Arteriālo asiņu koncentrācijas $[O_{2aqua}]=6*10^{-5}$ M un koncentrācijas $[H_3O^+]=10^{-7,36}$ M potenciāls ir samazināts:

$$E_{O2}=E°_{O2}+0,0591/4•log([O_{2aqua}]•[H_3O^+]^4/[H2O]^5)=1,0868+0,0591/4*log(6*10^{(-5)}10^{(-7,36*4)}/55,346^5)=0,46174 \text{ V}$$

par $\Delta E_{arterial}=-(E_{O2}-E_{O2})=$ =**-1,0868+0,46174=-0,62506** Voltiem un

brīvās enerģijas saturs par $\Delta G_{arterial}=\Delta E_{H2O}*F*n=-0,62506*96485*4/1000=-241,24$ kJ/mol.

Skābekļa brīvās enerģijas saturs $O_{2gas AIR}+H_2O=O_{2Blood}$ ar šķīdības ieguldījumu palielinās par:

$$K_{šķ}=\frac{[O_{2aqua}]}{[O_{2gas}]·[H_2O]}=2,205*10^{-5}; \quad G_{O2šķ}=-R•T•ln(K_{šķ})=-8,3144*298,15*ln(2,205*10^{-5})=\mathbf{26,58} \text{ kJ/mol}.$$

Protolīze samazina brīvo enerģiju līdz $G_{O2arteriāla}=G_{O2aqua}+G_{O2šķ}+\Delta G_{arteriāla}=303,1+26,58-241,456=88,22$ kJ/mol un skābeklis kļūst uguns drošs bioķīmisks oksidants, veidojot arteriālo koncentrāciju $[O_{2aqua}]=6*10^{-5}$ M kā bioenerģētiski drošu uzturētu izooksijas normu. [3];

1) Ūdens 55,346 M samazina potenciālu no **1,0868 V** par -**0,1288** V=**0,9580-1,0868**=ΔE_{H2O}.

$$E_{oO2}=E°_{O2}+0,0591/4*log(1/[H2O]^5)=1,0868+0,01478*log(1/55,346^5)=0,95805 \text{ V};$$

2) Paskābināšana H_3O^+ 10 reizes potenciālu un brīvās enerģijas saturu palielina par $\Delta E_{H3O+}=$**0,05912** V;
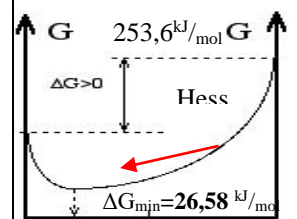
$\Delta E_{H3O}=0,01478 \cdot \log([H^+]^4)=\mathbf{0,05912}$ V un $\Delta \mathbf{G_{max}}=\Delta E_{H3O}*F*n= 0,05912*96485*4/1000= \mathbf{22,817}$ $^{kJ}/_{mol}$;

3) Gaisa 20,95% aizvietojot ar 100% skābekļa [O_{2aqua}] koncentrāciju 5 reizes lielāka palielina potenciālu par $\Delta E_{O2100\%}=0,01478 \cdot \log(100\%$ [O_{2aqua}]$)=0,01478*\log(5)= +\underline{\mathbf{0,0103}}$ V. Brīvās enerģijas saturs palielinās par $\Delta \mathbf{G_{max}}=\Delta E_{H3O}*\mathbf{F}*\mathbf{n}=\mathbf{0,01033}*96485*4/1000=\mathbf{3,987}$ $^{kJ}/_{mol}$. <u>6. lapas puse</u>:

Lielā oksidatīvā stresa un tehnoloģisko briesmu dēļ 1972. gadā slēdza NASA Apollo projektu.

Glikozes un skābekļa inversā absolūto un standarta potenciālu summa $\Delta E^\circ=(E^\circ_{C6H12O6}-E^\circ_{O2})$

$\Delta \mathbf{E^\circ}=(\mathbf{E^\circ_{C6H12O6}}-\mathbf{E^\circ_{O2}})=\Delta \mathbf{G_{Lehninger}}/\mathbf{F}/\mathbf{n}=\mathbf{-2840000}/96485/24=\mathbf{-1,2264}$ V dod standarta brīvās enerģijas izmaiņu

$\Delta \mathbf{G_{Lehninger}}=\Delta \mathbf{E^\circ} \cdot \mathbf{F} \cdot \mathbf{n}=(\mathbf{E^\circ_{C6H12O6}}-\mathbf{E^\circ_{O2}}) \cdot \mathbf{F} \cdot \mathbf{n}=(-1,2264)* 96485*24=\mathbf{-2840}$ $^{kJ}/_{mol}$ oksidēšanas reakcijā

$\mathbf{C_6H_{12}O_6}+12\mathbf{H_2O}+6\mathbf{O_{2aqua}}=6H_3O^++6HCO_3^-$ pēc publicētajiem datiem $\Delta \mathbf{G_{Lehninger}}=\mathbf{-2840}$ $^{kJ}/_{mol}$. [1,6]
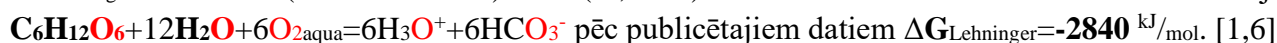
Glikozes un skābekļa absolūto standarta potenciālu summa $(\mathbf{E^\circ_{C6H12O6}}-\mathbf{E^\circ_{O2}})=(\mathbf{E^\circ_{C6H12O6}}-\mathbf{1,0868})=-1,22644$ V

ļauj noteikt absolūto standarta potenciālu glikozei $\mathbf{E^\circ_{C6H12O6}}=\Delta \mathbf{E}+\mathbf{E^\circ_{O2}}=-1,22644+\mathbf{1,0868}=\mathbf{-0,13964}$ V, ko aprēķina no skābekļa reducēšanas inversā absolūtais standarta potenciāla vērtības $-\mathbf{E^\circ_{O2}}=-\mathbf{1,0868}$ V.

Nernsta glikozes oksidēšanas pus reakcijā absolūtais standarta potenciāls ir negatīvs, jo spēcīgais 24 elektronu donors reducē sešas skābekļa molekulas Nernsta reakcijā $O_{2aqua}+4H_3O^++4e^-=5H_2O$ ar inverso absolūto standarta potenciālu $-\mathbf{E^\circ_{o2}}=-\mathbf{1,0868}$ V. Saskaitot glikozes klasisko standarta potenciālu $E^\circ_{klasiskais}=-0,04915$ V, uzskaitot ūdens logaritmu $-0,0591/24*\log(1/55,3^{42})=0,18024$ un savienoto summu $\Delta E^\circ=+0.10166-0.37239$ potenciāls ir $E^\circ_{C6H12O6}=E^\circ_{klasiskais}-0,0591/24*\log(1/55,3^{42})+\Delta E^\circ=-0,04915+0,18024+0,10166-0,37239=\mathbf{-0,13964}$ V.

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6}+42\mathbf{H_2O}=30H_3O^++6HCO_3^-+24e^- .$$

Arteriālā skābekļa [$O_{2arteriālā}$]$=6*10^{(-5)}$; hidroksonija [H_3O^+]$^{30}=10^{(-7,36*30)}$ M un [$\mathbf{C_6H_{12}O_6}$]$=0,005$ M glikozes koncentrācijas asinīs dod negatīvu arteriālo potenciālu:

$$E_{arterial}=E^\circ_{C6H12O6}+^{0,0591}/_{24} \cdot \log([HCO_3^-]^6*[H_3O^+]^{30}/_{[H2O]}^{42}/[\mathbf{C_6H_{12}O_6}]) =$$
$$=\mathbf{-0,13964}+^{0,0591}/_{24}*\log(0,0154*10^{(-7,36*30)}/_{0,005}/55,346^{42}) =\mathbf{-0,8624}$$ V

un inversā skābekļa pus reakcijas arteriālais absolūtais potenciāls ir $E_{O2arterial}=\mathbf{-0,46068}$ V

$E_{O2arterial}=E^\circ_{O2}+^{0,0591}/_4 \cdot \lg([H_2O]^5/_{[O2aqua]}/_{[H3O+]}^4)=\mathbf{-1,0868}+^{0,0591}/_4*\log(_{55,346}^5/_6/_{10}^{(-5)}/_{10}^{(-7,36*4)})=\mathbf{-0,46068}$ V.

Homeostāzes summa ir vairāk negatīva $\Delta E_{arterial}=E_{C6H12O6arterial}+E_{O2arterial}=\mathbf{-0,8624}-0,46068=\mathbf{-1,32308}$ Volti.

Brīvās enerģijas izmaiņa $\Delta \mathbf{G_{arterial}}$ ir vairāk negatīva kā standarta lielums $\Delta \mathbf{G_{Lehninger}}$:

$\Delta \mathbf{G_{arterial}}=\Delta \mathbf{E} \cdot \mathbf{F} \cdot \mathbf{n}=(\mathbf{E_{C6H12O6arterial}}-\mathbf{E_{O2arterial}}) \cdot \mathbf{F} \cdot \mathbf{n}=(-0,86237-0,4607)*96485*24=\mathbf{-3063,846}$ $^{kJ}/_{mol}$.

Vienu molu glikozes oksidē seši moli skābekļa producējot sešus molus bikarbonāta $6H_3O^++6HCO_3^-$:

$\mathbf{C_6H_{12}O_6}+42\mathbf{H_2O}=24H_3O^++6H_3O^++6HCO_3^-+24$ e^- + summa + $6\mathbf{O_{2aqua}}+24H_3O^++24e^-=30H_2O$;
$\mathbf{C_6H_{12}O_6}+42\mathbf{H_2O}+6\mathbf{O_{2aqua}}+24H_3O^++24e^-=24H_3O^++6H_3O^++6HCO_3^-+24$ e^- $+30H_2O$;
$\mathbf{C_6H_{12}O_6}+12\mathbf{H_2O}+6\mathbf{O_{2aqua}}$ $\quad=\quad$ $6H_3O^++6HCO_3^-$ $\quad\quad$;
$\mathbf{G_{H3O+}}+\mathbf{G_{HCO3-}}=\mathbf{G_{H3O+}}+\mathbf{G_{HCO3-}}=\mathbf{22,44}+\mathbf{56,08}=\mathbf{78,52}$ $^{kJ}/_{mol}$,
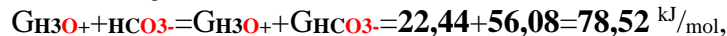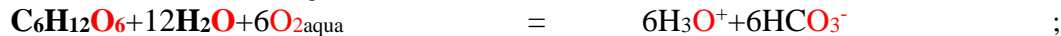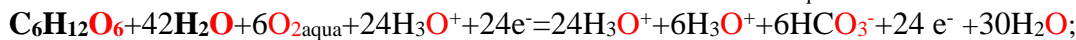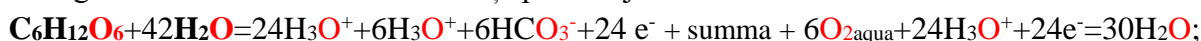
<u>Glc</u> (6. lpp.) veidošanās no elementiem $6C+6\mathbf{H_{2gas}}+3\mathbf{O_{2gas}}=\mathbf{C_6H_{12}O_6}$ brīvās enerģijas izmaiņu aprēķina no Albertija datiem pie pH=7,36 $\Delta \mathbf{G^\circ_{Alberty}}=\mathbf{G_{C6H12O6}}-(6\mathbf{G_{Cgraph}}+6*\mathbf{G_{H2gas}}+3*\mathbf{G_{O2gas}})=\mathbf{-402,05}$ $^{kJ}/_{mol}$.

Viela	ΔH°_H,$^{kJ}/_{mol}$	ΔS°_H,$^{J}/_{mol/K}$	ΔG°_H,$^{kJ}/_{mol}$	2006, Massachusett's Technology Inst. Alberty [8] pH=7,36.
$\mathbf{C_6H_{12}O_6}_{aq}$	-1263,78	269,45	-919,96	CRC 2010 [1]
pH=7.36 Glc	**-1267,13**	**-2901,492**	**-402,05**	[8] $\Delta \mathbf{G^\circ_{Alberty}}+(6\mathbf{G_{Cgraph}}+6*\mathbf{G_{H2gas}}+3*\mathbf{G_{O2gas}})=\mathbf{G_{C6H12O6}}=\mathbf{1568}$ $^{kJ}/_{mol}$;

Brīvo enerģiju glikozes oksidēšanā $\mathbf{C_6H_{12}O_6}+6\mathbf{O_{2aqua}}+12\mathbf{H_2O}=6H_3O^++6HCO_3$ aprēķina trīs veidos:

1) Albertija datos pie pH=7,36 $\Delta \mathbf{G^\circ_{Alberty}}=\mathbf{G_{C6H12O6}}-(6\mathbf{G_{Cgraph}}+6*\mathbf{G_{H2gas}}+3*\mathbf{G_{O2gas}})=\mathbf{-402,05}$ $^{kJ}/_{mol}$, standarta brīvās enerģijas saturs molā ir

$\mathbf{G_{C6H12O6}}=\Delta \mathbf{G^\circ_{Alberty}}+(6\mathbf{G_{Cgraph}}+6*\mathbf{G_{H2gas}}+3*G_{O2gas})=\mathbf{-402,05}+(6*91,26+6*85,6+3*303)=\mathbf{1568}$ $^{kJ}/_{mol}$,

2) Lahningera $\Delta \mathbf{G_{C6H12O6}}=6*\mathbf{G_{H3O+}}+6*\mathbf{G_{HCO3-}}-(\mathbf{G_{StandardC6H12O6}}+6*\mathbf{G_{O2aqua}}+12*\mathbf{G_{H2O}})=\underline{-2840}$ $^{kJ}/_{mol}$ standarta saturs glikozes molā $\mathbf{G_{StandardC6H12O6}}=6*(\mathbf{22,44}+\mathbf{56,08})-(\underline{2840}+6*\mathbf{330}+12*\mathbf{0}) =\mathbf{1331}$ $^{kJ}/_{mol}$ un

3) brīvās enerģijas saturs

$\Delta \mathbf{G_{arterial\_C6H12O6}}=6*\mathbf{G_{H3O+}}+6*\mathbf{G_{HCO3-}}-(\mathbf{G_{arterial\_C6H12O6}}+6*\mathbf{G_{O2aqua}}+12*\mathbf{G_{H2O}})=\underline{\mathbf{-3064}}$ $^{kJ}/_{mol}$ uz glikozes molu homeostāzē $\mathbf{G_{arterial\_C6H12O6}}=6*(\mathbf{22,44}+\mathbf{56,08})-(\underline{\mathbf{-3064}}+6*\mathbf{88,22}+12*\mathbf{85,64})=\mathbf{1978}$ $^{kJ}/_{mol}$. [8,6]

Ģenerētie $\mathbf{6HCO_3^-}+\mathbf{6H_3O^+}$ joni virza izejvielas $\mathbf{6O_{2aqua}}$ un $\mathbf{6H_2O}$ cauri membrānu akvaporīnu kanāliem osmozē pretēji koncentrācijas gradientiem, bet transportē jonus $\mathbf{6HCO_3^-}+\mathbf{6H_3O^+}$ lejup pa gradientiem cauri membrānu bikarbonāta un protonu kanāliem lietojot producēto brīvo enerģiju $\Delta \mathbf{G_{arterialo}}=\mathbf{-3064}$ $^{kJ}/_{mol}$.

Absolūtās potenciālu un brīvās enerģijas vērtībās iekļauj hidroksonija H_3O^+ un ūdens H_2O uzskaiti.

Skābeklis inversā pus reakcijā ar brīvo enerģiju G_{O2aqua}=**330** $^{kJ}/_{mol}$ tiek reducēts līdz $O_{2aqua}+4H_3O^++4e^-=5H_2O$ ar inverso potenciālu $-E_{oO2}$=**-1,0868** V, oksidējot četrus metāla ūdeņraža atomus ar brīvās enerģijas saturu molā $G_{H(Pt)}$=**48,56** $^{kJ}/_{mol}$ Nernsta pus reakcijā: $4\underline{(Pt)H}+4H_2O=4H_3O^++4e^-$ un ar standarta absolūto potenciālu $E°_H$=**-0,27073** V. Standarta brīvās enerģijas izmaiņa aqua reakcijā $O_{2aq}+4\underline{(Pt)H}=2H_2O$ no elementiem ir

$\Delta G_{Hes2H2O}=2G_{H2O}-4G_{H(Pt)}-G_{O2aqua}=2*0-(4*$**48,56**$+$**330**$)=$**-524,24**$=2*$**-262** $^{kJ}/_{mol}$.. Standarta potenciālu summa

$\Delta G_{eq2H2O}=(E°_H-E°_{O2})•F•4=($**-0,27073**$-$**1,0868**$)*96485*4=-1,3575*96485*4=$**-523,925**$=2*$**-262** $^{kJ}/_{mol}$ ļauj neatkarīgi no Hesa likuma aprēķinātās veidošanās no elementiem ūdenī skābekļa O_{2aqua} un metāla ūdeņraža (Pt)H brīvās absolūtās enerģijas izmaiņas $\Delta G_{eq(Pt)H\_2H2O}=$**-262** $^{kJ}/_{mol}$, kura ir sakrītoša ar absolūto brīvo enerģiju $G_{H(Pt)}=(2G_{H2O}-\Delta G_{eq2H2O}-G_{O2aqua})/4=(2*0+$**523,9**$-$**329,68**$)/4=$**48,56** $^{kJ}/_{mol}$ un absolūto potenciāla skalu. Ūdeņraža standarta brīvā enerģija ūdens šķīdumā G_{H2aqua}=**103,24** $^{kJ}/_{mol}$ ir pie pH=7,36. [8]

$O_{2aq}+2H_{2aq}=2H_2O$; Brīvās enerģijas standarta izmaiņa Hesa likumā no aqua elementiem veidojoties ir $\Delta G_{HessCRCaqua}=2\Delta G°_{H2O}-2\Delta G°_{H2aqua}-\Delta G°_{O2aqua}=2*-237,191-(2*99,13/2+$**16,4**$)=-589,91=2*-295$ $^{kJ}/_{mol}$. CRC [1] Hesa likumā izmaiņas aprēķina no CRC datiem, kad tīri reaģenti pārvēršas tīros produktos un ir maksimāli iespējama izmaiņa lielāka par standarta izmaiņu $\Delta G_{HessCRCaqua}=$**-295** $^{kJ}/_{mol}>\Delta G_{eq(Pt)H\_H2O}=$**-262** $^{kJ}/_{mol}$. Veidošanās no elementiem ūdenī $\Delta G°_{H2O}=$**-151,55** $^{kJ}/_{mol}$ Albertija [8] un homeostāzē $\Delta G°_{H2O}=$**-147,26** $^{kJ}/_{mol}$.

Viela	$\Delta H°_H$,kJ/mol	$\Delta S°_H$,J/mol/K	$\Delta G°_H$,kJ/mol	
H_2O	-285,85	69,9565	-237,191	$\Delta G°_{H2O}=G_{H2O}-(G_{H2aq}+G_{O2aq}/2)=$**0**$-($**103,24**$+$**88,22**$/2)=$**-147,35** $^{kJ}/_{mol}$
H_2O	**-286,65**	**-453,188**	**-151,549**	$G_{H2O}=\Delta G_{H2OAlberty}-(\Delta G°_{H2O})=$**-151,549**$-(-237,191)=$**85,6** $^{kJ}/_{mol}$ [8]
H_3O^+	-285,81	-3,854	-213,2746	$\Delta G_H=\Delta H_H-T*\Delta S_H=$**-286,65**$-298,15*$**-0,453188**$=$**-151,5** $^{kJ}/_{mol}$;
H_{2aq}	23,4	-130	99,13	CRC [1]
H_{2aq}	**-5,02**	**-363,92**	**103,24**	pH=7,36 [8] Biochem. Thermodyn Massachusetts Technology Inst.
$E°\underline{(Pt)H}=$	**-0.27073 V**	**-1.0868**	**48,56**	$G_{H(Pt)}=(2G_{H2O}-\Delta G_{eq2H2O}-G_{O2aqua})/4=$**48,56** $^{kJ}/_{mol}$
O_{2aqua}	**-11,70**	**-94,2**	**16,4**	pH=7,36 [8] Biochem. Thermodyn Massachusetts Technology Inst.
O_{2aqua}	-11,715	110,876	16,4	CRC [1] Līdzsvara konstante ir labvēlīga lielāka par vienu:

$\Delta G°_{H3O^+}$,$^{kJ}/_{mol}$ <u>Mischenko</u> 1972, Himia, Leningrad [26]

$K_{eqH2O}=K_{OxRed}=exp(-\Delta G_{OxRed}/R/T)=exp($**261960,6**$/8,3144/298,15)=exp(105,675)=7,832*10^{45}$.

Eksotermiska un eksoerģiska O_{2aqua} reducēšana ar metālu ūdeņradi $4\underline{(Pt)H}$ un H_2O_2 dismutēšanas Hesa brīvās enerģijas izmaiņa negatīva $\Delta G_{HessAqua\_H2O}=$**-295** $^{kJ}/_{mol}$, bet sasniedzot $\Delta G_{eq2H2O}=$**-262** $^{kJ}/_{mol}$ līdzsvara stāvokli minimumā konstante ir lielāka par vienu $K_{eqH2O}=7,832*10^{45}$. Līdzsvara stāvoklis ir Prigožina atraktors visiem nelīdzsvara stāvokļiem. Brīvās enerģijas izmaiņas minimuma sasniegšanā iestājas līdzsvara stāvoklis.

Peroksīdam oksidēšana un reducēšana ir absolūtais standarta $E°_{H2O2Ox}$=**0,5268** V Ox $H_2O_2+2H_2O=O_{2aqua}+2H_3O^++2e^-$ un inversais standarta $-E°_{H2O2Red}$=**-1,7113** V Red $H_2O_2+2H_3O^++2e=4H_2O$ potenciāls. Dismutācija ir eksoerģiska, labvēlīga un eksotermiska $2H_2O_{2aq}=>O_{2aqua}+2H_2O+Q+\Delta G$ standartu summā $(E°_{H2O2Ox}-E°_{H2O2Red})=($**0,5268-1,7113**$)=-1,1845$ V $\Delta G_{eqStandard\_H2O2}=$**-228,57** $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{HessAquaH2O}$ =-295 $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta G<0$ Hess

ΔG_{eqH2O}=**-262** $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta G_{eqStandardH2O2}$=**-228,6** $^{kJ}/_{mol}$

Reaktanti $4\underline{(Pt)H}+O_{2aqua}$ un produkti $2H_2O$ 4A+B   50%   2D

Reaktanti $2H_2O_{2aq}$ un produkti $O_{2aqua}+2H_2O$ 2A   50%   B+2C
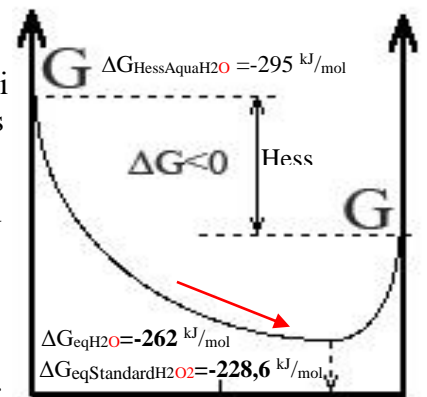
Peroksīda oksidēšanas klasiskais standarta potenciāls $E°_{klasiskaisH2O2Ox}$=0.6945 V [19], plus 2 ūdens uzskaite $-0,0591/2*log(1/[H_2O]^2)=0.103$ un saistītās summas $\Delta E°=+0,10166-0,37239$ izteiksmē absolūtais potenciāls ir $E°_{H2O2}=E°_{klasiskais}-0,0591/2*log(1/[H_2O]^2)+\Delta E°=0,6945+0,103+0,10166-0,37239=$**0,5268** V;

Peroksīda reducēšanas klasiskais standarta potenciāls $E°_{klasiskaisH2O2Red}$=1.776 V [17], plus 4 ūdens uzskaite $-0,0591/2*log(1/[H_2O]^4)=0.206$ un saistītās summas $\Delta E°=+0,10166-0,37239$ izteiksmē absolūtais potenciāls ir $E°_{H2O2Ox}=E°_{klasiskais}-0,0591/2*log(1/[H_2O]^4)+0,10166-0,372=1,776+0,206+0,10166-0,37239=$**1,7113** V;

Peroksīda oksidēšanas un inversā reducēšanas standarta potenciālu summa aprēķina enerģijas izmaiņu:

$\Delta G_{eqStandard\_H2O2}=(E°_{H2O2Ox}-E°_{H2O2Red})*F*n=($**0,5268-1,7113**$)*96485*2=(-1,1845)*96485*2=$**-228,57** $^{kJ}/_{mol}$.

$G_{AlbertyH2O2}=(G_{O2Biochem\_arterial}+2*G_{H2OBioChemistry}-\Delta G_{eqBioChem})/2=($**330**$+2*$**0**$+$**228,57**$)/2=$**279,285** $^{kJ}/_{mol}$.

$K_{eqStandart\_H2O2}=\dfrac{[O_2]_{aqua}\cdot[H_2O]^2}{[H_2O_2]^2_{aqua}}=K_{H2O2}=exp(-\Delta G_{eq}/R/T)=exp(228573/8,3144/298,15)=1,11*10^{40}$........

$E_{H2O2}=E°_{H2O2}+0,0591/2*lg(O_{2aqua}]*[H_3O^+]^2/[H_2O_2]/[H_2O]^2)=0,5268+0,0591/2*lg(6*10^{\wedge(-5)}*10^{\wedge-7,36*2}/1/55,3^{\wedge2})=-0,1359$ V

$E_{Ox}=E°_{H2O2Ox}+0,0591/2*log([H_2O]^4/[H_2O_2]/[H_3O^+]^2)=-1,7113+0,0591/2*log(55,3^{\wedge4}/1/10^{\wedge(-7,36*2)})=-1,0703$ V

Summā Nernsta + inversā reakcija homeostāzē absolūtā brīvās enerģijas elektroķīmiskā izmaiņa ir ar enerģijas saturu $\Delta G_{eqBioChem}=(E_{Red}-E_{oOx})*F*n=(0,1359-1,0703)*96485*2=(-0,9344)*96485*2=$**-180,3** $^{kJ}/_{mol}$ vienā molā

7

Liela ātruma protolīze peroksīda anjonu sadursmēs peroksisomās producē neaizstājamas taukskābes ω=6, ω=3 ar 100% iznākumu, skābekli, ūdeni un siltumu: : $2H_2O_{2aq}=O_{2aqua}+2H_2O+Q+\Delta G_H$.

Sadursmes $H^+ + HOO^- >< ^-OOH + H^+$ ūdenī aktivācijas enerģija ir liela Ea=79000 $^J/_{mol}$ ar lēnu reakcijas ātrumu. Sadursmē $HOO^- => Fe^{3+}$ ar dzelzs(III) jonu peroksīda aktivācijas enerģija Ea=29 $^J/_{mol}$ ir maza. Tas palielina reakcijas ātrumu trīsdesmit miljonus reizes. H_2O_2 veidošanās no aqua elementiem $O_{2aqua}+H_{2aqua}=H_2O_2$ negatīva eksoerģiska $\Delta G_{HessH2O2}=\Delta G°_{H2O2}-\Delta G°_{H2aqu}-\Delta G°_{O2aqua}=-237,129-(99,13+16,4)=-352,66$ $^{kJ}/_{mol}$. [1] Dismutācijas reakcija $\Delta G_{Hess2H2O2}=2\Delta G°_{H2O2}-2\Delta G°_{H2Oaqu}-\Delta G°_{O2aqua}=2*-237,129-(2*237,191+16.4)=-303,094$ $^{kJ}/_{mol}$. [1] Albertija dati Hesa izteiksmē $\Delta G_{Alberty2H2O2}=2G_{H2Oaqu}+G_{O2aqua}-(2G_{H2O2})=2*0+330-(2*279.285)=-228.57$ $^{kJ}/_{mol}$. [8]

Viela	$\Delta H°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$,$^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	
H_2O_{2aq}	**-191,99**	**-481,688**	**-48,39**	**Biochem.Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst.[8]
H_2O_{2aq}	-191,17	143,9	-134,03	University Alberta 1997. [19]
H_2O_{2aq}	Formation	**-48,39**	**340,25**	$G_{H2O2aq}=\Delta G_{H2O2Alberty}+(G_{O2gas}+G_{H2gas})=340,25$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2O_{2aq}	Formation	-134,03	**254,61**	$G_{H2O2aq}=\Delta G_{H2O2Alberty}+(G_{O2gas}+G_{H2gas})=254,61$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2O_{2aq}	$\Delta E°_{H2O2aq}=$	**1,1845 V**	**279,285**	$G_{H2O2}=(G_{O2aqua}+2*G_{H2O}+\Delta G_{Alberty\_2H2O2})/2=279,285$ $^{kJ}/_{mol}$;
HOO^-	$pK_a=11,75$	**77,016**	**333,866**	$G_{HOO-}=-G_{H3O+}+\Delta G_{aH2O2}+(G_{H2O2}+G_{H2O})=333,866$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2O_{2l}	-237,129	69,91	-237,129	CRC [1]

$G_{H2O2}=$**279,285** $^{kJ}/_{mol}$; $G_{HOO-}=$**333,866** $^{kJ}/_{mol}$;

$H_2O_2+H_2O=H_3O^++HOO^-$; $pK_a=11,75$; $G_{H2O2}=$**279,29** $^{kJ}/_{mol}$; $G_{HOO-}=$**333,866** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{aH2O2}=$**-R•T•ln**$(K_a/[H_2O])=-8,3144*298,15*ln(10^{(-11,75)}/55,3)=$**-8,3144*298,15*-31,07=77,016** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{aH2O2}=G_{H3O+}+G_{HOO-}-(G_{H2O2}+G_{H2O})=22,44+G_{HOO-}-(279,29+0)=77,016$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{HOO-}=-G_{H3O+}+\Delta G_{aH2O2}+(G_{H2O2}+G_{H2O})=-22,44+77,016+(279,29+0)=333,866$ $^{kJ}/_{mol}$;

$HOO^-+H_2O=O_{2aqua}+H_3O^++2e^-$ Peroksīda anjona pus reakcijas brīvās enerģijas izmaiņa ir iegūta standarta $\Delta G_{NernstHOO-}=G_{O2aqua}+G_{H3O+}-(G_{HOO-}+G_{H2O})=330+22,44-(333,866+0)=18,574$ $^{kJ}/_{mol}$; potenciālam $E°_{HOO-}$ aprēķinam $E°_{NernstHOO-}=\Delta G_{NernstHOO-}/F/1=18574/96485/2=0,09625$ V.

$E°_{HOOOx}=E°-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^1)+0,10166-0,37=0,31548-0,02955*lg(1/55,3^1)+0,10166-0,37239=0,09625$ V;

$E°_{HOO-}=E°+0,37239=0,09625+0,37239=0,46864$ V; $E°_{HOO-}=0,46864-0,10166=0,36698$ V;

$E°_{HOO-}=0,36698+0,0591/2*log(1/55,3^1)=0,31548$ V;

Eksotermiska, eksoerģiska H_2O_2 (aq) dismutēšanas Hesa $\Delta G_{Hess2H2O2}=-303,09$ $^{kJ}/_{mol}$ izmaiņa ir negatīva, bet standarta līdzsvaru maisījumā $\Delta G_{eqStandart}=$**-228,6** $^{kJ}/_{mol}$ minimizējas sasniedzot labvēlīgu konstanti $K_{eq}=1,11*10^{40}$. Lešateljē princips ir Prigožina atraktors kā brīvās enerģijas izmaiņas minimums ΔG_{min} līdzsvarā. Liela ātruma protolīzes atraktori pH=7,36, skābeklis 20,95% gaisā atrodas līdzsvara stāvoklī, kamēr neatgriezeniskā homeostāze turpinās, jo ir nelīdzsvara stāvoklis. Prigožina atraktors ir Nobela prēmija ķīmijā 1977. gadā. KATALĀZE izdzēš peroksīda molekulas H_2O_2 sasniedzot 100% ω=6, ω=3 taukskābju C20:4 iznākumu elongācijas sintēzē peroksisomās. KATALĀZES reaktivitāte ir nepieciešams neatgriezeniskas homeostāzes Brauna molekulārs dzinējs evolūcijai un izdzīvošanai. H_2O_2 veidošanās no elementiem $O_{2gas}+H_{2gas}=H_2O_{2aq}$; $\Delta G°_{UnivAlberta}=-134,03$ $^{kJ}/_{mol}$, [19] $\Delta G°_{Alberty}=-48,39$ $^{kJ}/_{mol}$. [8] No Albertija datiem $\Delta G_{HessH2O2}=G_{H2O2}-G_{H2gas}-G_{O2gas}=279,285-(85,64+303)=-109,155$ $^{kJ}/_{mol}$ iegūtās vērtības G_{H2O2}; G_{H2gas}; G_{O2gas} atrodas starp $\Delta G°_{UnivAlberta}=-134,03$ $^{kJ}/_{mol}$ un $\Delta G°_{Alberty}=-48,39$ $^{kJ}/_{mol}$ daudz tuvāk kā CRC dati. [1] Analoģiski dati absolūtajā brīvo enerģiju skalā $G_{AlbertyH2O2}=$**279,285** $^{kJ}/_{mol}$ atrodas starp saturu molā $G_{H2O2aq}=$**254,61** $^{kJ}/_{mol}$, [19] un $G_{H2O2aq}=$**340,25** $^{kJ}/_{mol}$ [8]:

$G_{H2O2aq}=\Delta G_{H2O2CRC}+(G_{O2gas}+G_{H2gas})=-134,03+(303+85,64+0)=254,61$ $^{kJ}/_{mol}$; [19]

$G_{H2O2aq}=\Delta G_{H2O2Alberty}+(G_{O2gas}+G_{H2gas})=-48,39+(303+85,64+0)=340,25$ $^{kJ}/_{mol}$; [8] 41.,54. lpp. [1,8,20]

$\Delta G_{HessH2O2}=-303,094$ $^{kJ}/_{mol}$

G

$\Delta G<0$ Hess

G

KATALĀZE

$\Delta G_{Standart}=$**-228,6** $^{kJ}/_{mol}$
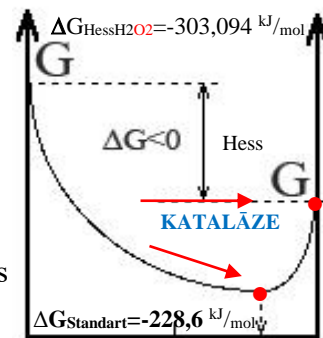
A+A 50% B+2C izejvielas $2H_2O_{2(aq)}$ produkti_$O_{2aqua}+2H_2O$

Sēra / H₂**S**aq red-oks sistēmas. H₃O⁺ un [H₂O]=55,3 M uzskaite absolūtās brīvās enerģijas un potenciālu skalai.

Viela	ΔH°ₕ kJ/mol	ΔS°ₕ J/mol/K	ΔG°ₕ , kJ/mol	
H₂**S**gas	formation	-81,96	**7,1636**	G$_{H2gas}$=**85,6** kJ/mol; G$_{H2Saq}$=**53,3896** kJ/mol; G$_{Srhombic}$=**3,5436** kJ/mol;
H₂**S**gas	Solubility	promote	**38,1196**	favored G$_{H2Sgas}$=ΔG°$_{H2Sgas}$+(G$_{Srombic}$+G$_{H2}$)=**7,1636** kJ/mol;
H₂**S**gas	-20,6	205,81	-81,96	G$_{H2Sgas}$=G$_{H2Saq}$-(ΔG$_{eq}$+G$_{H2O}$)=53,3896-(15,27+**0**)=**38,1196** kJ/mol;
H₂**S**aq	-38,6	126	-76,167	CRC [1] ΔG$_{H2Sgas}$=ΔH$_H$−T*ΔS$_H$=-81,96 kJ/mol;
H₂**S**aq	**-22,9596**	**-256,064**	**53,3896**	CRC [1] ΔG$_{HS-}$=ΔH$_H$−T*ΔS$_H$=-76,167 kJ/mol;
H₂**S**aq	**S**+2(Pt)H=	H₂**S**aq	**84,343**	2006, Massachusetts Technology Inst. pH=7,36 Alberty [8]
H**S**⁻	-16,3	67	-36,276	G$_{H2Saq}$=ΔG$_{HessH2S}$+(2G$_{H(Pt)}$+G$_{Srombic}$)=**84,343** kJ/mol;
H**S**⁻	E°$_{S↓/S2=}$=	**-0,8517**V	**90,5336**	CRC [1] ΔG$_{HS-}$=ΔH$_H$−T*ΔS$_H$=-16,3-298,15*0,067=-36,276 kJ/mol;
H**S**⁻	pK$_{a1}$=7.05	favored	**81,138**	G$_{HS-aq}$=G$_{Srombic}$+2G$_{H2O}$-(ΔG$_{eqHS-aq}$+G$_{OH}$)=**90,5336** kJ/mol;
H**S**⁻	pK$_{a2}$=19	-	**92,65**	favored G$_{HS-}$=ΔG$_{eq}$-G$_{H3O}$+(G$_{H2S}$+G$_{H2O}$)=**81,138** kJ/mol;
Srombic	formation	gas-81,96	**3,5436**	G$_{HS-}$=G$_{S2-}$+G$_{H3O}$-(ΔG$_{eq}$+G$_{H2O}$)=**92,65** kJ/mol;
Srombic	E°$_{S↓/H2Saq}$=	**-0.025735** V	**3,5436**	G$_{Srombic}$=G$_{H2Sgas}$-(ΔG$_{Hess\_H2Sgas}$+G$_{H2}$)=**3,5436** kJ/mol;
S²⁻	E°$_{S↓/S2=}$=	**-0,79853**V	**157,63**	favored G$_{Srombic}$=ΔG$_{eqH2Saq}$-2G$_{H3O+}$+(G$_{H2Saq}$+2G$_{H2O}$)=**3,544** kJ/mol;

G$_{S2-aq}$=G$_{Srombic}$+G$_{H2O}$-(ΔG$_{eqS2-aq}$)=**157,63** kJ/mol;

Veidošanās no elementiem **S**rhombic+**H**₂gas=H₂**S**gas uzrāda enerģijas saturu G$_{H2Sgas}$=**7,1636** kJ/mol;

Enerģijas saturs ir G$_{H2Sgas}$=ΔG°$_{H2Sgas}$+(G$_{Srombic}$+G$_{H2}$)=-81,98+(**3,5436**+**85,6**)=**7,1636** kJ/mol. [1,8]

Enerģijas saturs ir G$_{Srombic}$=G$_{H2Sgas}$-(ΔG°$_{H2Sgas}$+G$_{H2}$)=**7,1636**-(-81,98+**85,6**)=**3,5436** kJ/mol. [1,8]

Šķīdības **H₂S**gas+H₂**O**=**H₂S**aq 3,98 g/L 20° C [30] M$_{H2S}$=34,08 g/mol produkts K$_{sp}$=[**H₂S**aq]=3,98/34,08=0,11678 M līdzsvara konstante ir K$_{eq}$=K$_{sp}$/[H₂O]=0,116784/55,3=0,0021118 ar endoerģisku brīvās enerģijas izmaiņu pozitīvu ΔG$_{eq}$=-R•T•ln(K$_{eq}$)=-8.3144*298.15*ln(0,0021118)=G$_{H2Saq}$-(G$_{H2Sgas}$+G$_{H2O}$)=**15,27** kJ/mol.

Brīvās enerģijas saturs molā sērūdeņraža ir G$_{H2Sgas}$=G$_{H2Saq}$-(ΔG$_{eq}$+G$_{H2O}$)=53,3896-(**15,27**+**0**)=**38,1196** kJ/mol.

S²⁻=**S**rombisks+H₂**O**+2e⁻; Klasiskais standarta potenciāls E°$_{klasiskais}$=-0.4763 V [1], plus ūdens uzskaite -0.0591/2*log([H₂O]¹)=-0.0515 un saistītā summa ΔE°=+0.10166-0.37239 izteiksmē absolūtais potenciāls ir

E°$_{S↓/S2=}$=E°$_{klasiskais}$-0,0591/2*log([H₂O]¹)+ΔE°=-0,4763-0,0515+0,10166-0,37239=**-0,79853** V;

ΔG$_{eqS2=}$=E°$_{S2=}$•Fn=**-0,79853***96485*2=**-154,09** kJ/mol . G$_{Srombic}$=**3,5436** kJ/mol;

ΔG$_{eqS2-aq}$=G$_{Srombic}$+G$_{H2O}$-(G$_{S2-aq}$)=**3,5436**+0-(**157,63**)=**-154,09** kJ/mol;

G$_{S2-aq}$=G$_{Srombic}$+G$_{H2O}$-(ΔG$_{eqS2-aq}$)=**3,5436**+0-(-154,09)=**157,63** kJ/mol;

H S⁻+**O**H⁻=**S**rombisks+2H₂**O**+2e⁻; Klasiskais standarta potenciāls E°$_{klasiskais}$=-0.478 V [1] , plus ūdens uzskaite -0.0591/2*log([H₂O]²)=-0.103 un saistītā summa ΔE°=+0.10166-0.37239 izteiksmē absolūtais potenciāls ir

E°$_{S↓/HS=}$=E°$_{klasiskais}$-0,0591/2*log([H₂O]²)+ΔE°=-0,478-0,103+0,10166-0,37239=**-0,8517** V;

ΔG$_{eqHS=}$=E$_{HS}$•Fn=**-0,8517***96485*2=**-164,35** kJ/mol .

ΔG$_{eqHS-aq}$=G$_{Srombic}$+2G$_{H2O}$-(G$_{HS-aq}$+G$_{OH}$)=**3,5436**+2*0-(**90,5336**+77.36)=**-164.35** kJ/mol;

G$_{HS-aq}$=G$_{Srombic}$+2G$_{H2O}$-(ΔG$_{eqHS-aq}$+G$_{OH}$)=**3,5436**+2*0-(**-164.35**+77.36)=**90,5336** kJ/mol;

H₂Saq+2H₂**O**=**S**rombisks+2**H₃O**⁺+2e⁻; Klasiskais standarta potenciāls E°$_{klasiskais}$=0.142 V [1] , plus ūdens uzskaite -0.0591/2*log(1/[H₂O]²)=0.103 un saistītā summa ΔE°=+0.10166-0.37239 izteiksmē absolūtais potenciāls ir

E°$_{S↓/H2S}$=E°$_{klasiskais}$-0,0591/2*log(1/[H₂O]²)+ΔE°=0,142+0,103+0,10166-0,37239=**-0,025735** V;

ΔG$_{eqH2S}$=E°$_{H2S}$Fn=**-0.025735***96485*2=**-4.966** kJ/mol .

ΔG$_{eqH2Saq}$=G$_{Srombic}$+2G$_{H3O+}$-(G$_{H2Saq}$+2G$_{H2O}$)=**-85.64**+2*22.44-(**53,3896**+2*0)=**-4.966** kJ/mol;

G$_{Srombic}$=ΔG$_{eqH2Saq}$-2G$_{H3O+}$+(G$_{H2Saq}$+2G$_{H2O}$)=**-4,966**-2*22.44+(**53,3896**+2*0)=**3,5436** kJ/mol; favored

pKa=7,0 Wikipedia; [1] pK$_{a1}$=7,05; pK$_{a2}$=19

pK$_{a1}$=7,05 **H₂S**+H₂**O**=H**S**⁻+H₃O⁺; K$_{eq1}$=K$_{a1}$/[H₂O]=10^(-7,05)/55,3= 0,000000001612;

ΔG$_{eq}$=-R•T•ln(K$_{eq}$)=-8,3144*298,15*ln(0,000000001612)= G$_{HS-}$+G$_{H3O}$-(G$_{H2S}$+G$_{H2O}$)=**50,188** kJ/mol;

ΔG$_{eq}$=G$_{HS-}$+G$_{H3O}$-(G$_{H2S}$+G$_{H2O}$)=**81,138**+22.44-(**53,3896**+0)=**50.188** kJ/mol ;

G$_{HS-}$=ΔG$_{eq}$-G$_{H3O}$+(G$_{H2S}$+G$_{H2O}$)=**50.188**-22.44+(**53,3896**+0)=**81,138** kJ/mol ;

pK$_{a2}$=19 **HS**⁻+ H₂**O**=**S**²⁻+H₃O⁺; K$_{eq1}$=K$_{a1}$/[H₂O]=10^(-19)/55,3=10^(-20,74);

ΔG$_{eq}$=-R•T•ln(K$_{eq}$)=-8,3144*298,15*ln(10^(-20,74))=G$_{S2-}$+G$_{H3O}$-(G$_{HS-}$+G$_{H2O}$)=**118,38** kJ/mol;

ΔG$_{eq}$=G$_{S2-}$+G$_{H3O}$-(G$_{HS-}$+G$_{H2O}$)=**188,59**+22,44-(G$_{HS-}$+0)=**118.38** kJ/mol ;

G$_{HS-}$=G$_{S2-}$+G$_{H3O}$-(ΔG$_{eq}$+G$_{H2O}$)=**188,59**+22,44-(**118.38**+0)=**92,65** kJ/mol ;

Sēra reducēšana inversais potenciāls: **S**rombic+2**H₃O**⁺+2e⁻=**H₂S**aq+2H₂**O**; -E°$_S$=**0,025735** V;

2(Pt)H+2H₂**O**=2H₃O⁺+ 2e⁻;   E°$_H$=**-0,27073** V; **S**rombic+2(Pt)H=H₂**S**aq;

ΔG$_{eq}$=(E°$_H$-E°$_S$)•F•1•2=(**-0,27073**+0,025735)*96485*2=**-0,244995***96485*2= **-47,277** kJ/mol;

G$_{H2Saq}$=ΔG$_{HessH2S}$+(2G$_{H(Pt)}$+G$_{Srombic}$)=**-47.277**+(2***48.56**+34,5)=**84,343** kJ/mol .

Albertija [8] un CRC [1] dati: G_{H2gas}=**85,6** kJ/mol , G_{H2Saq}=**53,3896** kJ/mol [8] un $\Delta G°_{H2O}$=-237,191 kJ/mol, $\Delta G°_{H2Sgas}$=-81,98 kJ/mol [1] ļauj aprēķināt vielu absolūtās vērtības brīvās enerģijas saturam $G_{Srombisks}$=**3,5436** kJ/mol, G_{O2gas}=**303** kJ/mol utt. attiecībā pret ūdeni un oglekļa dioksīda gāzi nulles G_{H2O}=G_{CO2gas}=G_{e^-}=0 kJ/mol atskaites skalā. Veidošanās no brīviem elementiem sērskābei un sulfātiem:

$S_{rombisks}$+2O_{2gas}+H_{2gas}=H_2SO_4: $\Delta G°_{H2SO4Form}$=G_{H2SO4}-($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**+G_{H2gas})=-690,0 kJ/mol; [1] Saturs molā sērskābes ir G_{H2SO4}=$\Delta G°_{H2SO4Form}$+($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**+G_{H2gas})=-690,0+(**3,5436**+2***303**+**85,6**)=**5,1436** kJ/mol;

$S_{rombisks}$+2O_{2gas}+H_{2gas}/2=HSO_4^-; $\Delta G°_{HSO4Form}$=G_{HSO4}-($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**+**0,5G_{H2gas}**)=-755,9 kJ/mol . Saturs molā HSO_4^- ir G_{HSO4}=$\Delta G°_{HSO4Form}$+($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**+**0,5G_{H2gas}**)=-755,9+(**3,5436**+2***303**+**85,6/2**)=**-103,56** kJ/mol.

$S_{rombisks}$+2O_{2gas}=SO_4^{2-}; $\Delta G°_{SO4Form}$=G_{SO4}-($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**)=**-747,75** kJ/mol. Saturs molā SO_4^{2-} ir G_{SO4}=$\Delta G°_{SO4Form}$+($G_{Srombisks}$+**2G_{O2}**)=**-747,75**+(**3,5436**+2***303**)=**-138,2** kJ/mol.

Protolīzes līdzsvaru H_2SO_4+H_2O=HSO_4^-+H_3O^+ molu daļās aprēķina K_{eq1}=K_{a1}/[H_2O]=10^(2,8)/55,3=11,41 dalot skābes konstanti K_{a1} (pK_{a1}=-2,8) ar ūdeni [H_2O]=55,3 M. Brīvās enerģijas izmaiņa ir $\Delta G_{eqH2SO4}$=-R•T•ln(K_{eq})=-8,3144*298,15*ln(11,41)=G_{HSO4-}+G_{H3O}-(G_{H2SO4}+G_{H2O})=**-6,035** kJ/mol no Hesa likuma brīvās enerģijas izteiksmes $\Delta G_{eqH2SO4}$=G_{HSO4-}+G_{H3O}-(G_{H2SO4}+G_{H2O})=G_{HSO4-}+**22,44**-(**5,1436**+0)=**-6,035** kJ/mol saturs HSO_4^- anjona molam ir G_{HSO4-}=$\Delta G_{eqH2SO4}$-G_{H3O}+(G_{H2SO4}+G_{H2O})=**-6,035**-**22,44**+(**5,1436**+0)=**-23,33** kJ/mol. Protolīzes līdzsvara HSO_4^-+H_2O=SO_4^{2-}+H_3O^+ pK_{a2}=1,99 K_{eq2}=K_{a2}/[H_2O]=10^(-1,99)/55,3=0,0001850 brīvā enerģija ir ΔG_{eqHSO4}=-R•T•ln(K_{eq2})=-8,3144*298,15*ln(0,0001850)=G_{SO42-}+G_{H3O}-(G_{HSO4-}+G_{H2O})=**21,307** kJ/mol. Hesa brīvās enerģijas izteiksmē ΔG_{eqHSO4}=G_{SO42-}+G_{H3O}-(G_{HSO4-}+G_{H2O})=G_{SO42-}+**22,44**-(**-23,33**+0)=**21,307** kJ/mol enerģija SO_4^{2-} anjona molam ir G_{SO42-}=ΔG_{eqHSO4}-G_{H3O}+(G_{HSO4-}+G_{H2O})=**21,307**-**22,44**+(**-23,33**+0)=**-24,46** kJ/mol.

Veidošanās no brīvajiem elementiem $S_{rombisks}$+1,5O_{2gas}+H_{2gas}=H_2SO_{3aq}; un šķīdība SO_2^{gas}+H_2O=H_2SO_{3aq} .

$\Delta G°_{H2SO3Form}$=G_{H2SO3}-($G_{Srombisks}$+**1,5ΔG_{O2}**+ G_{H2gas})=-56,94-(**3,5436**+1,5***303**+**85,6**)=**-600,58** kJ/mol;

G_{HSO3}=$\Delta G°_{HSO3Form}$+($G_{Srombisks}$+**1,5ΔG_{O2}**+G_{H2gas}/2)=-486,5+(**3,5436**+1,5***303**+**85,6/2**)=**-74,84** kJ/mol;

G_{SO3}=$\Delta G°_{SO3Form}$+$G_{Srombisks}$+**1,5ΔG_{O2}**=-490,38-**85,64**+1,5***303**=**-121,52** kJ/mol;

Protolīzes līdzsvaru molu daļās K_{eq}=K_a/[H_2O] aprēķina dalot skābes konstanti ar ūdeni [H_2O]=55,3 M. H_2SO_3+H_2O=HSO_3^-+H_3O^+;pK_{a1}=1,85;K_{eq1}=K_{a1}/[H_2O]=10^(-1,85)/55,3=0,0002554 brīvās enerģijas izmaiņa ir $\Delta G_{eqH2SO3}$=-R•T•ln(K_{eq1})=-8,3144*298,15*ln(0,0002554)=G_{HSO3-}+G_{H3O}-(G_{H2SO3}+G_{H2O})=**20,5075** kJ/mol;

G_{HSO3-}=$\Delta G_{eqH2SO3}$-G_{H3O}+(G_{H2SO3}+G_{H2O})=**20,5075**-**22,44**+(**-56,93796**+0)=**-58,87** kJ/mol; pH=1,85

HSO_3^-+H_2O=SO_3^{2-}+H_3O^+; pK_{a2}=7,21; K_{eq2}=K_{a2}/[H_2O]=10^(-7,21)/55,3= 0,000000001115

ΔG_{eqHSO3}=-R•T•ln(K_{eq2})=-8,3144*298,15*ln(0,000000001115)=G_{SO32-}+G_{H3O}-(G_{HSO3-}+G_{H2O})=**51,1** kJ/mol;

G_{SO32-}=ΔG_{eqHSO3}+G_{H3O}-(G_{HSO3-}+G_{H2O})=**51,1**-**22,44**+(**-58,87**+0)=**-30,21** kJ/mol; pH=7,21

H_2SO_3+4H_2O=HSO_4^-+3H_3O^++**2e^-** Klasiskais standarta potenciāls $E°_{klasiskais}$=0,172 V [1] , plus ūdens uzskaite -0,0591/2*log(1/[H_2O]^4)=0,206 un saistītā summa $\Delta E°$=+0,10166-0,37239 izteiksmē absolūtais potenciāls ir

$E°_{H2SO3}$=$E°_{klasiskais}$-0,0591/2*log(1/[H_2O]^4)+$\Delta E°$=0,172+0,206+0,10166-0,37239=**0,10726** V;

pH<2 E_{H2SO3}=$E°_{H2SO3}$+$\frac{0.0591}{2}$•log$\frac{[HSO_4^-]\cdot[H_3O^+]^4}{[H_2SO_3]\cdot[H_2O]^5}$ =**0,10726** V $+\frac{0.0591}{2}$•log$\frac{[HSO_4^-]\cdot[H_3O^+]^4}{[H_2SO_3]\cdot[H_2O]^5}$

$\Delta G_{eqH2SO3}$=$E°_{HSO3}$•F•2=**0,10726***96485*2=**20,69796** kJ/mol;

$\Delta G_{eqHS2O3}$=G_{HSO4-}+3G_{H3O}-(G_{H2SO3}+4G_{H2O})= **-103,56**+3*22,44-(**-56,93796**+4*0)=**20,69796** kJ/mol ;

G_{H2SO3}=G_{HSO4-}+3G_{H3O}-($\Delta G_{eqH2SO3}$+4G_{H2O})=**-103,56**+3*22,44-(**20,69796**+4*0)=**-56,94** kJ/mol ;

G_{HSO4-}=$\Delta G_{eqH2SO3}$-3G_{H3O}+(G_{H2SO3}+4G_{H2O})=**20,69796**-3*22,44+(**-56,93796**+4*0)=**-103,56** kJ/mol ;

Šķīdības konstantes molu daļās K_{eq}=K_{sp}/[H_2O] aprēķina dalot piesātinātu šķīdības produktu ar ūdeni [H_2O]. SO_2^{gas}+H_2O=H_2SO_{3aq}; K_{eq}=[H_2SO_3]/[SO_2^{gas}]/[H_2O]=1,46724/1/51,64=0,028413, jo piesātinājuma stāvoklī izšķīst 94 g/L SO_2 M=64,066 g/mol [SO_2]=[H_2SO_3]=94/64,066=1,46724 M sērpaskābes M_{H2SO3}=82,075 g/mol ar blīvumu **1,05** g/mL $m_{solution}$=1050 g/L un m_{H2SO3}=[SO_2]*M_{H2SO3}=1,46724 M*82,075 g/mol=**120,4327** g/L skābes masu **m_{H2O}**=1050-120,4327=929,5673 g. Ūdens koncentrācija ir n_{H2O}=929,5673/18=51,64 M. Brīvās enerģijas izmaiņa ir $\Delta G_{eqH2SO3}$=-R•T•ln(K_{eq})=-8,3144*298,15*ln(0,028413)=G_{H2SO3}-(G_{SO2}+G_{H2O})=**8,82727** kJ/mol;

$\Delta G_{eqH2SO3}$=G_{H2SO3}-(G_{SO2}+G_{H2O})=**-72,9075**-(**-81,73477**+0)=**8,82727** kJ/mol;

G_{SO2}=G_{H2SO3}-($\Delta G_{eqH2SO3}$+G_{H2O})=**-72,9075**-(**8,82727**+0)=**-81,73477** kJ/mol ; pH<2 [1]

G_{SO2}=G_{H2SO3}-($\Delta G_{eqH2SO3}$+G_{H2O})=**-56,93796**-(**8,82727**+0)=**-65,76523** kJ/mol ; 2=<pH<7 [17]

$\Delta G_{eqH2SO3}$=G_{H2SO3}-(G_{SO2}+G_{H2O})=**-56,93796**-(**-65,76523**+0)=**8,82727** kJ/mol;

Veidošanās no brīvajiem elementiem $S_{rombisks}+O_{2gas}=SO_2$: $\Delta G°_{SO2Form}=G_{SO2}-(-85,64+303)=-370,82$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{SO2}=\Delta G°_{SO2Form}+(G_{Srombisks}+G_{O2})=-370,82+(-85,64+303)=-153,46$ $^{kJ}/_{mol}$;

$HSO_3^-+4H_2O=SO_4^{2-}+3H_3O^++2e^-$; Klasiskais standarta potenciāls $E°_{klasiskais}=0,172$ V [17] , plus ūdens uzskaite $-0,0591/2*\log(1/[H_2O]^4)=0,206$ un saistītā summa $\Delta E°=+0,10166-0,37239$ izteiksmē absolūtais potenciāls ir

$E°_{HSO3-}=E°-0,0591/2*\log(1/[H_2O]^4)+\Delta E°=0,172+0,206+0,10166-0,37239=0,10726$ V;

$2=<pH<7$ $E_{HSO3-}=E°_{HSO3-}+0,0591/2*\log\dfrac{[SO_4^{2-}]\cdot[H_3O^+]^3}{[HSO_3^-]\cdot[H_2O]^4}=0,10726$ V $+0,0591/2*\log\dfrac{[SO_4^{2-}]\cdot[H_3O^+]^3}{[HSO_3^-]\cdot[H_2O]^4}$

$\Delta G_{eqSO4-}=E°_{HSO4-}\cdot F\cdot2=0,10726*96485*2=20,69796$ $^{kJ}/_{mol}$,

$\Delta G_{eqSO4-}=G_{SO4-}+3G_{H3O}-(G_{HSO3}+4G_{H2O})=-24,46+3*22,44-(22,16+4*0)=20,7$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{HSO3}=G_{SO4-}+3G_{H3O}-(\Delta G_{eqSO4-}+4G_{H2O})=-24,46+3*22,44-(20,69796+4*0)=22,16$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{SO4-}=\Delta G_{eqSO4-}-3G_{H3O}+(G_{HSO3}+4G_{H2O})=20,69796-3*22,44+(22,16+4*0)=-24,46$ $^{kJ}/_{mol}$;

Viela	$\Delta H°_{H},^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_{H},^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_{H},^{kJ}/_{mol}$	
H_2SO_4	-814,0	156,9	-690,0	CRC [1];
H_2SO_4	favored	formation	**5,1436**	$G_{H2SO4}=\Delta G°_{H2SO4}+G_{Srombisks}+2\Delta G_{O2}+G_{H2gas}+G_{H2O}=5,1436$ $^{kJ}/_{mol}$;
HSO_4^-	-887,3	131,8	-755,9	CRC [1]
HSO_4^-	-	$pK_{a1}=-2,8$	**-23,33**	$G_{HSO4-}=\Delta G_{eqH2SO4}-G_{H3O}+(G_{H2SO4}+G_{H2O})=-23,33$ $^{kJ}/_{mol}$;
HSO_4^-	$pH<2$	formation	**-103,56**	$G_{HSO4-}=\Delta G°_{HSO4}+G_{Srombisks}+2\Delta G_{O2}+G_{H2gas}/2=-103,56$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_4^{2-}	**-907,62**	**-536,2**	**-747,75**	**BioTherm2006** pH=7.36 [8] $\Delta G\_SO42-=\Delta H-T*\Delta S=-747.75$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_4^{2-}	-	formation	**-138,2**	$G_{SO4}=\Delta G°_{SO4Form}+G_{Srombisks}+2\Delta G_{O2}=-747,75-85,64+2*303=-138,2$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_4^{2-}	$2=<pH<7$	$pK_{a2}=1,99$	**-24,46**	$G_{SO42-}=\Delta G_{eqHSO4}-G_{H3O}+(G_{HSO4-}+G_{H2O})=-24,46$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_4^{2-}	$E°_{HSO3-}=$	**0,10726**	**-24,46**	$G_{SO4-}=\Delta G_{eqSO4-}-3G_{H3O}+(G_{HSO3}+4G_{H2O})=-24,46$ $^{kJ}/_{mol}$;$2=<pH<7$
SO_4^{2-}	$E°_{SO32-}=$	**-1,2522**	**-213,4**	$G_{SO42-}=\Delta G_{eqSO32-OH}-G_{H2O}+(G_{SO32-}+2G_{OH})=-213,4$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_4^{2-}	-909,3	20,1	-744,5	CRC [1]
SO_2^{gas}	−296,81	248,223	-370,82	[1] $\Delta G_H=\Delta H_H-T*\Delta S_H=-296,81-298,15*0,248223=-370,82$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_2^{gas}		formation	**-153,46**	$G_{SO2}=\Delta G°_{SO2Form}+(G_{Srombisks}+G_{O2})=-153,46$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_2^{gas}	$\Delta GK_{sp}=8,827$	$pH<2$	**-81,735**	$\Delta G_{SO2}=G_{H2SO3}-(\Delta G_{eqH2SO3}+G_{H2O})=-72,9075-(8,82727+0)=-81,73477$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_2^{gas}	$\Delta GK_{sp}=8,827$	$2<pH<7$	**-65,765**	$G_{SO2}=G_{H2SO3}-(\Delta G_{eqH2SO3}+G_{H2O})=-65,76523$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2SO_3	[Alberty] [8]	pH=7,36	**-600,58**	$\Delta G°_{H2SO3Form}=G_{H2SO3}-(G_{Srombisks}+1,5\Delta G_{O2}+G_{H2gas})=-600,58$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2SO_3		formation	**-72,9075**	$G_{H2SO3}=\Delta G°_{H2SO3Form}+(G_{Srombisks}+1,5\Delta G_{O2}+G_{H2gas})=-72,9075$ $^{kJ}/_{mol}$;
H_2SO_3	$E°_{H2SO3}=$	**0,10726**	**-56,93796**	$G_{H2SO3}=G_{HSO4-}+3G_{H3O}-(\Delta G_{eqH2SO3}+4G_{H2O})=-56,938$ $^{kJ}/_{mol}$; pH<2
HSO_3^-	$E°_{HSO3-}=$	**0,10726**	**22,16**	$G_{HSO3}=G_{SO4-}+3G_{H3O}-(\Delta G_{eqSO4-}+4G_{H2O})=22,16$ $^{kJ}/_{mol}$;
HSO_3^-		formation	**-74,84**	$G_{HSO3}=\Delta G°_{HSO3}+G_{Srombisks}+1,5\Delta G_{O2}+G_{H2gas}/2=-74,84$ $^{kJ}/_{mol}$;
HSO_3^-		$pK_{a1}=1,85$	**-58,87**	$G_{HSO3-}=\Delta G_{eqH2SO3}-G_{H3O}+(G_{H2SO3}+G_{H2O})=-58,87$ $^{kJ}/_{mol}$;
HSO_3^-	-635,5	-29	-486,5	CRC [1]
SO_3^{2-}	**-632,19**	**-474,05**	**-490,38**	**BioTherm2006** [8] $\Delta G_{H\_SO32-}=\Delta H_H-T*\Delta S_H=-632,1888-298,15*-0,47405=-490,85$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_3^{2-}	-	formation	**-121,52**	$G_{SO3}=\Delta G_{Form}=\Delta G°_{SO3}+G_{Srombisks}+1,5\Delta G_{O2}=-121,52$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_3^{2-}		$pK_{a2}=7,21$	**-30,21**	$G_{SO32-}=\Delta G_{eqHSO3}+G_{H3O}-(G_{HSO3-}+G_{H2O})=-30,21$ $^{kJ}/_{mol}$;
SO_3^{2-}	$E°_{SO32-OH}=$	**-1,2522**	**62,457**	$G_{SO32-}=G_{SO42-}+G_{H2O}-(\Delta G_{eqSO32-OH}+2G_{OH})=62,457$ $^{kJ}/_{mol}$; pH>7

$G_{H2SO3}=\Delta G°_{H2SO3Form}+(G_{Srombisks}+1,5\Delta G_{O2}+G_{H2gas})=-72,9075$ $^{kJ}/_{mol}$;

$SO_3^{2-}+2OH^-=SO_4^{2-}+H_2O+2e^-$; pH>7; Klasiskais standarta potenciāls $E°_{klasiskais}=-0,93$ V [17] , ūdens uzskaite $-0,0591/2*\log([H_2O])=0,0515$ un saistītā summa $\Delta E°=+0,10166-0,37239$ izteiksmē absolūtais potenciāls ir $E°_{SO32-OH}=E°-0,0591/2*\log([H_2O])+\Delta E°=-0,93+0,0515+0,10166-0,37239=-1,2522$ V;

$E_{SO32-OH}=E°_{SO32-OH}+\dfrac{0.0591}{2}\cdot\log\dfrac{[SO_4^{2-}]\cdot[H_2O]}{[SO_3^{2-}]\cdot[OH^-]^2}=-1,2522$ V $+\dfrac{0.0591}{2}\cdot\log\dfrac{[SO_4^{2-}]\cdot[H_2O]}{[SO_3^{2-}]\cdot[OH^-]^2}$
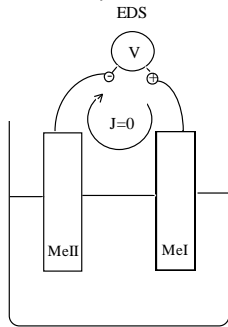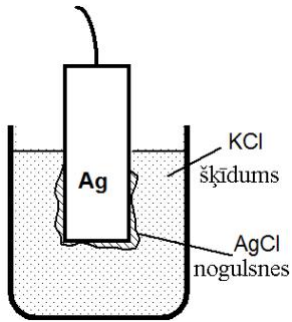
$\Delta G_{eqSO42-OH}=E°_{SO32-OH}\cdot F\cdot2=-1,2522*96485*2=-241,637$ $^{kJ}/_{mol}$,;

$\Delta G_{eqSO32-OH}=G_{SO42-}+G_{H2O}-(G_{SO32-}+2G_{OH})=24,46+0-(62,457+2*77,36)=-241,637$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{SO32-}=G_{SO42-}+G_{H2O}-(\Delta G_{eqSO32-OH}+2G_{OH})=-24,46+0-(-241,637+2*77,36)=62,457$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{SO42-}=\Delta G_{eqSO32-OH}-G_{H2O}+(G_{SO32-}+2G_{OH})=-241,637-0+(62,457+2*77,36)=-24,46$ $^{kJ}/_{mol}$;

Metāla nešķīstošā sāls un sāls anjonu šķīdums II-veida elektrods.

K^+Cl^- šķīduma ar nešķīstošās sāls AgCl pret joniem Cl^- un sudraba metāla Ag elektrodu. Elektriskā potenciāla mērījumi voltos ar elektrodu pāri ir **E**lektro **D**zinēja **S**pēks EDS volti. Starp indikatora elektrodu MeI un MeII salīdzināšanas elektrodu savienotiem noslēgtā elektriskā ķēdē aprēķina MeI indikatora elektroda potenciālu EI kā summu: EI=EDS+EII. Standarta salīdzināšanas elektrods EII kalpo par konstantu potenciālu ar hlorīda koncentrāciju.

Sudraba I-veida elektroda: $\mathbf{Ag}(s)+H_2O=\mathbf{Ag^+}+e^-$ absolūtais potenciāls satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=0,7994$ V [18], logaritmu $-0,0591/1*lg(1/[H_2O]^1)=-0,103$ un summu $\Delta E°$: $E_{Ag/Ag+}=E°_{klasisko}-0,0591/1*lg(1/[H_2O]^1)+\Delta E°=0,7994-0,103+0,10166-0,37239=\mathbf{0,6317}$ V.

$\Delta\mathbf{G_{eq\_Ag}}=E°_{Ag}•F•2=\mathbf{0,6317}*96485*1=\mathbf{60,95}\ ^{kJ}/_{mol}$, $\Delta\mathbf{G_{eq\_As}}=G_{Ag+}-(G_{Ag}+G_{H2O})=77,1-(G_{Ag}+0)=\mathbf{60,95}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag}=G_{Ag+}-(\Delta G_{eq\_Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=77,1-(\mathbf{60,95}+0)=\mathbf{16,15}\ ^{kJ}/_{mol}$;[1]

$G_{Ag}=G_{Ag+}-(\Delta G_{eq\_Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=103,8-(\mathbf{60,95}+0)=\mathbf{42,85}\ ^{kJ}/_{mol}$;[8]

$G_{Ag+}=\Delta G_{eq\_As}+(G_{Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=\mathbf{60,95}+(\mathbf{42,855}+0)=\mathbf{103,8}\ ^{kJ}/_{mol}$;[8]

Veidošanās $2\mathbf{Ag^+}+Cl_2=2\mathbf{AgCl}(s)$; $2\Delta\mathbf{G_{eq\_AgCl}}=2G_{AgCl}-(2G_{Ag}+G_{Cl2})=2G_{AgCl}-(2*\mathbf{42,85}+394,2)=-155,71\ ^{kJ}/_{mol}$; [1]

$\mathbf{G_{AgCl}}=(2\Delta\mathbf{G_{eq\_AgCl}}+(2G_{Ag}+G_{Cl2}))/2=(2*-155,71+(2*\mathbf{42,85}+394,2))/2=\mathbf{84,24}\ ^{kJ}/_{mol}$;

Šķīdības līdzsvara mol daļās $\mathbf{Ag}Cl(s)+2H_2O=\mathbf{Ag^+}+Cl^-$; $\mathbf{Ag}Cl(s)+2H_2O-Cl^-=\mathbf{Ag^+}$ absolūtā konstante :

$K_{Absolute\mathbf{AgCl}}=K_{sp\mathbf{AgCl}}/[H_2O]^2=[\mathbf{Ag^+}]*[Cl^-]*[\mathbf{AgCl}(s)]/[H_2O]^2=1,77*10^{(-10)}/55,3^2=5,788*10^{-14}$;

$\Delta\mathbf{G_{sp AgCl}}=\mathbf{-R•T•ln(K_{sp AgCl})}=-8,3144*298,15*ln(5,788*10^{(-14)})=\mathbf{75,559}\ ^{kJ}/_{mol}$; kompensē ūdens molekulu

$\Delta\mathbf{G_{sp AgCl}}=G_{Ag+}+G_{Cl-}-(G_{AgCl}+\mathbf{2G_{H2O}})=\mathbf{103,8}+\mathbf{101,97}-(\mathbf{130,211}+2*0)=\mathbf{75,559}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{AgCl}=G_{Ag+}+G_{Cl-}-(\Delta\mathbf{G_{sp AgCl}}+\mathbf{2G_{H2O}})=\mathbf{103,8}+\mathbf{101,97}-(\mathbf{75,559}+2*0)=\mathbf{130,211}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$[Cl^-]=0,1$ M$=[K^+Cl^-]$ šķīduma $\mathbf{Ag}_{(s)}+H_2O=\mathbf{Ag^+}+e^-$; $\mathbf{Ag}_{(s)}+H_2O+Cl^-=\mathbf{AgCl}_{(s)}+2H_2O+e^-$; summārajā reakcijā.

$\mathbf{Ag}_s+Cl^-=\mathbf{AgCl}_s+H_2O+e^-$; Absolūtā standarta potenciāla aprēķins satur $E°_{klasisko}=0,2223$ V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$:$E_{Ag/AgCl}=E°_{klasiskais}-0,0591/1*lg([H_2O]^1)+\Delta E°=0,2223-0,103+0,10166-0,37239=\mathbf{-0,1514}$ V;

$\Delta\mathbf{G_{eq\_Ag}}=E°_{Ag}•F•1=\mathbf{-0,1514}*96485*1=\mathbf{-14,61}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta\mathbf{G_{eq\_Ag}}=G_{AgCl}+\mathbf{G_{H2O}}-(G_{Ag}+G_{Cl-})=-155,71+0-(\mathbf{42,855}-183,955)=\mathbf{-14,61}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag}=G_{AgCl}+\mathbf{G_{H2O}}-(\Delta\mathbf{G_{eq\_Ag}}+G_{Cl-})=-155,71+0-(\mathbf{-14,61}-183,955)=\mathbf{42,855}\ ^{kJ}/_{mol}$;

Šķīdība $\mathbf{NH_{3gas}}$ un $\mathbf{Ag}$ kompensē katru ūdens molekulu Nernsta pus reakcijas produktos

$\mathbf{NH_{3gas}}+\mathbf{H_2O}=NH_{3aq}$;$Ag+\mathbf{H_2O}=Ag^++e^-$; $Ag+H_2O+2NH_{3aq}=Ag(NH_3)_2^++2\mathbf{H_2O}+e^-$; Absolūtais standarta potenciāls ar standartu $E°_{klasisko}=0,373$ V [17], ūdens $-0,0591/1*log([H_2O]^1)=-0,103$ logaritmu un summu $\Delta E°$:

$E°_{Ag/Ag(NH3)2+}=E°_{klasiskais}-0,0591/1*log([H_2O]^1)+\Delta E°=0,373-0,103+0,10166-0,37239=\mathbf{-0,000725}$ V;

$\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag(NH3)2+}}=E°_{Ag/Ag(NH3)2+}•F•1=\mathbf{-0,000725}*96485*1=\mathbf{-0,06995}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag(NH3)2+}=\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag(NH3)2+}}-\mathbf{G_{H2O}}+(G_{Ag}+2G_{NH3aq})=\mathbf{-0,06995}-0+(\mathbf{42,855}-2*91,1)=\mathbf{-139,415}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$2Ag+2OH^-=\mathbf{Ag_2O}(s)+H_2O+2e^-$; Absolūtā standarta potenciāla aprēķins satur $E°_{klasisko}=0,345$ V [17], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{2Ag/\mathbf{Ag2O}}=E°_{klasiskais}-0,0591/2*lg([H_2O]^1)+\Delta E°=0,345-0,0515+0,10166-0,37239=\mathbf{0,02277}$ V

$\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag2O}}=E°_{Ag/\mathbf{Ag2O}}•F•2=\mathbf{0,02277}*96485*2=\mathbf{4,394}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag2O}}=G_{\mathbf{Ag2O}}+\mathbf{G_{H2O}}-(2G_{Ag}+2G_{OH})=G_{\mathbf{Ag2O}}+0-(2*\mathbf{42,855}-2*77,36)=\mathbf{4,394}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$\mathbf{G_{Ag2O}}=\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag2O}}-\mathbf{G_{H2O}}+(2G_{Ag}+2G_{OH})=\mathbf{4,394}-0+(2*\mathbf{42,855}-2*77,36)=\mathbf{-64,616}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$E°_{Ag/Ag(NH3)2+}=\mathbf{0,000725}$ V$+\dfrac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag]·([NH_3]-2·[Ag(NH_3)_2^+])^2}$ $E°_{2Ag/\mathbf{Ag2O}}=\mathbf{0,02277}$ V$+\dfrac{[Ag_2O]·[H_2O]}{[Ag]^2·[OH]^2}$

Viela	$\Delta H°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$ $^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$, $^{kJ}/_{mol}$
Ag	$E°_{Ag/Ag+}=$	**-0,6317** V	**16,15**
Ag	$E°_{Ag/Ag+}=$	**-0,6317** V	**42,85**
Ag	$E°_{Ag/AgCl}=$	**-0,1514** V	**42,855**
Ag+	105,6	72,7	77,1
Ag+	$E°_{Ag}=$	**0,6317** V	**103,8**
AgCl(s)	-127,01	96,25	-155,71
AgCl(s)	formation	-	**84,24**
AgCl(s)	$K_{sp\mathbf{AgCl}}=$	$5,788*10^{-14}$	**130,2**
Cl-	$K_{sp\mathbf{Hg2Cl2}}=$	$10^{(-23,1)}$	**101,97**
Ag(NH$_3$)$_2^+$	$E°_{Ag(NH3)2+}$	**-0,000725**	**-139,415**
AgCl	$\Delta G_{sp\mathbf{AgCl}}=$	$K_{sp\mathbf{AgCl}}=$	**-155,714**
Ag$_2$O(s)	-31,1	121,3	-11,2
Ag$_2$O(s)	$E°_{Ag/\mathbf{Ag2O}}=$	**0,02277**V	**-64,616**

jons $G_{Ag+}=\mathbf{103,8}\ ^{kJ}/_{mol}$ virs $G_{Ag}=\mathbf{42,855}\ ^{kJ}/_{mol}$ elementa 60,945; [8]

CRC[1] $G_{Ag}=G_{Ag+}-(\Delta G_{eq\_Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=77,1-(\mathbf{60,95}+0)=\mathbf{16,15}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag}=G_{Ag+}-(\Delta G_{eq\_Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=\mathbf{103,8}-(\mathbf{60,95}+0)=\mathbf{42,85}\ ^{kJ}/_{mol}$; [8]

$G_{Ag}=G_{AgCl}+\mathbf{G_{H2O}}-(\Delta\mathbf{G_{eq\_Ag}}+G_{Cl-})=-155,71+0-(-14,61-183,955)=\mathbf{42,855}\ ^{kJ}/_{mol}$;

CRC; [1] jona $G_{Ag+}=77,1\ ^{kJ}/_{mol}$ elementa nulles $\Delta G°_{Ag}=0\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag+}=\Delta G_{eq\_As}+(G_{Ag}+\mathbf{G_{H2O}})=\mathbf{60,95}+(\mathbf{42,855}+0)=\mathbf{103,8}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{AgCl}=\Delta H_H–T*\Delta S_H=-127,01-298,15*0,09625=-155,71\ ^{kJ}/_{mol}$; [1]

$\mathbf{G_{AgCl}}=(2\Delta\mathbf{G_{eq\_AgCl}}+(2G_{Ag}+G_{Cl2}))/2=\mathbf{84,24}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{AgCl}=G_{Ag+}+G_{Cl-}-(\Delta\mathbf{G_{sp AgCl}}+\mathbf{2G_{H2O}})=\mathbf{130,2}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$\mathbf{G_{Cl-}}=(-G_{\mathbf{Hg22+}}+\Delta G_{eq Hg2Cl2}+(G_{Hg2Cl2}+\mathbf{3G_{H2O}}))/2=\mathbf{101,97}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Ag(NH3)2+}=\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag(NH3)2+}}-\mathbf{G_{H2O}}+(G_{Ag}+2G_{NH3aq})=\mathbf{-139,415}\ ^{kJ}/_{mol}$;

$G_{AgCl}=G_{Ag+}+G_{Cl-}-(\Delta\mathbf{G_{sp AgCl}}+\mathbf{2G_{H2O}})=\mathbf{-155,714}\ ^{kJ}/_{mol}$;

CRC; [1]

$\mathbf{G_{Ag2O}}=\Delta\mathbf{G_{Ag/Ag2O}}-\mathbf{G_{H2O}}+(2G_{Ag}+2G_{OH})=\mathbf{-64,616}\ ^{kJ}/_{mol}$;

Nernsta potenciāla studijas Hg/Hg$_2^{2+}$/Hg^{2+}, Hg$_2$Cl$_2$, Hg$_2$SO$_{4(s)}$, HgO uzskaitot hidroksoniju H$_3$O$^+$ un ūdeni H$_2$O.

Viela	$\Delta H°_H$,kJ/mol	$\Delta S°_H$,J/mol/K	$\Delta G°_H$,kJ/mol	
Hg	HgO ; H$_2$O$_2$	75,9	**35,885**	(E°$_{H2O2aqRed}$-E°$_{HgO}$)*F*n=(**0,5278**+**0,22423**)=**0,7520**V
Hg	E°$_{HgCl2}$=	**-0,1059** V	**35,8**	G$_{Hg}$=G$_{eqRedOx\_2H2O2}$-**G$_{O2aqua}$**+(G$_{HgO}$+**G$_{H2O2}$**)=**35,885**kJ/mol ;
Hg$_2^{2+}$	-166,87	66,74	-146,97	G$_{Hg}$=(G$_{Hg2Cl2}$+**G$_{H2O}$**-(2G$_{Cl-}$+ΔG$_{eq\_Hg2Cl2}$))/2=**35,8** kJ/mol;
Hg$_2^{2+}$	E°$_{Hg/Hg22+}$=	**0,6888** V	**204,52**	ΔG$_{Hg22+}$=ΔH$_H$-T*ΔS$_H$=-166,87-298,15*0,06674=-146,97 kJ/mol;
Hg^{2+}	-170,21	-36,19	-	G$_{Hg22+}$=ΔG$_{eq\_Hg}$+(2G$_{Hg}$+**G$_{H2O}$**)=**132,92**+(2***35,8**+**0**)=**204,52** kJ/mol;
Hg$_2$SO$_{4(s)}$	-743,1	200,7	-625,8	CRC [1]
Hg$_2$SO$_{4(s)}$K$_{AbsoluteHg2SO4}$=		10^(-9,673)	**-598,44**	G$_{Hg2SO4}$=G$_{Hg22+}$+**G$_{SO42-}$**-(ΔG$_{eqHg2SO4}$+2G$_{H2O}$)=**-598,44** kJ/mol;
SO$_4^{2-}$	**-907,62**	**-536,2**	**-747,75**	**Biochem. Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst. [8]
SO$_4^{2-}$	E°$_{Hg2SO4}$=	**0,2918** V	**-726,54**	**G$_{SO4}$**=G$_{Hg2SO4}$-(2G$_{Hg}$+ΔG$_{eq\_Hg2SO4}$)=**-726,54** kJ/mol
SO$_4^{2-}$	-909,3	20,1	-744,5	CRC [1]
Cl$_2$	formation	Hg$_2$Cl$_{2(s)}$	**394,2**	**G$_{Cl2}$**=G$_{Hg2Cl2(s)}$-(**2G$_{Hg}$**+**ΔG°$_{Hg2Cl2Form}$**)=**394,2** kJ/mol;
Hg$_2$Cl$_{2(s)}$	-265,37	191,6	-210,7	CRC [1] ΔG°$_{Hg2Cl2Form}$=**G$_{Hg2Cl2(s)}$**-(2G$_{Hg}$+G$_{Cl2}$)=-210,7 kJ/mol;
Hg$_2$Cl$_{2(s)}$	E°$_{HgCl2}$=	**-0,1059** V	**255,1**	G$_{Hg2Cl2}$=ΔG$_{eq\_Hg2Cl2}$-**2G$_{H2O}$**+(**2G$_{Cl-}$**+2G$_{Hg}$)=**255,1** kJ/mol;
HgCl$_{2(s)}$	-224,3	146	-178,6	CRC [1]
Cl-	-167,08	56,6	-183,955	ΔG$_{Cl-}$=ΔH$_H$-T*ΔS$_H$=-167,08-298,15*0,0566=-183,955 kJ/mol;[1]
Cl-	K$_{AbsoluteHg2Cl2}$=	10^(-23,1)	**101,97**	**G$_{Cl-}$**=(-G$_{Hg22+}$+ΔG$_{eqHg2Cl2}$+(G$_{Hg2Cl2}$+**3G$_{H2O}$**))/2=**101,97** kJ/mol;
HgO$_{(s)}$	-99,79	70,25	-60,3675	ΔG$_{HgO}$=ΔH$_H$-T*ΔS$_H$=-99,79-298,15*0,07025=2*-60,3675 kJ/mol;
HgO$_{(s)}$	-90,8	70,3	-58,5	CRC [1] ΔG$_{HgO}$=-58,5 kJ/mol;
HgO$_{(s)}$	-	formation	**142,3**	**2G$_{HgO}$**=2ΔG$_{HgO}$+(2*G$_{Hg}$+G$_{O2}$)=2***142,3** kJ/mol
HgO$_{(s)}$	E°$_{HgO}$=	**0,22423 V**	**147,25**	G$_{HgO}$=ΔG$_{eqHgO}$-2G$_{H2O}$+(G$_{Hg}$+2G$_{OH}$)=**147,15** kJ/mol;

2Hg+H$_2$O=Hg$_2^{2+}$+2e$^-$; Absolūtā potenciāla aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasiskais}$=0,907 V [18], ūdens logaritmu un ΔE°: E°$_{2Hg}$=E°$_{clasiskais}$-0.0591/2*lg(1/[H$_2$O]^1)+ΔE°=0.907+0.0515+0.10166-0.37239=**0.6888** V;

$$\Delta G_{eq\_Hg}=E°_{Hg}•F•2=0,6888*96485*2=132,92 \text{ kJ/mol},$$
$$\Delta G_{eq\_Hg}=G_{Hg22+}-(2G_{Hg}+G_{H2O})=G_{Hg22+}-(2*35,8+0)=204,52-(2*35,8+0)=132,92 \text{ kJ/mol};$$
$$G_{Hg22+}=\Delta G_{eq\_Hg}+(2G_{Hg}+G_{H2O})=132,92+(2*35,8+0)=204,52 \text{ kJ/mol};$$

Šķīdības līdzsvara Hg$_2$Cl$_{2(s)}$+3H$_2$O=**Hg$_2^{2+}$**+2Cl$^-$; 2Hg+H$_2$O=Hg$_2^{2+}$+2e$^-$; absolūtā šķīdības konstante :

K$_{AbsoluteHg2Cl2}$=K$_{spHg2Cl2}$/[H$_2$O]^3=[**Hg$_2^{2+}$**]*[Cl$^-$]^2/[Hg$_2$Cl$_{2(s)}$]/[H$_2$O]^3=1,43*10^(-18)/1/55,3^3=10$^{-23,1}$;

$$\Delta G_{eqHg2Cl2}=-R•T•ln(K_{AbsoluteHg2Cl2})=-8,314*298,15*ln(10^{(-23,1)})=131,85 \text{ kJ/mol};$$

ΔG$_{Hg2Cl2}$=G$_{Hg22+}$+**2G$_{Cl-}$**-(G$_{Hg2Cl2}$+**3G$_{H2O}$**)=**204,52**+2G$_{Cl-}$-(**276,61**+3*0)=**204,52**+2***101,97**-(**276,61**+3*0)=**131,85** kJ/mol;

G$_{Cl-}$=(-G$_{Hg22+}$+ΔG$_{eqHg2Cl2}$+(G$_{Hg2Cl2}$+**3G$_{H2O}$**))/2=(-**204,52**+**131,85**+(**276,61**+3*0))/2=**101,97** kJ/mol;

Veidošanās 2Hg+Cl$_2$=Hg$_2$Cl$_{2(s)}$; ΔG°$_{Hg2Cl2Form}$=G$_{Hg2Cl2(s)}$-(2G$_{Hg}$+G$_{Cl2}$)=**255,1**-(2***35,8**+G$_{Cl2}$)=-210,7 kJ/mol;

G$_{Cl2}$=**G$_{Hg2Cl2(s)}$**-(2G$_{Hg}$+**ΔG°$_{Hg2Cl2Form}$**)=**255,1**-(2***35,8**-210,7)=**394,2** kJ/mol;

2Hg+2Cl$^-$=Hg$_2$Cl$_{2s}$+2H$_2$O+2e$^-$; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasisko}$=0,2678 V [18], ūdens logaritmu un ΔE°: E°$_{HgCl2}$=E°$_{klasisko}$-0,0591/2*lg([H$_2$O]^2)+ΔE°=0,2678-0,103+0,10166-0,37239=**-0,1059** V;

$$\Delta G_{eq\_Hg2Cl2}=E°_{Hg2Cl2}•F•2=-0,1059*96485*2=-20,44 \text{ kJ/mol},$$
$$\Delta G_{eq\_Hg2Cl2}=G_{Hg2Cl2}+2G_{H2O}-(2G_{Cl-}+2G_{Hg})=255,1+2*0-(2*101,97+2*35,8)=-20,44 \text{ kJ/mol};$$
$$G_{Hg2Cl2}=\Delta G_{eq\_Hg2Cl2}-2G_{H2O}+(2G_{Cl-}+2G_{Hg})=-20,44-2*0+(2*101,97+2*35,8)=255,1 \text{ kJ/mol};$$
$$G_{Hg}=(G_{Hg2Cl2}+G_{H2O}-(2G_{Cl-}+\Delta G_{eq\_Hg2Cl2}))/2=(255,1+0-(2*101,97-20,44))/2=35,8 \text{ kJ/mol};$$

Šķīdības līdzsvara Hg$_2$SO$_{4(s)}$+2H$_2$O=**Hg$_2^{2+}$**+SO$_4^{2-}$; 2Hg+2H$_2$O=Hg$_2^{2+}$+2e$^-$; absolūtā šķīdības konstante :

K$_{AbsoluteHg2SO4}$=K$_{spHg2SO4}$/[H$_2$O]^2=[**Hg$_2^{2+}$**]*[SO$_4^{2-}$]/[Hg$_2$SO$_{4(s)}$]/[H$_2$O]^2=6,5*10^(-7)/1/55,3^2=10$^{-9,673}$;

$$\Delta G_{eqHg2SO4}=-R•T•ln(K_{AbsoluteHg2SO4})=-8,314*298,15*ln(10^{(-9,673)})=55,21 \text{ kJ/mol};$$
$$\Delta G_{eqHg2SO4}=G_{Hg22+}+G_{SO42-}-(G_{Hg2SO4}+2G_{H2O})=204,52-747,75-(-598,44+2*0)=55,21 \text{ kJ/mol};$$
$$G_{Hg2SO4}=G_{Hg22+}+G_{SO42-}-(\Delta G_{eqHg2SO4}+2G_{H2O})=204,52-747,75-(55,21+2*0)=-598,44 \text{ kJ/mol};$$

Hg$_2$SO$_{4(s)}$+2H$_2$O=**Hg$_2^{2+}$**+SO$_4^{2-}$; 2Hg+H$_2$O=**Hg$_2^{2+}$**+2e$^-$;

Hg$_2$SO$_{4(s)}$+2H$_2$O-SO$_4^{2-}$=**Hg$_2^{2+}$**; 2Hg+H$_2$O=**Hg$_2^{2+}$**+2e$^-$; 2Hg+H$_2$O=Hg$_2$SO$_{4(s)}$+2H$_2$O-SO$_4^{2-}$+2e$^-$;

2Hg+SO$_4^{2-}$=Hg$_2$SO$_{4(s)}$+H$_2$O+2e$^-$; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasisko}$=0,614 V [18], ūdens logaritmu un ΔE°: E°$_{HgSO4}$=E°$_{klasisko}$-0,0591/2*lg([H$_2$O]^1)+ΔE°=0,614-0,0515 +0,10166-0,37239=**0,2918** V;

$$\Delta G_{eq\_HgSO4}=E°_{HgSO4}•F•2=0,291772*96485*2=56,30 \text{ kJ/mol},$$
$$\Delta G_{eq\_Hg2SO4}=G_{Hg2SO4}-(2G_{Hg}+G_{SO4})=-598,44-(2*35,8-726,54)=56,50 \text{ kJ/mol};$$
$$G_{SO4}=G_{Hg2SO4}-(2G_{Hg}+\Delta G_{eq\_Hg2SO4})=-598,44-(2*35,8+56,3)=-726,54 \text{ kJ/mol};$$

Veidošanās $2H_g+O_2$ aqua=$2HgO$; $2G_{HgO}=2\Delta G_{HgO}+(2*G_{Hg}+G_{O2})=2*-58,5+(2*35,8+330)=2*142,3$ $^{kJ}/_{mol}$;

$Hg+2OH^-=HgO+H_2O+2e^-$, Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=0,098$ V [17], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{HgO}=E°-0,0591/2*lg([H_2O]^1)+\Delta E°=0,098-0,0515+0,10166-0,37239=-0,22423$ V;

$\Delta G_{eqHgO}=E°_{HgO}*F*n=-0,22423*96485*2=-43,27$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{eqHgO}=G_{HgO}+G_{H2O}-(G_{Hg}+2G_{OH})=G_{HgO}+0-(35,8+2*77,36)=147,25+0-(35,8+2*77,36)=-43,27$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{HgO}=\Delta G_{eqHgO}-G_{H2O}+(G_{Hg}+2G_{OH})=-43,27-0+(35,8+2*77,36)=147,25$ $^{kJ}/_{mol}$;

Reducēšanas $HgO+2H_2O+2e^-=Hg+2OH^-$, inversais standarta potenciāls $-E°_{HgO}=0,22423$ V.

Oksidēšanas $H_2O_{2aqua}+2H_2O=O_{2aqua}+2H_3O^++2e^-$ Nernsta absolūtais standarta potenciāls $E°_{RedH2O2}=0,5278$ V;

$HgO+2H_2O+2e^-+H_2O_{2aqua}+2H_2O=Hg+2OH^-+O_{2aqua}+2H_3O^++2e^-$;

$HgO+H_2O_{2aqua}+4H_2O=Hg+O_{2aqua}+(2OH^-+2H_3O^+)$; $HgO+H_2O_{2aqua}+4H_2O=Hg+O_{2aqua}+(4H_2O)$;

Summā: $HgO+H_2O_{2aqua}=Hg+O_{2aqua}$; katalāze $G_{H2O2}=279,285$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{eqRedOx\_H2O2}=(E°_{H2O2aqRed}-E°_{HgO})*F*n=(0,5278+0,22423)*96485*2=(0,7520)*96485*2=145,1$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{eqRedOx\_H2O2}=G_{Hg}+G_{O2aqua}-(G_{HgO}+G_{H2O2})=35,885+330-(-58,5+279,285)=145,1$ $^{kJ}/_{mol}$;

HgO ; $G_{Hg}=G_{eqRedOx\_H2O2}-G_{O2aqua}+(G_{HgO}+G_{H2O2})=145,1-330+(-58,5+279,285)=35,885$ $^{kJ}/_{mol}$;

Substance	$\Delta H°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$,$^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$,$^{kJ}/_{mol}$	**Biochem. Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst.
Pb	$E°_{Pb↓Pb2+}=$	**-0,34523** V	**62,024**	$G_{Pb}=G_{Pb2+}-(\Delta G_{eqPb↓Pb2+}+G_{H2O})=-4,596-(-66,62+0)=62,024$ $^{kJ}/_{mol}$;
Pb	-	64,8	-	CRC [1]
Pb²⁺	$E°_{PbO2↓Pb2+}=$	**1,49326** V	**-4,596**	$G_{Pb2+}=G_{PbO2}+4G_{H3O+}-(\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}+6G_{H2O})=-4,596$ $^{kJ}/_{mol}$;
Pb²⁺	0,92	18,5	-4,596	CRC [1]$\Delta G°_{Pb2+}=\Delta H°_H-T*\Delta S°_H=0.92-298.15*0.0185=-4.596$ $^{kJ}/_{mol}$;
PbO₂↓	-277,4	68,6	-217,3	CRC [1]
PbO₂↓	$E°_{PbO2↓Pb2+}=$	**1,49326** V	**193,794**	$G_{PbO2}=\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}-4G_{H3O+}+(G_{Pb2+}+6G_{H2O})=193,794$ $^{kJ}/_{mol}$;
PbO₂↓	formation	**-**	**147,824**	$G_{PbO2}=\Delta G_{PbO2}+(G_{Pb}+G_{O2gas})=147,824$ $^{kJ}/_{mol}$;
Al	-	28,3	-	CRC [1]
Al	$E°_{Al/Al3+}=$	**-1,8984** V	**108**	$G_{Al}=G_{Al3+}-(\Delta G_{eqAl/Al3+}+G_{H2O})=-441,5-(-549,5+0)=108$ $^{kJ}/_{mol}$;
Al³⁺	-538,4	-325	-441,5	$\Delta G°_{Pb2+}=\Delta H°_H-T*\Delta S°_H=-538,4-298,15*-0,325=-441,5$ $^{kJ}/_{mol}$;
H₂AlO₃⁻	$E°_{H2AlO3Al}=$	**-2,63506**	**-345,29**	$G_{H2AlO3}=\Delta G_{eqH2AlO3Al}-G_{H2O}+(G_{Al}+4G_{OH})=-345,29$ $^{kJ}/_{mol}$;
NaAlO₂↓	-1133,2	70,4	-	CRC [1]

Veidošanās $Pb+O_{2gas}=PbO_2(s)$; $G_{PbO2}=\Delta G_{PbO2}+(G_{Pb}+G_{O2gas})=-217,3+(62,024+303,1)=147,824$ $^{kJ}/_{mol}$;

$Pb^{2+}+6H_2O=PbO_2(s)+4H_3O^++2e^-$; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=1,455$ V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{PbO2}=E°_{klasisko}-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^6)+\Delta E°=1,455+0,309+0,10166-0,37239=1,49326$ V;

$$\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}=E°_{PbO2↓Pb2+}•F•3=1,49326*96485*3=288,15 \ ^{kJ}/_{mol};$$

$\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}=G_{PbO2}+4G_{H3O+}-(G_{Pb2+}+6G_{H2O})=193,794+4*22,44-(-4,596+6*0)=288,15$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{PbO2}=\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}-4G_{H3O+}+(G_{Pb2+}+6G_{H2O})=288,15-4*22,44+(-4,596+6*0)=193,794$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Pb2+}=G_{PbO2}+4G_{H3O+}-(\Delta G_{eqPbO2↓Pb2+}+6G_{H2O})=193,794+4*22,44-(288,15+6*0)=-4,596$ $^{kJ}/_{mol}$;

$$E_{PbO2↓/Pb2+}=E°_{PbO2↓Pb2+}+\frac{0.0591}{2}•\log\frac{[PbO_2↓]\cdot[H_3O^+]^4}{[Pb^{2+}]\cdot[H_2O]^6}=1,49326 \ V+\frac{0.0591}{2}•\log\frac{[PbO_2↓]\cdot[H_3O^+]^4}{[Pb^{2+}]\cdot[H_2O]^6} \ ;$$

$Pb+H_2O=Pb^{2+}+2e^-$; pH<7 Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-0,126$ V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{Pb/Pb2+}=E°_{klasisko}-0,0591/2*log(1/[H_2O])+\Delta E°=-1,26+0,0515+0,10166-0,37239=-0,3452$ V;

$$\Delta G_{eqPb↓Pb2+}=E°_{Pb↓Pb2+}*F*n=-0,34523*96485*2=-66,62 \ ^{kJ}/_{mol} ;$$

$\Delta G_{eqPb↓Pb2+}=G_{Pb2+}-(G_{Pb}+G_{H2O})=-4,596-(62,024+0)=-71,59=-66,62$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Pb}=G_{Pb2+}-(\Delta G_{eqPb↓Pb2+}+G_{H2O})=-4,596-(-66,62+0)=62,024$ $^{kJ}/_{mol}$;

$Al+H_2O=Al^{3+}+3e^-$; Absolūtā potenciāla aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-1,662$ V [1], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{Al/Al3+}=E°_{klasisko}-0,0591/3*log(1/[H_2O])+\Delta E°=-1,662+0,0343+0,10166-0,37239=-1,8984$ V;

$$\Delta G_{eqAl/Al3+}=E°_{Al/Al3+}•F•3=-1,8984*96485*3=-549,5 \ ^{kJ}/_{mol};$$

$\Delta G_{eqAl/Al3+}=G_{Al3+}-(G_{Al}+G_{H2O})=-441,5-(108+0)=-549,5$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Al}=G_{Al3+}-(\Delta G_{eqAl/Al3+}+G_{H2O})=-441,5-(-549,5+0)=108$ $^{kJ}/_{mol}$;

$Al+4OH^-=H_2AlO_3^-+H_2O+3e$ Absolūtā potenciāla aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-2,33$ V [1], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{H2AlO3-Al}=E°_{klasisko}-0,0591/3*log([H_2O])+\Delta E°=-2,33-0,0343+0,10166-0,37239=-2,63506$ V;

$$\Delta G_{eqH2AlO3Al}=E°_{H2AlO3Al}•F•3=-2,63506*96485*3=-762,73 \ ^{kJ}/_{mol};$$

$\Delta G_{eqH2AlO3Al}=G_{H2AlO3}+G_{H2O}-(G_{Al}+4G_{OH})=-345,29+0-(108+4*77,36)=-762,73$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H2AlO3}=\Delta G_{eqH2AlO3Al}-G_{H2O}+(G_{Al}+4G_{OH})=-762,73-0+(108+4*77,36)=-345,29$ $^{kJ}/_{mol}$;

$$E_{AlO2-/Al↓}=E°_{AlO2-/Al↓}+\frac{0.0591}{3}•\log\frac{[H_2AlO_3^-]\cdot[H_2O]}{[Al]\cdot[OH^-]^4}=-2,63506 \ V+\frac{0.0591}{3}•\log\frac{[H_2AlO_3^-]\cdot[H_2O]}{[Al]\cdot[OH^-]^4} \ ;$$

Šķīdība $N_{2gas}+H_2O+\Delta G=N_{2aq}$ palielina slāpekļa enerģiju molā no $G_{N2gas}=$**-9,55** $^{kJ}/_{mol}$ līdz $G_{N2aq}=$**18,7** $^{kJ}/_{mol}$.

Publicētā Albertija slāpekļa šķīdumā **absolūtā** brīvā enerģija vienā molā ir $G_{N2aqua}=$**18,7** $^{kJ}/_{mol}$, ja tīras gāzes mol daļa ir viens $[N_{2gas}]=1$. [8] Ūdenī Elements slāpeklis $N_{2gas}+H_2O=N_{2aqua}$ ir vāji šķīstošs ar 0,00175 $^g/_{100g\_H2O}$ izšķīdināto daudzumu $[N_{2aqua}]=0,00175/100,00175*996=0,01743/28,02=10^{-3,206}$ M un blīvumu 996 g/L. [1] Šķīdības konstante mol daļās ir mazāka par vienu $K_{sp}=[N_{2aqua}]/[H_2O]=10^{\wedge(-3,206)}/55,3=10^{-4,949}$, kuras brīvās enerģijas izmaiņa ir endoerģiska:

$$\Delta G_{sp}=-R \cdot T \cdot ln(K_{sp})=-8,3144*298,15*ln(10^{\wedge(-4,949)})=\mathbf{28,25}\ ^{kJ}/_{mol}\ .$$

Hesa likuma brīvās enerģijas izmaiņa ir $\Delta G_{Hess\_sp\_N2aqua}=G_{N2aqua}-(G_{N2gas}+G_{H2O})=18,7-(G_{N2gas}-0)=\mathbf{28,25}\ ^{kJ}/_{mol}$ sakrītoša absolūtajā enerģijas skalā. Mola $G_{N2gas}=G_{N2aqua}-(\Delta G_{Hess\_sp\_N2aqua}+G_{H2O})=18,7-(28,25+0)=\mathbf{-9,55}\ ^{kJ}/_{mol}$ slāpekļa gāzes enerģijas saturs ir negatīvs relatīvi zem destilētā ūdens nulles $G_{H2O}=0\ ^{kJ}/_{mol}$. Izšķīdināta slāpekļa mola enerģijas saturs $G_{N2aqua}=$**18,7** $^{kJ}/_{mol}$ ir pozitīvs. [8] Albertijs

Viela	$\Delta H°_H\ ^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H\ ^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H\ ^{kJ}/_{mol}$
N_{2gas}	$G_{N2gas}=$	form NH_3	**107,2**
N_{2aq}	**−10,54**	**98,1**	**18,7**
N_{2gas}	$N_{2gas}+H_2O=N_{2aq}$ pH=7,36		**-9,55**
NH_{3gas}	$\Delta G_{Hydration}$	**-74,5537**	**165,7**
NH_{3gas}	[1,8]	formation	**107,285**
NH_{3gas}	-45,9	192,77	-16,4
NH_{3aq}	-132,5608	-739,2922	91,1056
NH_{3aq}	$pK_{beq}=6,49475$		**91,1**
NH_4^+	$pK_{aeq}=10,99$		**50,81**

$G_{N2gas}=2G_{NH3gas}-(2\Delta G_{Hess\_NH3}+3*G_{H2gas})=$ **107,28** $^{kJ}/_{mol}$;
$G_{N2gas}=2*$**165,6593**$-(32,8+3*$**85,64**$)=$**107,28** $^{kJ}/_{mol}$; [1,8];
Šķīdums N_{2aq} pie pH=7,36 [8].
$G_{N2gas}=G_{N2aqua}-(\Delta G_{Hess\_šk\_N2aqua}+G_{H2O})=18,7-(28,25+0)=$**-9,55** $^{kJ}/_{mol}$;
$G_{NH3gas}=\Delta G_{NH3aq}-(\Delta G_{Hydrations}+G_{H2O})=91,1056-(-74,5537+0)=$**165,7** $^{kJ}/_{mol}$;
$2G_{NH3gas}=2\Delta G_{FormNH3gas}+(G_{N2gas}+3*G_{H2gas})=2*$**107,285** $^{kJ}/_{mol}$;
CRC [1] $G_{NH3gas}=(2*-16,4+(-9,55+3*85,64))/2=2*$**107,285** $^{kJ}/_{mol}$;
Amonjaks pie pH=7,36 [8] **Albertijs**; NH_{3aq} veidošanās
$G_{NH3aq}=G_{NH4+}+G_{OH}-(\Delta G_{beq}+G_{H2O})=91,1\ ^{kJ}/_{mol}$; Wikipedia [28]
$G_{NH4+}=G_{NH3aq}+G_{H3O}-(\Delta G_{eq}+G_{H2O})=91,1+22,44-62,73-0=50,81\ ^{kJ}/_{mol}$;

Veidošanās $N_{2aq}+3H_{2aq}>2NH_{3aq}$ no elementiem ar absolūto enerģiju $G_{N2aq}=$**18,7** $^{kJ}/_{mol}$; $G_{H2aq}=$**103,2** $^{kJ}/_{mol}$ ir eksoerģiska reakcija $2\Delta G_{Hess\_NH3aq}=2G_{NH3aq}-(G_{N2aq}+3*G_{H2aq})=2*$**91,1056**$-(18,7+3*$**103,24**$)=2*$**-73,1** $^{kJ}/_{mol}$. [8] Veidošanās $N_{2gas}+3H_{2gas}>2NH_{3gas}$ no elementiem $G_{N2gas}=$**-9,55** $^{kJ}/_{mol}$; $G_{H2gas}=$**85,64** $^{kJ}/_{mol}$ ir eksoerģiska $2\Delta G_{Hess\_NH3gas}=2G_{NH3gas}-(G_{N2gas}+3*G_{H2gas})=2G_{NH3gas}-(-9,55+3*85,64)=2*-16,4=-32,8\ ^{kJ}/_{mol}$. [1] Enerģijas saturs NH_{3gas} molam ir pozitīvs $G_{NH3gas}=$**107,285** $^{kJ}/_{mol}$:

$$2G_{NH3gas}=2\Delta G_{Hess\_NH3gas}+(G_{N2gas}+3*G_{H2gas})=2*-16,4+(-9,55+3*85,64)=\mathbf{214,57}=2*\mathbf{107,285}\ ^{kJ}/_{mol}.$$

Gāzes šķīdības dalībnieki $NH_{3gas}+H_2O=NH_{3aq}$ ir ar enerģijas vērtībām $G_{NH3aq}=$**91,1** $^{kJ}/_{mol}$, $G_{NH3gas}=$**107,285** $^{kJ}/_{mol}$.

Klasiskās amonjaka protolītiskās bāzes $NH_{3aq}+H_2O=NH_4^++OH^-$ konstantes izteiksme, neņemot vērā ūdeni, ir $K_b=[NH_4^+]*[OH^-]/[NH_{3aq}]=10^{\wedge(-4,752)}$ ar eksponenta vērtību $pK_b=4,752$. [1] Klasiskā bāzes konstante ir iegūta no protolīzes līdzsvara konstantes, ņemot vērā ūdens daudzumu reaģentos

$$K_{beq}=K_b/[H_2O]=10^{\wedge(-4,752)}/55,3=3,20*10^{\wedge(-7)}=10^{\wedge(-6,4947)}.$$

Amonjaka protolīzes līdzsvara konstantes eksponenta aprēķinātā vērtība ir $pK_{beq}=6,4947$ endoerģiska, jo absolūtās brīvās enerģijas izmaiņas Prigožina izteiksmē un Hesa izteiksmē ir pozitīvas un identiskas:

$$\Delta G_{beq}=-R \cdot T \cdot ln(K_{beq})=-8,3144*298,15*ln(10^{\wedge(-6,4947)})=G_{NH4+}+G_{OH}-(G_{NH3aq}+G_{H2O})=37,064\ ^{kJ}/_{mol}\ ;$$
$$\Delta G_{Hess\_beq}=G_{NH4+}+G_{OH}-(G_{NH3aq}+G_{H2O})=50,81+77,36-(G_{NH3aq}+0)=37,064\ ^{kJ}/_{mol}\ .$$

Brīvās enerģijas saturs šķīdumā, kurā ir viens mols amonjaka ūdenī, ir $G_{NH3aq}=$**91,1** $^{kJ}/_{mol}$

$$G_{NH3aq}=G_{NH4+}+G_{OH}-(\Delta G_{beq}+G_{H2O})=50,81+77,36-(37,07+0)=\mathbf{91,1}\ ^{kJ}/_{mol}\ .$$

Endoerģiska amonjaka protolīze akumulē enerģiju produktos $G_{NH4+}+G_{OH}-=$**50,81**$+77,36=$**128,17** $^{kJ}/_{mol}$.

Vājas skābes $G_{NH4+}=$**50,81** $^{kJ}/_{mol}$ $NH_4^++H_2O=NH_{3aq}+H_3O^+$ protolīze $pK_{eq}=10,99$ uzrāda endoerģiskās enerģijas izmaiņu $\Delta G_{aeq}=-R \cdot T \cdot ln(K_{aeq})=-8,3144*298,15*ln(10^{\wedge(-10,99)})=G_{NH3Hydration}+G_{H3O}-G_{NH4+}-G_{H2O}=62,73\ ^{kJ}/_{mol}$. Amonija brīvās enerģijas saturs uz molu ir

$$G_{NH4+}=G_{NH3aq}+G_{H3O}-(\Delta G_{aeq}+G_{H2O})=91,1+22,44-(62,73+0)=\mathbf{50,81}\ ^{kJ}/_{mol}\ .$$

Šķīdība $NH_{3gas}+H_2O=NH_{3aq}$; $G_{NH3aq}=$**91,1** $^{kJ}/_{mol}$**;** amonjakam pie pH=7,36 [8];
$\Delta H_{Hydration}=\Delta H°_{NH3aq}-\Delta H°_{NH3gas}-\Delta H°_{H2O}=$**-132,5608**$+45,94-$**286,65**$=373,3\ ^{kJ}/_{mol}$;
$S_{Hydration}=\Delta S°_{NH3aqua}-\Delta S°_{NH3gas}-\Delta S°_{H2O}=$**-739,2922**$-192,77-69,9565=$**-1002** $^{J}/_{mol/K}$;
$\Delta G_{Hydrations}=\Delta H_{Hydrations}-T*\Delta S_{Hydration}=$**-373,3**$-$**298,15*-1,002**$=$**-74,5537** $^{kJ}/_{mol}$;
$K_{sp}=exp(-\Delta G_{Hydration}/R/T)=exp(74553,7/8,3144/298,15)=10^{13,06}$;

Albertija šķīdumi amonjakam pie pH=7,36 $G_{NH3aq}=$**91,1056** $^{kJ}/_{mol}$ un Hesa hidratācija ar izmaiņu enerģijai $\Delta G_{Hydrations}=$**-74,5537** $^{kJ}/_{mol}$ aprēķina absolūto enerģijas saturu gāzei NH_{3gas} sakrītoši vienādi:

$$G_{NH3gas}=G_{NH3aq}-(\Delta G_{Hydration}+G_{H2O})=91,1056-(-74,5537+0)=\mathbf{165,7}\ ^{kJ}/_{mol};$$
$G_{NH3gas}=(2\Delta G_{Hess\_NH3gas}+(G_{N2gas}+3*G_{H2}))/2=(-32,8+(107,2+3*85,64))/2=$**165,7** $^{kJ}/_{mol}$; [1,8] CRC, Albertijs
Amonija brīvās enerģijas saturs ir $G_{NH4+}=G_{NH3aq}+G_{H3O}-(\Delta G_{eq}+G_{H2O})=91,1+22,44-62,73-0=$**50,81** $^{kJ}/_{mol}$,
Protolīzes klasiskā skābes konstante ir $NH_4^+=H^++NH_{3aqua}$ $pK_a=9,25$;

Veidošanās no elementiem HNO_2 $\Delta G°_{HNO2}$=-46 $^{kJ}/_{mol}$ un HNO_3 $\Delta G°_{HNO3}$=-250,53 $^{kJ}/_{mol}$ Wikipedia:

Formation $G_{HNO3Form}$=$\Delta G°_{HNO3}$+(0,5G_{N2gas}+**1,5G_{O2gas}**+0,5G_{H2gas})=-250,53+(0,5*-9,55+1,5*303)=**199,195** $^{kJ}/_{mol}$

G_{HNO2}=$\Delta G°_{HNO2}$+0,5N_{2gas}+O_{2gas}+0,5H_{2gas}=-46+(0,5*-**9,55**+303+0,5*85,6)=**295,025** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{N2gas}=G_{N2aqua}-($\Delta G_{Hess\_šķ\_N2aqua}$+$G_{H2O}$)=**18,7**-(28,25+0)=**-9,55** $^{kJ}/_{mol}$; G_{H2gas}=**85,6** $^{kJ}/_{mol}$; G_{O2gas}=**303** $^{kJ}/_{mol}$; [8]

$G_{NO2-Form}$=$\Delta G°_{NO2-}$+0,5G_{N2gas}+G_{O2gas}=**-33,01**+0,5*-9,55+1***303**=**265,2** $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{NO2-Form}$=$\Delta G°_{NO2-}$+0,5G_{N2aq}+G_{O2aq}=**-33,01**+0,5***18,7**+1***330**+0=**306,34** $^{kJ}/_{mol}$;

Skābes un protolīzes līdzsvars K_{eq}=K_a/[H_2O] aprēķina dalot skābes konstanti ar ūdeni [H_2O]=55,3 M.

1. HNO_2+H_2O=NO_2^-+H_3O^+;pKa=3,15; K_{eq}=K_a/[**H_2O**]=10^(-3,15)/55,3= 0,00001280;

ΔG_{eqHNO2}=-R•T•ln(K_{eq})=-8,3144*298,15*ln(0,0000128)=G_{NO2-}+G_{H3O}-(G_{HNO2}+G_{H2O})=**27,927** $^{kJ}/_{mol}$;

ΔG_{eqHNO2}=G_{NO2-}+G_{H3O}-(G_{HNO2}+G_{H2O})=**82,618**+**22,44**-(**77,131**+0)=**27,927** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{NO2-}=ΔG_{eqHNO2}-G_{H3O}+(G_{HNO2}+G_{H2O})=**27,927**-**22,44**+(**77,131**+0)=**82,618** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{HNO2}=G_{NO2-}+G_{H3O}-(ΔG_{eqHNO2}+G_{H2O})=**82,618**+**22,44**-(**27,927**+0)=**77,131** $^{kJ}/_{mol}$;

2. HNO_3+H_2O=NO_3^-+H_3O^+;pKa=-1,4; K_{eq}=K_a/[**H_2O**]=10^(1,4)/55,3=0,4542;

ΔG_{eqHNO3}=-R•T•ln(K_{eq})=-8,3144*298,15*ln(0,4542)=G_{NO3-}+G_{H3O}-(G_{HNO3}+G_{H2O})=**1,956** $^{kJ}/_{mol}$;

ΔG_{eqHNO3}=G_{NO3-}+G_{H3O}-(G_{HNO3}+G_{H2O})=**178,711**+**22,44**-(**199,195**+0)=**1,956** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{HNO3}=G_{NO3-}+G_{H3O}-(ΔG_{eqHNO3}+G_{H2O})=**178,711**+**22,44**-(**1,956**+0)=**199,195** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{NO3-}= ΔG_{eqHNO3}-G_{H3O}+(G_{HNO3}+G_{H2O})=**1,956**-**22,44**+(**199.195**+0)=**178,711** $^{kJ}/_{mol}$;

Viela	$\Delta H°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$ $^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$, $^{kJ}/_{mol}$	
HNO_2	E°$_{NO3-H3O+}$ =**0,8753 V**		**77,131**	G_{HNO2}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(ΔG_{eqNO3}+4G_{H2O})=**77,131** $^{kJ}/_{mol}$;
HNO_2	-	pKa=3,15	**238,42**	G_{HNO2}=G_{NO2-}-G_{H3O}+(ΔG_{eqHNO2}+G_{H2O})=**238,42** $^{kJ}/_{mol}$;
HNO_2	-79,5	254,1	-46,0	CRC [1]
HNO_2	-	formation	**295,025**	$G_{HNO2gas}$=$\Delta G°_{HNO2gas}$+0,5N_{2gas}+O_{2gas}+0,5H_{2gas}=**295,025** $^{kJ}/_{mol}$
pH=7,36 NO_2^-	**-104,19**	**-238,7**	**-33,01**	**Biochem.Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst.
NO_2^-	0,5G_{N2gas}+ G_{O2gas}		**265,2**	$G_{NO2-form}$=$\Delta G°_{NO2aq}$+0,5G_{N2gas}+G_{O2gas}=**265,2** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_2^-	0,5G_{N2aq}+ G_{O2aq}		**306,34**	$G_{NO2-Form}$=$\Delta G°_{NO2-}$+0,5G_{N2aq}+G_{O2aq}=**306,34** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_2^-	E°$_{NO3-O H}$	**-0.3122 V**	**84,236**	G_{NO2-}= G_{NO3-}+G_{H2O}-($\Delta G_{eqNO3-OH}$+2G_{OH})= **84,236** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_2^-	E°$_{NO2-=}$	**0,7188 V**	**84,446**	G_{NO2-}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(ΔG_{eqNO2-}+3G_{H2O})=**84,446** $^{kJ}/_{mol}$,
NO_2^-		pKa=3,15	**82,618**	G_{NO2-}=ΔG_{eqHNO2}-G_{H3O}+(G_{HNO2}+G_{H2O})=**82,618** $^{kJ}/_{mol}$;
HNO_3	-207	146	-250,53	[1] G°$_{NO3-}$=ΔH_H-T*ΔS_H=-207-298,15*0,146=-250,5886 $^{kJ}/_{mol}$; [1]
HNO_3	-	formation	**199,195**	$G_{HNO3Form}$=$\Delta G°_{HNO3}$+(0.5G_{N2gas}+**1.5G_{O2gas}**+0.5G_{H2gas})=**199.195** $^{kJ}/_{mol}$;
HNO_3	-	pKa=-1,4	**199,195**	G_{HNO3}=G_{NO3-}+G_{H3O}-(ΔG_{eqHNO3}+G_{H2O})=**199,195** $^{kJ}/_{mol}$;
pH=7,36 NO_3^-	**-204,59**	**-318,8**	**-109,55**	**Biochem.Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst.
NO_3^-	E°$_{NO3-H3O+}$ =**0,8753 V**		**178,711**	G_{NO3-}=ΔG_{eqNO3}-3G_{H3O}+(G_{HNO2}+4G_{H2O})=**178,711** $^{kJ}/_{mol}$,
NO_3^-	E°$_{NO2-=}$	**0,7188 V**	**155,83**	G_{NO3-}=ΔG_{eqNO2-}-3G_{H3O}+(G_{NO2-}+3G_{H2O})=**155,833** $^{kJ}/_{mol}$,
NO_3^-	E°$_{NH4+H2O}$=**0,7677 V**		**601,06**	G_{NO3-}=$\Delta G_{eqNH4+H2O}$-10G_{H3O}+(G_{NH4+}-13G_{H2O})=**601,06** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_3^-	-206,85	146,7	-250,5886	$\Delta G°_{NO3-}$=ΔH_H-T*ΔS_H=-206,85-298,15*0,1467=-250,5886 $^{kJ}/_{mol}$; [1]
NO_3^-	-	pKa=-1,4	**178,711**	G_{NO3-}= ΔG_{eqHNO3}-G_{H3O}+(G_{HNO3}+G_{H2O})=**178,711** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_3^-	E°$_{NO3-O H}$	**-0,3122 V**	**178,711**	G_{NO3-}=$\Delta G_{eqNO3-OH}$ -G_{H2O}+(G_{NO2-}+2G_{OH})=**178,711** $^{kJ}/_{mol}$,
NO_{gas}	91,3	210,8	87,6	CRC [1]
NO_{gas}	Solubility	product -	**61,024**	G_{NOgas}=G_{H2O}+G_{NOaq}-(ΔG_{sp})=**0**+86,55-(25,526)=**61,024** $^{kJ}/_{mol}$;
NO_{aq}	-	pH=7,36	**86,55**	**Biochem.Thermodynamic 2006** Massachusetts Technology Inst.
NO_{aq}	E°$_{NO(g)H3O+}$	=**0.8266**	**49,695**	G_{NOaq}=G_{HNO3}+4G_{H3O}-($\Delta G_{eqNO(g)H3O+}$+5G_{H2O})=**49,695** $^{kJ}/_{mol}$, pH<1,4

Nernsta potenciāla NO_3^-/NO_2^- red-oks sistēmas īpašības skābā H_3O^+ ūdens un bāziskā OH^- vidē

HNO_2+4H_2O=NO_3^-+3H_3O^++**2e⁻**; pH<3,15; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasisko}$=0,94 V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: E°$_{NO3}$=E°$_{klasisko}$-0,0591/2*lg(1/[H_2O]⁴)+$\Delta E°$=0,94+0,206+0,10166-0,37239=**0,8753** V;

$$E_{NO3}=E°_{NO3}+ \frac{0.0591}{2} •\log \frac{[NO_3^-]·[H_3O^+]^3}{[HNO_2]·[H_2O]^4} =0,8753 \text{ V} + \frac{0.0591}{2} •\log \frac{[NO_3^-]·[H_3O^+]^3}{[HNO_2]·[H_2O]^4}$$

ΔG_{eqNO3}=E°$_{NO3}$•F•2=**0,8753***96485*2=**168,9** $^{kJ}/_{mol}$,

ΔG_{eqNO3}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(G_{HNO2}+4G_{H2O})=**178,711**+3*22,44-(**77,131** +4*0)=**168,9** $^{kJ}/_{mol}$,

G_{HNO2}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(ΔG_{eqNO3}+4G_{H2O})=**178,711**+3*22,44-(**168,9**+4*0)=**77,131** $^{kJ}/_{mol}$;

G_{NO3-}=ΔG_{eqNO3}-3G_{H3O}+(G_{HNO2}+4G_{H2O})=**168,9**-3*22,44+(**77,131** +4*0)=**178,711** $^{kJ}/_{mol}$,

$NO_2^-+2OH^-=NO_3^-+H_2O+2e^-$; pH>7 Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}$=0,01 V [17], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{NO3-OH}=E°_{klasisko}-0,0591/2*lg([H_2O])+\Delta E°$=0,01-0,0515+0,10166-0,37239 =**-0,3122** V;

$$E_{NO3-OH}=E°_{NO3-OH}+\frac{0.0591}{2}\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_2O]}{[NO_2^-]\cdot[OH^-]^2}=\textbf{-0,3122} V+\frac{0.0591}{2}\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_2O]}{[NO_2^-]\cdot[OH^-]^2}$$

$\Delta G_{eqNO3-O\ H}=E°_{NO3-O\ H}\bullet F\bullet2=$**-0,3122***96485*2=**-60,245** kJ/mol,

$\Delta G_{eqNO3-OH}=G_{NO3-}+G_{H2O}-(G_{NO2-}+2G_{OH})$=178,711+0-(84,446+2*77,36)=**-60,245** kJ/mol,

$G_{NO3-}=\Delta G_{eqNO3-OH}-G_{H2O}+(G_{NO2-}+2G_{OH})$=**-60,2455**-0+(84,446+2*77,36)=**178,711** kJ/mol,

$G_{NO2-}=G_{NO3-}+G_{H2O}-(\Delta G_{eqNO3-OH}+2G_{OH})$=178,711+0-(-60,245+2*77,36)=**84,236** kJ/mol;

$NO_2^-+3H_2O=NO_3^-+2H_3O^++2e^-$; pH>3,15 Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}$=0,835 V [21], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{NO2-}=E°-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^3)+\Delta E°$=0,835+0,1545+0,10166-0,37239=**0,7188** V

$\Delta G_{eqNO2-}=E°_{NO2-}\bullet F\bullet2=$**0,7188***96485*2=**138,707** kJ/mol,

$\Delta G_{eqNO2-}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(G_{NO2-}+3G_{H2O})$=155,833+3*22,44-(84,446+3*0)=**138,707** kJ/mol,

$G_{NO3-}=\Delta G_{eqNO2-}-3G_{H3O}+(G_{NO2-}+3G_{H2O})$=138,707-3*22,44+(84,446+3*0)=**155,833** kJ/mol,

$G_{NO2-}=G_{NO3-}+3G_{H3O}-(\Delta G_{eqNO2-}+3G_{H2O})$=155,833+3*22,44-(138,707+3*0)=**84,446** kJ/mol,

M_{NO}=30,006 g/mol; Šķīdība $NO^{(g)}$ 0,0056 g/99,6g (20 C) ; w%=0,0056/(0,0056+99,6)*100=0,00562%; ūdenī $[NO_{aq}]$=(0,00562/100*996)/30,006=0,001865 M, ja tīras gāzes mol daļa ir viens $[NO^{(g)}]$=1;

Līdzsvara $NO_{gas}+H_2O=NO_{aq}$ konstante $K_{eq}=[NO_{aq}]/[NO^{(g)}]/[H_2O]$=0,001865/1/55,3=$10^{\wedge(-4,472)}$.

Līdzsvara standarts ir $\Delta G_{eq}=-R\bullet T\bullet ln(K_{eq})$=-8,3144*298,15*ln($10^{\wedge(-4,472)}$)=-8,3144•298,15•10,297=**25,526** kJ/mol;

Līdzsvara Hesa izteiksme standartam ir $\Delta G_{eq}=G_{NOaq}-(G_{H2O}+G_{NOgas})$=**86,55**-(0+$G_{NOgas}$)=**25,526** kJ/mol ;

$G_{NOgas}=G_{NOaq}-(G_{H2O}+\Delta G_{eq})$=**86,55**-(0+25,526)=**61,024** kJ/mol , ja līdzsvara standarts ir ΔG_{eq}=25,526 kJ/mol ;

Gāzes NO_{gas} šķīdība kompensē vienu ūdens molekulu izteiksmē no 6H2O uz 5H2O un no 5H2O uz 4H2O:

$NO_{aq}+5H_2O=NO_3^-+4H_3O^++3e^-$; pH>1,4 Aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}$=0,96 V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{NO(g)H3O+}=E°_{klasisko}-0,0591/3*lg(1/[H_2O]^5)+\Delta E°$=0,96+0,1717+0,10166-0,37239=**0,8609** V;

$$E_{NO(g)H3O+}=E°_{NO(g)H3O+}+0,0591/3\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_3O^+]^4}{[NO_{aq}]\cdot[H_2O]^5}=\textbf{0,8609} V+0,0197\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_3O^+]^4}{[NO_{aq}]\cdot[H_2O]^5}$$

$\Delta G_{eqNO(g)H3O+}=E°_{NO(g)H3O+}\bullet F\bullet3=$**0,86093***96485*3=**249,20** kJ/mol,

$\Delta G_{eqNO(g)H3O+}=G_{NO3-}+4G_{H3O}-(G_{NOaq}+5G_{H2O})$=178,711+4*22,44-(19,271+5*0)=**249,20** kJ/mol,

$G_{NOaq}=G_{NO3-}+4G_{H3O}-(\Delta G_{eqNO(g)H3O+}+5G_{H2O})$=178,711+4*22,44-(249,20+5*0)=**19,271** kJ/mol,

$NO_{aq}+4H_2O=HNO_3^-+3H_3O^++3e^-$; pH<1,4 Aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}$=0,96 V [18], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{NO(g)H3O+}=E°_{klasisko}-0,0591/3*lg(1/[H_2O]^4)+\Delta E°$=0,96+0,1373+0,10166-0,37239=**0,8266** V;

$$E_{NO(g)H3O+}=E°_{NO(g)H3O+}+0,0591/3\bullet\log\frac{[HNO_3^-]\cdot[H_3O^+]^3}{[NO_{aq}]\cdot[H_2O]^4}=\textbf{0,8266} V+0,0197\bullet\log\frac{[HNO_3^-]\cdot[H_3O^+]^3}{[NO_{aq}]\cdot[H_2O]^4}$$

$\Delta G_{eqNO(g)H3O+}=E°_{NO(g)H3O+}\bullet F\bullet3=$**0,8266***96485*3=**239,26** kJ/mol,

$\Delta G_{eqNO(g)H3O+}=G_{HNO3}+4G_{H3O}-(G_{NOaq}+5G_{H2O})$=199,195+4*22,44-(49,695+5*0)=**239,26** kJ/mol,

$G_{NOaq}=G_{HNO3}+4G_{H3O}-(\Delta G_{eqNO(g)H3O+}+5G_{H2O})$=199,195+4*22,44-(239,26+5*0)=**49,695** kJ/mol,

$NH_{3gas}+H_2O=NH_{3aq}$ brīvā enerģija G_{NH3aq}=91,1 kJ/mol ; $NH_{3aq}+H_2O=NH_4^++OH^-$;

$NH_4^++13H_2O+OH^-=NO_3^-+10H_3O^++OH^-+8e^-$; $H_3O^++OH^-=2H_2O$;

$NH_4^++11H_2O+OH^-=NO_3^-+9H_3O^++8e^-$; $H_3O^++OH^-=2H_2O$;

$NH_4^++13H_2O=NO_3^-+10H_3O^++8e^-$; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}$=0,87 V [17], ūdens logaritmu un $\Delta E°$: $E°_{NH4+H2O}=E°_{klasisko}-0,0591/8*lg(1/[H_2O]^{13})+\Delta E°$=0,87+0,16737+0,10166-0,37239 =**0,7667** V;

$$E_{NH4+H2O}=E°_{NH4+H2O}+0,0591/8\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_3O^+]^{10}}{[NH_4^+]\cdot[H_2O]^{13}}=\textbf{0,76669} V +0,00739\bullet\log\frac{[NO_3^-]\cdot[H_3O^+]^{10}}{[NH_4^+]\cdot[H_2O]^{13}}$$

$\Delta G_{eqNH4+H2O}=E°_{NH4+H2O}\bullet F\bullet8=$**0,76669***96485*8=**591,8** kJ/mol,

$\Delta G_{eqNH4+H2O}=G_{NO3-}+10G_{H3O}-(G_{NH4+}-13G_{H2O})$=601,06+10*22,44-(232,9-13*0)=**591,8** kJ/mol,

$G_{NO3-}=\Delta G_{eqNH4+H2O}-10G_{H3O}+(G_{NH4+}-13G_{H2O})$=591,8-10*22,44+(232,9-13*0)=**601,06** kJ/mol;

Nernsta potenciāla studijas $5(Pt)H+MnO_4^-$ uzskaitot hidroksoniju H_3O^+ un ūdeni H_2O.

Inversais Nernsta standarta potenciāls: $MnO_4^-+8H_3O^++5e^-=Mn^{2+}+12H_2O$; $-E°_{Mn2+/MnO4-}=-1,4865$ V.

Divpadsmit ūdens molekulu uzskaite $[H_2O]=55,3$ M$=(996_g/_L)/(18_g/_{mol})$ palielina potenciālu līdz:
$E°_{Mn2+/MnO4-}=E°-0,0591/5•\log(1/[H_2O]^{12})=1,51-0,0591/5*\log(1/55,3^{\wedge 12})+0,10166-0,37239=1,4865$ V;
Ūdens koncentrācija $[H_2O]^{12}$ ir iekļauta klasiskā standarta potenciāla vērtībā $E°=1,51$ V kā logaritms:
Reducētāja Nernsta absol;ūtais standarta potenciāls: $5(Pt)H+5H_2O=5H_3O^++5e^-$; $E°_H=-0,27073$ V
$E_{MnO4}=-1.4865$ V$+0,0591/5• \log([H_2O]^{12}*[Mn^{2+}]/[MnO_4^-]/[H_3O^+]^8)$;
$E_H=E°_H +0,0591•\log([H_3O^+]/[H_2O])=-0,27073$ V $+0,0591•\log([H_3O^+]/[H_2O])$;
Elektronu balansēšana $+ne^-=5e^-=-ne^-$ summārajā Red-Ox reakcijā: $MnO_4^-+3H_3O^++5(Pt)H=Mn^{2+}+7H_2O$;

$\Delta G_{HessPtH}=\Delta G°_{Mn2}+7\Delta G°_{H2O}-(\Delta G°_{MnO4}+3\Delta G°_{H3O}+5G_{(Pt)H})=-228,1+7*-237,191-(3*-213,2746-447,2+5*\textbf{48,56})=-1044,21^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{HessCRC}=\Delta G°_{Mn2}+7\Delta G°_{H2O}-(\Delta G°_{MnO4}+3\Delta G°_{H3O}+5/2\Delta G°_{H2})=-228,1+7*-237,191-(3*-213,2746-447,2+5*99,13/2)=-1049^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{Alberty}=\Delta G°_{Mn2}+7\Delta G°_{H2O}-(\Delta G°_{MnO4}+3\Delta G°_{H3O}+5/2G_{H2})=-228,1+7*-237,191-(3*-213,2746-447,2+5*\textbf{103,24}/2)=-1059,5^{kJ}/_{mol}$;

Viela	$\Delta H°_H,^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H,^J/_{mol/K}$	$\Delta G°_H,^{kJ}/_{mol}$	
H_2O	-285,85	69,9565	-237,191	CRC Handbook of Chemistry.and Physics, 2010, D.Lide [1]
H_2O	**-286,65**	**-453,188**	**-151,549**	Biochem.Thermodyn., Massachusetts Technology Inst.[8] pH=7,36
H_3O^+	-285,81	-3,854	-213,2746	RC [1]
$H_{2(aq)}$	23,4	-130	99,13	RC [1]
$H_{2(aq)}$	**-5,02**	**-363,92**	**103,24**	Biochem.Thermodyn., Massachusetts Technology Inst.[8] pH=7,36
$H(Pt)_{(aq)}$	-	-	**48,56**	$\Delta G_{eq}=$**-847,7** $^{kJ}/_{mol}$; $\Delta G_{Hess}=-1044,2^{kJ}/_{mol}$
MnO_4^-	-541,4	**-191,2**	**-447,2**	CRC [1]
Mn^{2+}	–220,8	-73,6	-228,1	kā absolūti lielumi $\lvert\Delta G_{eq}=-847,7^{kJ}/_{mol}\rvert<\lvert\Delta G_{Hess}=-1043,7^{kJ}/_{mol}\rvert$;
O_{2aqua}	**-11,7**	**-94,2**	**16,4**	Biochem.Thermodyn., Massachusetts Technology Inst.[8] pH=7,36

$\Delta G_{eqH/MnO4}=(E°_H-E°_{MnO4-})•F•1•5=(-0,27073-1,4865)*96485*5=\textbf{-1,757}*96485*5=\textbf{-847,7}^{kJ}/_{mol}$.
$\textbf{K}_{eq}=\textbf{exp}(-\Delta G_{eq H/MnO4}/\textbf{R}/\textbf{T})=\exp(847732/8,3144/298,15)=\exp(341,96)=10^{148,5}$;
Eksotermiska un eksoerģiskas MnO_4^- reducēšanas ar metālisku $5(Pt)H$ Hesa brīvās enerģijas izmaiņa negatīva $\Delta G_{Hess}=\Delta G_{OxRed}=\textbf{-1043,7}^{kJ}/_{mol}$, bet minimizējas sasniedzot

līdzsvara maisījumu $\Delta G_{min}=\Delta G_{eq}=-847,7^{kJ}/_{mol}$;$10^{148,5}=K_{eq}=\dfrac{[H_2O]^7 \cdot[Mn^{2+}]}{[(Pt)H]^5[MnO_4^-]\cdot[H_3O^+]^3}$;

Brīvās enerģijas izmaiņas minimums ΔG_{min} ir Prigožina atraktors. Brīvās enerģijas izmaiņas minimuma sasniegšanā iestājas līdzsvars. Līdzsvara stāvoklis ir atraktors
   visiem bezgalīga skaita ne līdzsvara stāvokļiem   izejvielas_

$-1044,2^{kJ}/_{mol}$

$\Delta G<0$ Hess

$\Delta G_{min}=\textbf{-847,7}^{kJ}/_{mol}$

5A+B+3C 50% D+8E
$5(Pt)H+MnO_4^-+3H_3O^+$
produkti $Mn^{2+}+7H_2O$
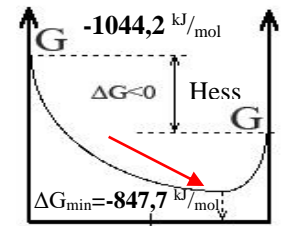
$\underline{MnO_2}+4OH^-=MnO_4^-+2H_2O+\textbf{3e}^-$; Reducētāja Nernsta absolūtais standarta potenciāls: $E°_{MnO2/MnO4-}=\textbf{0,26465}$ V
$E°_{MnO2/MnO4-}=E°-0,0591/3•\log([H_2O]^2)+0,10166-0,37239=0,603-0,0591/3*\log(55,3^{\wedge 2}))+0,10166-0,37239=\textbf{0,26465}$ V;
$MnO_4^{2-}=MnO_4^-+\textbf{e}^-$;   Reducētāja Nernsta absolūtais standarta potenciāls: $E°_{MnO2/MnO4-}=\textbf{0,2883}$ V;
$E°_{MnO4/MnO4-}=E°-0,0591/3•\log([H_2O]^0)+0,10166-0,37239=0,558-0,0591/3*\log(55,3^{\wedge 0}))+0,10166-0,37239=\textbf{0,2883}$ V;

2) Karbo anhidrāze CA ģenerē brīvo enerģiju no nulles $G_{CO2+2H2O}=0^{kJ}/_{mol}$ līdz $G_{H3O+HCO3-}=78,52^{kJ}/_{mol}$.
Šķīdība ūdenī rada brīvo enerģiju no nulles līmeņa $CO_{2gas}+H_2O=CO_{2aqua}$ līdz $G_{CO2aqua}=18,38^{kJ}/_{mol}$ ar konstanti:
$K_{eqCO2aqua}=[CO_{2aqua}]/[CO_{2gas}]/[H_2O]=EXP(-G_{CO2aqua}/R/T)=EXP(-18382,746/8,3144/298,15)=0,000601808$
palielinot brīvo enerģiju līdz $G_{CO2aqua}=-R•T•\ln(K_{šķCO2aqua})=-8,3144*298,15*\ln(0,000601808)=18,38^{kJ}/_{mol}$.
Reakcijas $CO_{2aqua}+2H_2O+\Delta G+Q=v1\underline{CA}>H_3O^++HCO_3^-$
ātruma konstante ir $k_{1CO2aqua}=1,5\times10^8$ M^{-1}s^{-1} un protolītiskā skābes CO_{2aqua} līdzsvara konstantes vērtība ir
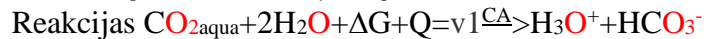
$\dfrac{[HCO_3^-]_{aqua}\cdot[H_3O^+]}{[CO_2]_{aqua}\cdot[H_2O]^2}$ $=K_{eqCAHCO3aqua}=K_{a\_CO2aqua}/[H_2O]^2=10^{-7,0512}/55,3^2=2,906*10^{-11}$.[9]

CA liela ātruma protolīzes konstante akumulē brīvo enerģiju produktos $H_3O^++HCO_3^-$ aktivējot tos:
$\Delta G_{eqCACO2aqua}=-R•T•\ln(K_{eqCACO2aqua})=-8,3144*298,15*\ln(2,90636*10^{\wedge(-11)})/1000=60,14^{kJ}/_{mol}$.
Kopējā brīvā enerģija palielinās aktivējot sasniedzot līdzsvara stāvokli liela ātruma protolīzē un šķīdībā:
$G_{H3O+HCO3}=G_{H3O+}+G_{HCO3-}=22,44+56,08=G_{CO2aqua}+\Delta G_{eqCACO2aqua}=18,38+60,14=78,52^{kJ}/_{mol}$. [1,8,14]
Liela ātruma protolīzes atraktors ir pH=7,36. Novirze no atraktora izjauc neatgriezeniskās homeostāzes procesus, radot nekārtību un haosu.

Karbo anhidrāzes CA sintēze nepieciešams aktīvas biosfēras atraktors.

Karboanhidrāzes reaktivitāte un radītā fizioloģiskā bufera šķīduma protolīzes līdzsvara-atraktora vērtība pH=7,36 ir pašorganizējošais biosfēras atraktors. Reakcijas CO_2+2H_2O uzkrātā brīvā enerģija produktos (CO_{2aqua}) H_3O^++HCO_3^- akumulē brīvo enerģiju $G_{H3O++HCO3-}$=18,38+60,14=78,52 $^{kJ}/$, kas nepieciešama ķermeņa funkcionālai darbībai, tas ir bikarbonāta bufera sistēma ideālai reakciju secībai neatgriezeniskas homeostāzes kompleksajos procesos.

CO_2 nereaģē ar ūdeni H_2O bez CA klātbūtnes. CO_2 ir mazšķīstošs un lēni reaģē ar OH^-. [Wikipedia](.) [27] mol masa M_{CO2}=44,009 g/mol. Šķīdība CO_{2gas}+H_2O=CO_{2aqua} 1,45 g/L pie 0,99 atm un pie 1 atm m_{CO2}=100*1,45/99=1,4646 g/L ar koncentrāciju [CO_{2aqua}]=m_{CO2}/M_{CO2}=1,4646/44,009=0,03328 M.

Šķīdība ir $K_{spCO2aqua}$=[CO_{2aqua}]/[CO_{2gas}]=0,03328 M bet līdzsvara konstante molu daļās ir bez mērvienības

$$K_{eqCO2aqua}=[CO_{2aqua}]/[CO_{2gas}]/[H_2O]=K_{spCO2aqua}/[H_2O]=0,03328 \text{ M}/55,3 \text{ M}=0,000601808.$$

Brīvā enerģija $\Delta G_{eqCO2aqua}$=-R•T•ln($K_{eqCO2aqua}$)=-8,3144*298,15*ln(0,000601808)/1000=18,38 $^{kJ}/_{mol}$ ir minimumā ar šķīdības līdzsvara vērtību $G_{CO2aqua}$=$\Delta G_{eqCO2aqua}$+(G_{CO2gas}+G_{H2O})=18,38+(0+0)=18,38 $^{kJ}/_{mol}$.

No gaisa 0,04 % mol daļas [CO_{2gas}]=0,0004 izšķīdinātā koncentrācija ir:

$$[CO_{2aqua}]=K_{eqCO2aqua}*[H_2O]*[CO_{2gas}]=0,000601808*55,3457*0,0004=0,000753 \text{ M}.$$

Oglekļa dioksīds CO_{2aqua} reaģē ar OH^- joniem reizes $10^{16,54}$ lēnāk par bikarbonāta HCO_3^- neitralizācijas reakciju: H_3O^++HCO_3^-=>CO_{2aqua}+2H_2O, jo neitralizācijas ātruma konstante ir k_2=5,16885*10^{18} $M^{-2}s^{-1}$, bet OH^- joniem CO_{2aqua}+OH^-=>HCO_3^- ir ātruma konstante k_{1OH} no 1,5*10^2 $M^{-2}s^{-1}$. Reakcija ir labvēlīga:

$\Delta G_{HessHCO3}$=G_{HCO3}-($G_{CO2aqua}$+G_{OH-})=56,08-(18,38+77,36)=-39,66 $^{kJ}/_{mol}$ ar līdzsvara konstanti

k_{1OH-}/k_{2HCO3-}=[HCO_3^-]/[CO_{2aqua}]/[OH^-]=K_{eq_HCO3-}=EXP(-ΔG_{eq_HCO3-}/R/T) =EXP(39659/8,3144/298,15)=8875,3, eksotermiski izdalot siltumu Q ΔH_{Hess}=$\Delta H°_{HCO3}$-$\Delta H°_{CO2}$-$\Delta H°_{OH}$=-48,68 $^{kJ}/_{mol}$. Inversā HCO_3^-=>CO_{2aqua}+OH^- reakcija ir nelabvēlīga k_{2HCO3-}=k_{1OH-}/K_{eq_HCO3-}=1,5*10^2/8875,3=0,0169. Sadalīšanās HCO_3^-=>CO_{2aqua}+OH^- ātruma konstante k_{2HCO3-} ir desmit triljoni 10^{13} reizes lēnāka par CA ātruma konstanti $k_{1CO2aqua}$=1.5×10^8 $M^{-1}s^{-1}$.

CA protolītiskā reaktivitāte rada funkcionāli aktīvu bikarbonāta bufera pašorganizēšanas atraktoru pH=7,36 ar ģenerētiem koncentrācijas gradientiem transportam H_3O^+, HCO_3^-, CO_{2aqua} un O_{2aqua}, H_2O osmozei cauri akvaporīnu kanāliem. [9]

CA liela ātruma protolīzē reaģē CO_{2aqua} ar divām ūdens molekulām:

CO_{2aqua}+2H_2O+ΔG+Q=$v_1\underline{CA}$$H_3O^+$+$HCO_3^-$, kurā ātruma konstante ir: $k_{1CO2aqua}$=1,5×10^8 $M^{-1}s^{-1}$. [9] Neitralizācijas H_3O^++HCO_3^-=$\underline{CA}$$CO_{2aqua}$+2$H_2O$ ātruma konstante ir reizes $10^{10,54}$ lielāka par karbo anhidrāzes ātruma konstanti: $k_2/k_{1CO2aqua}$=5,16885*10^{18}/1,5/10^8= 34459000000=$10^{10,537}$. CA protolīzes līdzsvara konstanti aprēķina ātruma konstanšu attiecības izteiksmē:

$$K_{eqCAHCO3aqua}=k_{1CO2aqua}/k_2=K_{a\_CO2aqua}/[H_2O]^2=10^{(-7,0512)}/55,3^2=2,906*10^{-11}=10^{-10,54}.$$

Bikarbonāta bufera skābes protolīzes konstante $pK_{a\_CO2aqua}$=7,0512 ir draudzīga atraktora vērtībai pH=7,36:

$$K_{a\_CO2aqua}=K_{eqCAHCO3aqua}*[H_2O]^2= \frac{[HCO_3^-]_{aqua}\cdot[H_3O^+]}{[CO_2]_{aqua}} =10^{-7,0512}=10^{-pK_{a\_CO2aqua}}.$$ Oriģinālā $pK_{a\_CO2aqua}$=7,0512

vērtība iegūta un aprēķināta [BUFERA šķīdumam](.). Hesa brīvās enerģijas izmaiņa ir eksoerģiska negatīva:

ΔG_{Hess}=2$\Delta G°_{H2O}$+$\Delta G°_{CO2}$-($\Delta G°_{H3O}$+$\Delta G°_{HCO3}$)=2*-237,191-385,98-(-213,2746-544,9688)=-102 $^{kJ}/_{mol}$. [1]

Neitralizācijas: H_3O^++HCO_3^-=CO_{2aqua}+2H_2O konstante ir inversa protolīzei un labvēlīga:

$K_{eqNeitralizācija}$=1/$K_{eqCAHCO3aqua}$=[HCO_3^-]*[H_3O^+]/[CO_{2aqua}]/[H_2O]^2=1/2,90636/$10^{(-11)}$=34407299853.

$\Delta G_{Absolute}$=2G_{H2O}+G_{CO2qua}-G_{H3O}-G_{HCO3}=2*0+18,38-22,44-56,08=-60,14 $^{kJ}/_{mol}$ un

entalpijas Hesa izmaiņa ir eksotermiska: ΔH_{Hess}=2$\Delta H°_{H2O}$+$\Delta H°_{CO2}$-$\Delta H°_{H3O}$-$\Delta H°_{HCO3}$=-7,2 $^{kJ}/_{mol}$.

Neitralizācija ir labvēlīga reakcija. Brīvās enerģijas izmaiņas minimums izteiksmē ir negatīvs:

$\Delta G_{eqNeitralizācija}$=-R•T•ln($K_{eqNeitralizācija}$)=-8,3144•298,15•ln(34407299853)=-60,14 $^{kJ}/_{mol}$, bet CO_{2aqua} protolīzes minimums kā neitralizācijas inversā reakcija ir pozitīva:

$\Delta G_{eqCAHCO3aqua}$=-R•T•ln($K_{eqCA\_HCO3aqua}$)=-8,3144•298,15•ln(1/34407299853)=60,14 $^{kJ}/_{mol}$.
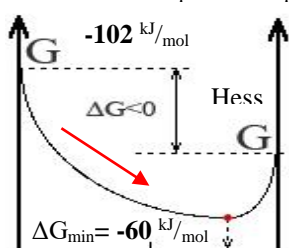
Atraktora Zīm. 2. Eksotermiska un eksoerģiska neitralizācijā Hesa brīvās enerģijas izmaiņa $\Delta G_{eqNeitralizācija}$ negatīva -102 $^{kJ}/_{mol}$, bet $\Delta G_{eqNeitralizācija}$=-60,14 $^{kJ}/_{mol}$ minimizējas sasniedzot līdzsvara maisījumu: K_{eq}=34407299853 CA karbo anhidrāzes klātienē. Oglekļa dioksīds reakcija ar hidroksīda anjonu ir lēna, jo mazi reizinātāji: ātruma konstante k_{1OH}=1,5*10^2 $M^{-2}s^{-1}$, koncentrācijas [CO_{2aqua}]=0,000753 M, [OH^-]=$10^{-6,64}$ M. Karbo anhidrāzes sintēze atrisina bioenerģētikā perfektu kārtību homeostāzei kā pašorganizējošs atraktors. [3,4]

A+B 50 % C+2D.

Reaktanti H_3O^++HCO_3^-, produkti CO_{2aqua}+2H_2O.

$2CO_2$ / $H_2C_2O_4$ / CH_{4gas} šķīdība un protolīze iekļauj hidroksonija H_3O^+ un ūdens H_2O uzskaiti.

Standarta brīvās enerģijas izmaiņas oglekļa dioksīda veidošanai no brīvajiem elementiem $C_{gr}+O_{2gas}=CO_{2gas}$ ir negatīva $\Delta G°_{Hess\_CO2gas}=G_{CO2gas}-(G_{gr}+G_{O2gas})=-394,36$ $^{kJ}/_{mol}$. [1] Ja bioķīmijas absolūtās enerģijas skalas fona līmenis ir nulle $G_{CO2gas}=0$ $^{kJ}/_{mol}$, tad pēc Hesa likuma absolūtās brīvās enerģijas saturs vienā molā grafīta ir

$G_{gr}=G_{CO2gas}-(\Delta G°_{Hess\_CO2gas}+G_{O2gas})=0-(-394,36+303,1)=91,26$ $^{kJ}/_{mol}$.

Standarta brīvās enerģijas izmaiņas metāna veidošanai no brīvajiem elementiem $C_{gr}+2H_{2gas}>CH_{4gas}$ [1,8] ir

$\Delta G°_{Hess\_CH4gas}=G_{CH4gas}-(G_{Cgr}+2*G_{H2})=G_{CH4gas}-(91,26+2*85,64)=-50,5$ $^{kJ}/_{mol}$ un

brīvās enerģijas saturs uz vienu molu metāna, kas paliek neizmantots no brīvajiem elementiem Hesa likumā ir

$G_{CH4gas}=\Delta G°_{Hess\_CH4gas}+(G_{Cgr}+2*G_{H2})=-50,5+(91,26+2*85,64)=212,04$ $^{kJ}/_{mol}$.

Tas ļauj mums aprēķināt absolūto brīvo enerģiju uz vienu grafīta molu absolūtajā brīvās enerģijas skalā:

$G_{CgrCH4gas}=G_{CH4gas}-\Delta G°_{Hess\_CH4gas}-2*G_{H2gas}=212,04-(-50,5+2*85,64)=91,26$ $^{kJ}/_{mol}$,

kas sakrīt ar gāzes un ūdens nulli $G_{CO2gas}=G_{H2O}=0$ $^{kJ}/_{mol}$ bioķīmijas absolūtās enerģijas skalā.

Metāna šķīdība $CH_{4gas}+H_2O=CH_{4aq}$

ir 22,7 mg/L un metāna mol masa ir $M_{CH4}=16,043$ $^g/_{mol}$. Ūdens uzskaite $[H_2O]=996/18=55,3$ M aprēķina konstanti $K_{eq}=K_{sp}/[H_2O]=0,001414947$ M/55,3 M$=10^{(-4,592)}$.

Metāna šķīdības $[CH_4]=0,0227/16,043=0,001414947$ M līdzsvaram absolūtā brīvās enerģijas izmaiņa ir

$\Delta G_{eq}=-R•T•ln(K_{eq})=-8,3144*298,15*ln(10^{(-4,592)})=-8,3144*298,15*-10,573=26,21$ $^{kJ}/_{mol}$.

Albertija dati aprēķina šķīdības enerģijas izmaiņu $\Delta G_{eqCH4gas}=26,21$ $^{kJ}/_{mol}$.

Līdzsvara enerģijas izmaiņa $\Delta G_{eqCH4}=G_{CH4aq}-(G_{H2O}+G_{CH4}^{gas})=G_{CH4aq}-(0+212,04)=26,21$ $^{kJ}/_{mol}$ ļauj aprēķināt absolūto brīvās enerģijas saturu metānam ūdenī (aqua): $G_{CH4aq}=G_{CH4gas}+G_{CH4sp}=212,04+26,21=238,25$ $^{kJ}/_{mol}$;

Viela	$\Delta H°_H$ ^{kJ}/mol	$\Delta S°_H$ J/mol/K	$\Delta G°_H$, ^{kJ}/mol	
H_2O	-285,85	69,9565	-237,191	CRC [1]
H_3O^+	-285,81	-3,854	-213,2746	CRC [1] Mischenko 1972, Himia, Leningrad [26]
$H_2C_2O_{4cr}$	-829,9	-109,8	-797,16	CRC [1]
$H_2C_2O_{4cr}$	formation	-797,16	**76,96**	$G_{H2C2O4cr}=\Delta G°_{H2C2O4crForm}+(2G_{Cgr}+2G_{O2gas}+G_{H2gas})=76,96$ ^{kJ}/mol;
$H_2C_2O_{4sq}$	$\Delta G_{eq\_sp}=$ **9,0161**		**85,976**	$G_{H2C2O4aq}=\Delta G_{eq\_sp}+(G_{H2O}+G_{H2C2O4}^{cr})=85,976$ ^{kJ}/mol;
$H_2C_2O_{4sq}$	$E°_{H2C2O4}=$	**-0,6577 V**	**171,78**	$G_{H2C2O4}=2G_{CO2}+2G_{H3O}-(\Delta G_{eqH2C2O4}+2G_{H2O})=171,78$ ^{kJ}/mol;
$HC_2O_4^-$	**17,08**	p$K_{a2}=1,25$	**80,618**	$G_{HC2O4}=\Delta G_{eq1H2C2O4}-G_{H3O}+(G_{H2C2O4}+\Delta G_{H2O})=80,618$ ^{kJ}/mol ;
$HC_2O_4^-$	$E°_{HC2O4}=$	**-0,7092 V**	**159,028**	$G_{HC2O4}=2G_{CO2}+G_{H3O}-(\Delta G_{eqHC2O4}+G_{H2O})=159,028$ ^{kJ}/mol;
$C_2O_4^{2-}$	-	-pH=7,36	**-677,14**	**Alberty 2006** Biochem.Thermodyn Massachusetts Techn. Inst.
$C_2O_4^{2-}$	**33,578**	p$K_{a2}=4,14$	**91,756**	$G_{C2O4}=\Delta G_{eq2HC2O4}-G_{H3O}+(G_{HC2O4}+G_{H2O})=91,756$ ^{kJ}/mol ;
$C_2O_4^{2-}$	$E°_{C2O4}=$	**-0,7607** V	**146,79**	$G_{C2O4}=2G_{CO2}-(\Delta G_{eqC2O4})=2*0-(-146,79)=146,79$ ^{kJ}/mol;
CH_{4gas}	-74,6	186,3	-50,5	$=\Delta G°_{Hess\_CO2gas}=G_{CO2gas}-(G_{gr}+G_{O2gas})$ Wikipedia CRC [1]
CH_{4gas}	formation	-50,5	**212,04**	$G_{CH4gas}=\Delta G°_{Hess\_CH4gas}+(G_{Cgr}+2*G_{H2})=212,04$ ^{kJ}/mol;
CH_{4gas}	pH=7,36	Albertijs [8]	**120,56**	**Alberty 2006** Biochem.Thermodyn Massachusetts Techn. Inst.
CH_{4aq}	Solubility	**26,21**	**238,25**	$G_{CH4aq}=G_{CH4gas}+G_{CH4sp}=212,04+26,21=238,25$ ^{kJ}/mol;
CH_{4aq}	[8]	pH=7,36	**136,95**	**Alberty 2006** Biochem.Thermodyn Massachusetts Techn. Inst.
C_{gr}	background	Biochemistry	**91,26**	$G_{gr}=G_{CO2gas}-(\Delta G°_{Hess\_CO2gas}+G_{O2gas})=91,26$ ^{kJ}/mol; pH=7.36
CO_{2gas}	-393,509	213,74	-394,359	CRC [1]
CO_{2aq}	-413,798	117,5704	-385,98	CRC [1]
CO_{2aq}	$E°_{H2C2O4}=$	**-0,6577 V**	**-42,90**	$2G_{CO2}=\Delta G_{eqH2C2O4}-2G_{H3O}+(G_{H2C2O4}+2G_{H2O})=2*-42,902$ ^{kJ}/mol;
CO_{2aq}	$E°_{HC2O4}=$	**-0,7092 V**	**-97,514**	$2G_{CO2}=\Delta G_{eqHC2O4}-G_{H3O}+(G_{HC2O4}+G_{H2O})=2*-97,514$ ^{kJ}/mol;
CO_{2aq}	$E°_{C2O4}=$	**-0,7607 V**	**-27,517**	$2G_{CO2}=\Delta G_{eqC2O4}+(G_{C2O4})=-27,517$ ^{kJ}/mol;
CO_{2aq}	$K_{eqCO2aqua}$	šķīdība	**18,38**	$G_{CO2aqua}=\Delta G_{eqCO2aqua}+(G_{CO2gas}+G_{H2O})=18,38+(0+0)=18,38$ ^{kJ}/mol .

$\Delta G_{H2C2O4}=\Delta H_H–T*\Delta S_H=-829,9-298,15*-0,1098=-747,75$ $^{kJ}/_{mol}$;

Veidošanās no brīviem elementiem $2C_{gr}+2O_{2gas}+H_{2gas}=H_2C_2O_{4cr}$ un šķīdība $H_2C_2O_4^{cr}+H_2O=H_2C_2O_{4aq}$:

$G_{H2C2O4cr}=\Delta G°_{H2C2O4crForm}+(2G_{Cgr}+2G_{o2gas}+G_{H2gas})=-797,16+(2*91,26+2*303+85.6)=76,96$ $^{kJ}/_{mol}$.

Skābeņskābes šķīdības 118 $^g/_L$ $H_2C_2O_4^{cr}+H_2O=H_2C_2O_{4aq}$ konstanti iegūst no [1,29] datiem ar blīvumu 1,072 $^g/_{mL}$:

$$K_{eq\_sp}=[H_2C_2O_{4aq}]/[H_2C_2O_4^{cr}]/[H_2O]=1,3106/1/49,77=0,026329.$$

Mola masa $M_{H2C2O4}=90,034$ $^g/_{mol}$; koncentrācijas $[H_2O]=982/18=49,777$ M; $[H_2C_2O_4]=118/90,034=1,3106$ M un masas daļa procentos $w\%=118/(118+982)*100=10,7272\%$, ja tīra kristāla mol daļa ir viens $[H_2C_2O_4^{cr}]=1$.

Skābeņskābes šķīdības brīvās enerģijas izmaiņa līdzsvarā ir nelabvēlīga $K_{eq\_sp}=0,026329$:

pozitīva $\Delta G_{eq\_sp}=-R•T•ln(K_{eq\_sp})=-8,3144*298,15*ln(0,026329)=-8,3144•298,15•-3,637=9,0161$ $^{kJ}/_{mol}$.

Hesa izteiksmē $\Delta G_{eq\_sp}=G_{H2C2O4aq}-(G_{H2o}+G_{H2C2O4}^{cr})=G_{H2C2O4aq}-(0+76,96)=9,0161$ $^{kJ}/_{mol}$ **tika** aprēķināts viena molā brīvās enerģijas saturu $G_{H2C2O4aq}=\Delta G_{eq\_sp}+(G_{H2o}+G_{H2C2O4}^{cr})=9,0161+(0+76,96)=85,976$ $^{kJ}/_{mol}$ [29].

1. Vājas skābes protolīze $H_2C_2O_4+H_2O=HC_2O_4^-+H_3O^+$; $pK_{a1}=1,25$; $K_{eq1}=K_{a1}/[H_2O]=10^{\wedge(-1,25)}/55,3= 0,0010169$;

$\Delta G_{eq1H2C2O4}=-R•T•ln(K_{eq1})=-8,3144*298,15*ln(0,0010169)=\Delta G_{HC2O4}+\Delta G_{H3O}-(\Delta G_{HC2O4}+\Delta G_{H2O})=17,08$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{eq1H2C2O4}=G_{HC2O4}+G_{H3O}-(G_{H2C2O4}+\Delta G_{H2O})=G_{HC2O4}+22,44-(85,976+0)=17,082$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{HC2O4}=\Delta G_{eq1H2C2O4}-G_{H3O}+(G_{H2C2O4}+\Delta G_{H2O})=17,082-22,44+(85,976+0)=80,618$ $^{kJ}/_{mol}$;

2. Vājas skābes protolīze $HC_2O_4^-+H_2O=C_2O_4^{2-}+H_3O^+$; $pK_{a2}=4,14$; $K_{eq2}=K_{a2}/[H_2O]=10^{\wedge(-4,14)}/55,3=0,000001310$;

$\Delta G_{eq2HC2O4}=-R•T•ln(K_{eq2})=-8,3144*298,15*ln(0,000001310)=\Delta G_{C2O4}+\Delta G_{H3O}-(\Delta G_{HC2O4}+\Delta G_{H2O})=33,578$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{eq2HC2O4}=G_{C2O4}+G_{H3O}-(G_{HC2O4}+G_{H2O})=G_{C2O4}+22,44-(80,618+0)=33,578$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{C2O4}=\Delta G_{eq2HC2O4}-G_{H3O}+(G_{HC2O4}+G_{H2O})=33,578-22,44+(80,618+0)=91,756$ $^{kJ}/_{mol}$;

$pH<=1,25$ $H_2C_2O_4+2H_2O=2CO_2+2H_3O^++2e^-$; Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-0,49$ V [17], ūdens logaritmu $-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^2)=0,103$ un $\Delta E°=0,10166-0,37239$:

$$E°_{H2C2O4}=E°_{klasisko}-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^2)+\Delta E°=-0,49+0,103+0,10166-0,37239=-0,6577 \text{ V};$$

Absolute Nernst's Standard potential $E°_{H2C2O4}=-0,6577$ V; Suchotina [17]

$$E_{H2C2O4}=E°_{H2C2O4}+\frac{0.0591}{2}•lg\frac{[CO_2]^2·[H_3O^+]^2}{[H_2C_2O_2]·[H_2O]^2}=-0,6577 \text{ V}+\frac{0.0591}{2}•lg\frac{[CO_2]^2·[H_3O^+]^2}{[H_2C_2O_2]·[H_2O]^2}$$

$$\Delta G_{eqH2C2O4}=E°_{H2C2O4}•F•2=-0,6577*96485*2=-126,9 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$$\Delta G_{eqH2C2O4}=2G_{CO2}+2G_{H3O}-(G_{H2C2O4}+2G_{H2O})=2*0+2*22,44-(G_{H2C2O4}+2*0)=-126,9 \text{ }^{kJ}/_{mol};$$

$$G_{H2C2O4}=2G_{CO2}+2G_{H3O}-(\Delta G_{eqH2C2O4}+2G_{H2O})=2*0+2*22,44-(-126,9+2*0)=171,78 \text{ }^{kJ}/_{mol};$$

$1,25<pH<=4,14$; $HC_2O_4^-+H_2O = 2CO_2+H_3O^++2e^-$; Aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-0,49$ V [17], ūdens logaritmu $-0,0591/2*lg(1/[H_2O])=0,0515$ un $\Delta E°=0,10166-0,37239$:

$$E°_{HC2O4}=E°_{klasisko}-0,0591/2*lg(1/[H_2O]^1)+\Delta E°=-0,49+0,0515+0,10166-0,37239= -0,7092 \text{ V};$$

$$\Delta G_{eqHC2O4}=E°_{HC2O4}•F•2=-0,7092*96485*2=-136,85 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$$\Delta G_{eqHC2O4}=2G_{CO2}+G_{H3O}-(G_{HC2O4}+G_{H2O})=2*0+22,44-(G_{HC2O4}+0)=-136,85 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$$G_{HC2O4}=2G_{CO2}+G_{H3O}-(\Delta G_{eqHC2O4}+G_{H2O})=2*0+22,44-(-136,85+0)=159,028 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$4,14 <pH$; $C_2O_4^{2-} = 2CO_2+2e^-$; Aprēķins satur standarta potenciālu $E°_{klasisko}=-0,49$ V [17], ūdens nulli 0 un $\Delta E°=0,10166-0,37239$:

$$E°_{C2O4}=E°_{klasisko}-0,0591/2*lg([1/H_2O]^0)+\Delta E°=-0,49+0+0,10166-0,37239=-0,7607 \text{ V};$$

$$\Delta G_{eqC2O4}=E°_{C2O4}•F•2=-0,7607*96485*2=-146,79 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$$\Delta G_{eqC2O4}=2G_{CO2}-(G_{C2O4})=2*0-(G_{C2O4})=-146,79 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

$$G_{C2O4}=2G_{CO2}-(\Delta G_{eqC2O4})=2*0-(-146,79)=146,79 \text{ }^{kJ}/_{mol},$$

Nernsta potenciāla studijas reducējot ar vitamīnu B$_3$ etanālu H$_3$CCH=O un oksidējot H$_3$CCH$_2$OH etanolu

Aerobi [NAD$^+$]/[NADH]=10^6; H$_3$C-CH$_2$-OH+NAD$^+$+H$_2$O+ΔG+Q=>H$_3$C-CH=O+NADH+H$_3$O$^+$

ΔG$_{Hess}$=ΔG°$_{H3O}$+ΔG°$_{CH3CHO}$+ΔG°$_{NADH}$-ΔG°$_{CH3CH2OH}$-ΔG°$_{H2O}$-ΔG°$_{NAD+}$=159,1 $^{kJ}/_{mol}$;

ΔG$_{Hess}$=32,2824+1175,5732-151,549-(75,2864+1059,11-237,191)=159,1 $^{kJ}/_{mol}$ endoerģiska; [1]

NAD$^+$+H$^-$(H$^+$+2e$^-$)=NADH; Absolūtais aprēķins satur inverso standarta potenciālu -E°$_{klasisko}$=0,113 V [22], ūdens nulli +0 un ΔE°=0,10166-0,37239: -E°$_{NADH}$=-E°$_{klasisko}$+0+ΔE°=0,113+0+0,10166-0,37239=**0,38373** V;

CH$_3$CH$_2$OH+H$_2$O=CH$_3$CHO+H$_3$O$^+$+H$^-$(H$^+$+2e$^-$); Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasisko}$=0,19 V [19], ūdens -0,0591/2•log(1/[H$_2$O]^1)=0,0515 logaritmu un ΔE°=0,10166-0,37239:

E°$_{C2H5OH}$=E°$_{klasisko}$-0,0591/2•log(1/[H$_2$O]^1)+ΔE°=0,19+0,0515+0,10166-0,37239=**-0,02923** V;

Summa: E°$_{C2H5OH}$-E°$_{NAD+}$=**-0,02923**+**0,38373**=0.3545 V, n=2; ΔG$_{eq}$=ΔE°•F•n=0.3545*96485*2=**68,4** $^{kJ}/_{mol}$;

Novērtētajā balansā n=2=m ar elektronu skaitu 2e$^-$ donors E°$_{C2H5OH}$=**-0,02923** V plus electronu akceptors -E°$_{NAD+}$=**0,38373** V, jo -E°$_{NAD+}$=**0,38373** V akceptē elektronus no etanola E°$_{C2H5OH}$=**0,02923** V:

$$ΔG_{eq}=-R•T•ln(K_{eq})=\mathbf{68,4}\ ^{kJ}/_{mol};\ K_{eq}=\frac{[NADH]·[CH_3CHO]·[H_3O^+]}{[NAD^+]·[CH_3CH_2OH]·[H_2O]}=e^{-\frac{ΔGeq}{R•T}}=e^{-\frac{68408}{8.314•298.15}}=1,036•10^{-12}=10^{-11,985}\ ;$$

Anaerobi [NADH]/[NAD$^+$]=10 H$_3$C-CH=O+NADH+H$_3$O$^+$+ΔG+Q =>H$_3$C-CH$_2$-OH+NAD$^+$+H$_2$O;

ΔG$_{Hess}$=ΔG°$_{CH3CH2OH}$+ΔG°$_{H2O}$+ΔG°$_{NAD+}$-(ΔG°$_{H3O}$+ΔG°$_{CH3CHO}$+ΔG°$_{NADH}$)=-159,1 $^{kJ}/_{mol}$;

ΔG$_{Hess}$=75,2864+1059,11-237,191-(32,2824+1175,5732-151,549)=-159,1 $^{kJ}/_{mol}$ endoerģiska; [1]

Red NADH=NAD$^+$+H$^-$(H$^+$+2e$^-$); Absolūtais aprēķins satur standarta potenciālu E°$_{klasisko}$=-0,113 V [22], ūdens nulli 0 un ΔE°=0,10166-0,37239: E°$_{NADH}$=E°$_{klasisko}$+0+ΔE°=-0,113+0+0,10166-0,37239=**-0,38373** V;

Ox CH$_3$CHO+2H$_3$O$^+$+H$^-$(2e$^-$)=CH$_3$CH$_2$OH+ 2 H$_2$O; inversais standarta potenciāls -E°$_{CH3CHO}$=**0,02923** V; [19];

Summa:

ΔE°=E°$_{NADH}$-E°$_{CH3CHO}$=**-0,38373**+**0,02923**=-0.3545 V, ΔG$_{eq}$=ΔE°•F•n=-0.3545 V•2 mol•96485 $^C/_{mol}$=**-68,4** $^{kJ}/_{mol}$;

Novērtētajā balansā n=2=m ar elektronu skaitu 2e$^-$ donors E°$_{NADH}$=**-0,38373** V plus electronu akceptors -E°$_{CH3CHO}$=**0,02923** V, jo -E°$_{CH3CHO}$=**0,02923** V akceptē elektronus no B3 vitamīna E°$_{NADH}$=**-0,38373** V .

$$ΔG_{eq}=-R•T•ln(K_{eq})=\mathbf{-68,408}\ ^{kJ}/_{mol};\ K_{eq}=\frac{[NAD^+]·[CH_3CH_2OH]·[H_2O]}{[NADH]·[CH_3CHO]·[H_3O^+]}=e^{-\frac{ΔGeq}{R•T}}=e^{-\frac{-68408}{8.314•298.15}}=10^{11,985}.$$

Aerobā organismā O$_{2aqua}$ NADH oksidāze reda attiecību [NAD$^+$]/[NADH]=10^6;

ΔG$_{Homeostāze}$=**68,408**+R•T•ln(1*10^(-7,36)/10^6/1/55,3) =**68,408**-86,2= -17,8 $^{kJ}/_{mol}$.

Aerobi ja attiecība ir [NAD$^+$]/[NADH]=10^3; ΔG$_{Homeostāze}$=**68,408**-69,08= -0,674 $^{kJ}/_{mol}$.

Līdzsvars novirzīts izejvielās kā aerobā konstante K$_{eq}$ =10$^{-11,985}$ un ir inversa anaerobi produktos konstantē K$_{eq}$=10^{11,985}. Aerobā endotermiskā un endoerģiskā etanola oksidēšanā Hesa likuma brīvās enerģijas izmaiņa ir pozitīva ΔG$_{Hess}$=159 $^{kJ}/_{mol}$ un asimetriski negatīva etanāla anaerobai reducēšanai ΔG$_{Hess}$=-159 $^{kJ}/_{mol}$, bet minimizējas sasniedzot līdzsvaru ΔG$_{min}$=ΔG$_{eq}$=68,4 $^{kJ}/_{mol}$ aerobi un inversi simetriski anaerobi ΔG$_{min}$=ΔG$_{eq}$=**-68,4** $^{kJ}/_{mol}$ sasniedzot līdzsvara maisījumu ar inversi simetriskām konstantēm 10$^{-11,985}$=K$_{eq}$ un 10^{11,985}=K$_{eq}$.

Prigožina atraktors ir brīvās enerģijas izmaiņas absolūts minimums ΔG$_{min}$ sasniedzot līdzsvaru: ΔG$_{min}$=**68,4** $^{kJ}/_{mol}$=| ΔG$_{eq}$ |<| ΔG$_{Hess}$ |=159 $^{kJ}/_{mol}$.

Anaerobi H$_3$C-CH=O+NADH+H$_3$O$^+$ =>H$_3$C-CH$_2$-OH+NAD$^+$+H$_2$O+ΔG+Q;
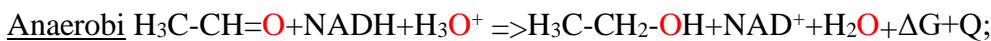
reducēšana labvēlīgi ΔG$_{eq}$=ΔE°•F•n=-0.3545 V•2 mol•96485 $^C/_{mol}$=**-68,408** $^{kJ}/_{mol}$.

Anaerobā etanola oksidēšana nelabvēlīga zemās O$_{2aqua}$ koncentrācijas hipoksijā, bet etanāla reducēšana par etanolu labvēlīga [H$_3$CCH$_2$OH]/[H$_3$CCH=O]=1/10 homeostāzē ar NADH reduktāzes enzīmu negatīva brīvās enerģijas izmaiņa ΔG$_{Homeostāze}$=-27,86 $^{kJ}/_{mol}$

Anaerobā attiecība [NADH]/[NAD$^+$]=10 virs [NAD$^+$] labvēlīga reducēšanai:

ΔG$_{Anaerobā}$=-68,41+8,3144*298,15*ln(1*1*55,3/10/10/10^(-7,36))=-27,86 $^{kJ}/_{mol}$;

Aerobā homeostāzes $K_{Aerobā}=\frac{[NADH]·[CH_3CHO]·[H_3O^+]}{[NAD^+]·[CH_3CH_2OH]·[H_2O]}$ oksidēšanas attiecība ir [NADH]/[NAD$^+$]=1/770;

ΔG$_{Homeostāze}$=68,408+8,3144*298,15*ln(1/770*1/1*10^(-7,36)/55,3)=-0,026 $^{kJ}/_{mol}$.
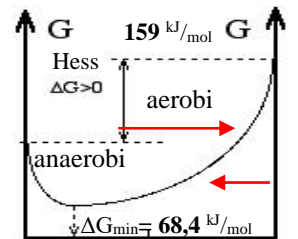
G 159 $^{kJ}/_{mol}$ G
Hess ΔG>0
aerobi
anaerobi
ΔG$_{min}$= 68,4 $^{kJ}/_{mol}$
A+B+C 50% D+E+F
izejvielas_ NAD$^+$+H$_3$CCH$_2$OH+H$_2$O
produkti_ NADH+H$_3$CCHO+H$_3$O$^+$
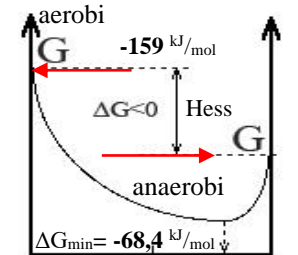
aerobi
G -159 $^{kJ}/_{mol}$
ΔG<0 Hess
G
anaerobi
ΔG$_{min}$= -68,4 $^{kJ}/_{mol}$
D+E+F 50% A+B+C
NADH+H$_3$CCHO+H$_3$O$^+$
NAD$^+$+H$_3$CCH$_2$OH+H$_2$O

Tabula 1. Nernsta pus reakciju Standarta Electrodu Potenciāli klasikais, termodinamiskais, absolūtais V.

	Reducētā forma = Oksidētā forma + n **e⁻**;	H_2O atlaide klasiskā nulle E_o	Termodinamiskā. skala 0,10166 V	Absolūtā skala -0,37239
H	$\underline{H}(Pt) +H_2O=H_3O^+ +(Pt)+ e^-$; skalas atskaites potenciāls [1]	klasiskā nulle **0**	**0,10166**	-0,27072
	$\underline{H}(Pt) + OH^-=H_2O +(Pt)+e^-$;　klasika CRC [1]	**-0,8277**	-0,8282	-1,200576
	$\underline{H}(Pt) + OH^-=H_2O +(Pt)+e^-$; korekcija -0,10449 klasikai [1]	-0,93219	-0,9326	-1,30507
	$H_{2aq}+H_2O=2H_3O^+ +2e^-$; grafīta elektrods	0,4687	0,6733	0,302
O	$5H_2O=O_{2aq}+4H_3O^+ +4e^-$;	1,2288	1,4592	1,0868
	$H_2O_2+2H_2O=O^-_{2aqua}+2H_3O^+ +e^-$; David Harris [21]	1,2764	1,4811	1,1087
	$4H_2O=H_2O_2+2 H_3O^+ +2e^-$;　Suchotina [17]	1,776	2,0837	1,7113
	$H_2O_{2aqua} +2H_2O=O_{2aqua}+2H_3O^+ +2e^-$　University Alberta [19]	0,6945	0,8992	0,5268
CHO	$C_6H_{12}O_6+42H_2O =24H_3O^+ +6H_3O^+ +6HCO_3^- +24e^-$,	-0.04909	0.2328	-0.13958
	$HOO^- +H_2O=O_{2aqua}+H_3O^+ +2e^-$; Kaksis	0,3155	0,4686	0,09625
N	$NO_2^- + 2OH^-=NO_3^- + H_2O+2e^-$; pH>3,15 Suchotina [17]	0,01	0,0602	-0,3122
	$HNO_2+4H_2O=NO_3^- +3H_3O^+ +2e^-$; pH<3,15 Kortly, Shucha [18]	0,94	1,2477	0,8753
	$NO_{aq}+4H_2O=HNO_3+3H_3O^+ +3e^-$; pH<1,4 Kortly, Shucha [18]	0,96	1,19899	0,8266
	$NH_4^+ +13H_2O=NO_3^- +10H_3O^+ +8e^-$;　Suchotina [17]	0,87	1,1390	0,7666
Br	$2Br^-=Br_2(aq)+2e^-$;　CRC [1]	1,0873	1,18896	0,8176
Bi	$BiO^+ +6H_2O=BiO_3^- + 4H_3O^+ +2e^-$;　Suchotina [17]	1,80	2,21065	1,83826
Mn H⁺	$Mn^{2+}+12H_2O=MnO_4^- +8H_3O^+ +5e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,51	1,85885	1,4865
H₂O	$\underline{Mn}O_2\downarrow+4OH^-=MnO_4^- + 2H_2O+3e^-$;　Suchotina [17]	0,603	0,6360	0,2636
OH⁻	$MnO_4^{2-}=MnO_4^- +e^-$;　Suchotina [17]	0,558	0,65966	0,2873
Pb	$Pb^{2+} +6H_2O=\underline{Pb}O_2(s)+4H_3O^+ +2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,455	1,86565	1,4933
	$Pb+H_2O = Pb^{2+} +2e^-$;　pH<7 Kortly, Shucha [18]	-0,126	0,02716	-0,3452
S	$H_2SO_{3aq}+4H_2O=HSO_4^- +3H_3O^+ +2e^-$;pH<2 Suchotina [17]	0,172	0,47965	0,10726
	$HSO_3^- +4H_2O=SO_4^{2-}+3H_3O^+ +2e^-$;　Suchotina [17] 2=<pH<7	0,172	0,47965	0,10726
	$SO_3^{2-}+2OH^-=SO_4^{2-}+H_2O+2e^-$;　Suchotina [17] pH > 7	-0,93	-0,87984	-1,2522
	$S^{2-}=S_{rombisks}+H_2O + 2 e^-$;　CRC 2010 [1]	-0,4763	-0,4261	-0,7985
	$HS^- + OH^- = S_{rombisks} + 2H_2O + 2e^-$; CRC 2010 [1]	-0,478	-0,4793	-0,8517
	$H_2S_{aq}+2H_2O=S_{rombisks}+2H_3O^+ +2e^-$; CRC [1]: Suchotina [17]	0,142	0,3467	-0,025735
	$2S_2O_3^{2-}=S_4O_6^{2-}+2e^-$;　Suchotina [17]	0,08	0,1817	-0,1907
Fe	$Fe^{2+}=Fe^{3+}+e^-$;　Suchotina [17]	0,769	0,8707	0,4983
	$Fe_{(s)}+H_2O =Fe^{2+}+2e^-$;　Suchotina [17]	-0,4402	-0,2870	-0,6594
Ag	$Ag+ H_2O=Ag^+ +e^-$;　Kortly, Shucha [18]	0,7994	1,00406	0,6327
	$Ag(s)+Cl^- =AgCl(s)+H_2O+e^-$;　Kortly, Shucha [18]	0,2223	0,2210	-0,1514
	$Ag+2NH_{3(aq)}=Ag(NH_3)_2^+ +e^-$;　Suchotina [17]	0,373	0,57766	0,2053
	$2Ag+2OH^- =Ag_2O(s)+ H_2O+2e^-$;　Suchotina [17]	0,345	0,39516	0,02277
Hg	$2Hg+H_2O=Hg_2^{2+}+2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	0,907	1,0602	0,6888
	$2Hg+2Cl^- =Hg_2Cl_{2(s)}+2H_2O+2e^-$;　Suchotina ; [17]	0,2676	0,2663	-0,1059
	$2Hg+SO_4^{2-}=Hg_2SO_{4(s)}+H_2O+2e^-$;　Kortly, Shucha ; [18]	0,614	0,6642	0,2918
	$Hg+2OH^-=HgO+H_2O+2e^-$,　Suchotina ; [17]	0,098	0,1482	-0,2242
I	$3I^-=I_3^- +2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	0,6276	0,72926	0,35687
Cu	$Cu(Hg)+H_2O=Cu^{2+}+(Hg)+2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	0,3435	0,4967	0,1243
F	$2F^-=F_2(g)+2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	2,87	2,97166	2,5993
Cl	$2Cl^-=Cl_2(g)+2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,358	1,45966	1,0873
Cl	$Cl_2(g)+4H_2O=2HOCl+2H_3O^+ +2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,63	1,93765	1,5653
Cr	$2Cr^{3+}+21H_2O=Cr_2O_7^{2-}+14H_3O^+ +6e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,33	1,7921	1,41975
	$Cr^{3+}+11H_2O=HCrO_4^- +7H_3O^+ +3e^-$;　Kortly, Shucha [18]	1,20	1,6793	1,30692
	$\underline{Cr}(OH)_3\downarrow+5OH^-=CrO_4^{2-}+4H_2O+3e^-$; pH>9 ; Suchotina [17]	-0,13	-0,1657	-0,53806
C	$H_2C_2O_4+2H_2O=2CO_2+2H_3O^+ +2e^-$;　Suchotina [17]	-0,49	-0,2853	-0,6577
Cr	$Cr+H_2O=Cr^{3+}+3e^-$;　Suchotina [17]	-0,744	-0,60801	-0,97935
Zn	$Zn+H_2O=Zn^{2+}+2e^-$;　Kortly, Shucha [18]	-0,7628	-0,6096	-0,98098
Al	$\underline{Al}+ H_2O=Al^{3+}+3e^-$; CRC [1]	-1,662	-1,52601	-1,8984
	$\underline{Al}+4OH^- = H_2AlO_3^- +H_2O+3e^-$;　CRC [1]	-2,35	-2,28267	-2,63506

$\underline{H}(Pt)+OH^-=H_2O+(Pt)+$**e⁻**; $E°_{H\_OH}=$**-1,19952** V

Absolūtais potenciāls tiek koriģēts ar hidroksīda $G_{OH-}=$**77,36** $^{kJ}/_{mol}$ brīvās enerģijas uzskaiti Hesa aprēķinā:

$\Delta G_{AlbertyH\_OH-}=G_{H2O}-(G_{H(Pt)}+G_{OH-})=$**0**$-($**48,56025**$+$**77,36**$)=$**-125,92** $^{kJ}/_{mol}$ un aprēķina izteiksmē izlaboto absolūto potenciālu: $E°_H=\Delta G_{eq}/F/1=$**-125920**$/96485/1=$**-1,30508** V.

Ūdens daudzuma atlaide $[H_2O]=963/18=53,5$ M litrā sērskābes $[H_2SO_4]=[H_3O^+]=1$ M šķīdumam ar 1,061 $^g/_{mL}$ blīvumu **ūdeņraža elektrodam** ir klasiska $E_{o\_classic}=-0,8277$ V un absolūtā standarta potenciāls ir:

$E°_{H\_OH}=E°-0,0591/1*lg([H_2O]^1)+0,10166-0,37239=-0,8277-0,0591/1*lg(53,5^1)+0,10166-0,37239=$**-1,1995** V;

dati koriģē $\Delta G_{eqH\_OH-}=E°_{H\_OH-}•F•1=$**-1,30508**$*96485*1=$**-125,92** $^{kJ}/_{mol}$ uz $E°_H=-0,8277-0,10449=-0,9322$ V.

$E°_{H\_OH}=E°-0,0591/1*lg([H_2O]^1)+0,10166-0,37239=-0,9322-0,0591/1*lg(53,5^1)+0,10166-0,37239=$**-1,30508** V;

Tabula 1. Nernsta un **inversās** pus-reakcijas	Standart potenciāli E° dati no [1-24]	Ūdens atlaide klasika E°$_H$=**0**	Termodinamiskā skala 0,10166 V	**Absolūtā** -0,37239
OH^- = HO+ e$^-$	CRC	2,020	2,1217	1,750321
4 H_2O = H_2O_2aqua +2 H_3O^++ 2 e$^-$	Suchotina	1,776	2,0837	1,7113
H_2O_2+ 2 H_2O = O^-_2aqua$^-$+2 H_3O^++ e$^-$	David Harris	1,276	1,4811	1,1087
5H_2O=O_2aq+4H_3O^++4 e$^-$;		1,2288	1,45920	1,0868
HNO_2+4H_2O = NO_3^-+3H_3O^++2e$^-$	University Alberta	0,94	1,24765	0,87631
NO_2^-+ 3 H_2O = NO_3^-+ 2 H_3O^++2e$^-$	David Harris	0,835	1,0913	0,7199
Hydroquinone +2H_2O = p-quinone +2H_3O^++2e$^-$		0,699	0,9041	0,5327
H_2O_2aqua+2H_2O=O_2aqua+2H_3O^++2e$^-$	University Alberta	0,695	0,8992	0,5268
Fe^{2+} = Fe^{3+} + e$^-$	University Alberta	0,769	0,8707	0,4983
Ubiquinol+2H_2O=Ubiquinone+2H_3O^+ +2e$^-$		0,459	0,6638	0,2924
Succinate^{2-}+2H_2O=Fumarate^{2-}+2H_3O^++2e$^-$ pH=7 E$_o$=0,031 V		0,4447	0,6494	0,2780
ButyrylCoA+2H_2O=CrotonylCoA+2H_3O^++2e$^-$		0,399	0,6038	0,2056
AscorbicAcid+2H_2O=$C_6H_6O_6$+2H_3O^++2e$^-$	DC, Harris	0,390	0,5947	0,1965
glycolate+2H_2O=Glyoxylate+H$^-$(H$^+$+2e$^-$)+H_3O^+;	D.C.Harris	0,324	0,5287	0,1305
$C_6H_{12}O_6$+42H_2O=24H_3O^++6H_3O^++6HCO_3^-+24e$^-$ 6. lapa	Kaksis	-0,0491	0,2328	-0,1396
HOO^-+H_2O=O_2aqua+H_3O^++2e$^-$	Aris Kaksis	0,3155	0,4686	0,09625
Fe^{2+} = Cytochrome F Fe^{3+} + e$^-$	David Harris	0,365	0,4667	0,0953
[Fe^{II}(CN)$_6$]$^{4-}$ = [Fe^{III}(CN)$_6$]$^{3-}$+ e$^-$	University Alberta	0,356	0,4574	0,0860
Malate^{2-}+2H_2O=Oxalo-acetate^{2-}+2H_3O^+ +2e$^-$		0,248	0,4528	0,0814
Fe^{2+} = Cytochrome a3 Fe^{3+}+ e$^-$		0,350	0,4517	0,0803
Lactate$^-$+H_2O=Pyruvate$^-$+H_3O^++H$^-$(H$^+$+2e$^-$)$^-$		0,229	0,3823	0,0109
FADH_2 +2H_2O=FADfree+2H_3O^++2e$^-$		0,195	0,3998	0,0284
CH$_3$COO^-+H_2O = glycolate +H$^-$(H$^+$+2e$^-$)+H_3O^+;	D.C.Harris	0,1605	0,3652	-0,00618
H_2Saq+2H_2O=Srombisks+2H_3O^++2e$^-$;	CRC 2010	0,142	0,3467	-0,0247
CH$_3$CH$_2$OH+H_2O=CH$_3$CHO+H_3O^++H$^-$(H$^+$+2e$^-$) [17]		0,19	0,3432	-0,02923
Fe^{2+} = Cytochrome a Fe^{3+} +e$^-$		0,2900	0,3917	0,02032
2GlutathSH+2H_2O=GlutaS-Sthione+2H_3O^++2e$^-$		0,1841	0,3888	0,01742
Fe^{2+} = Cytochrome c Fe^{3+} + e$^-$		0,2540	0,3557	-0,01568
LipSHSH +2H_2O = LipoicAcidS-S +2H_3O^++2e$^-$		0,1241	0,3288	-0,04258
Fe^{2+} = Cytochrome c1 Fe^{3+} + e$^-$		0,2200	0,3217	-0,04968
β-OH Butyrate$^-$ +2H_2O = AcetoAcetate$^-$ +2H_3O^+ +2e$^-$		0,0681	0,2728	-0,09858
isocitrate^{2-}+2H_2O=α-Ketoglutarate^{2-}+CO_2+2H_3O^++2e-		0,0341	0,2388	-0,13258
Nernst's H_2aq+H_2O=2H_3O^++2e$^-$ ΔG$_{Hess\_H3O+}$=-58,12 ^{kJ}/mol	**H$_2$aq** Oxidē ar grafīta elektrodu			-0,302
Inverse: 2H_3O^++2e$^-$=H_2aq+H_2O; ΔG$_{Hess\_H2aq}$=58,12 ^{kJ}/mol	Reducēšana ar grafīta elektridu			0,302
2H(Pt)+H_2O=H_2aq ΔG$_{šķ\_H(Pt)}$=G$_{H2aq}$-2G$_{H(Pt)}$-G$_{H2O}$=1,14 ^{kJ}/mol	**K$_{šķ\_H(Pt)}$**=[**H(Pt)**]^2*[**H$_2$O**]/[**H$_2$aq**]=11,8			
H(Pt)+H_2O = H_3O^++(Pt)+e$^-$; [H_3O^+]=1 M pH=0 classic zero		0,0000	0,10166	**-0,27072**
Luciferin+OH^-=?luciferin+CO_2 aqua+OH^-+3H(3H$^+$+3e$^-$)+e$^-$;		0	0,1017	-0,27073
Fe^{2+} = Cytochrome b Fe^{3+} + e$^-$		0,0770	0,1787	-0,1937
CH$_3$CHO+3H_2O = CH$_3$COOH+2H_3O^++2e$^-$	Suchotina	-0,1180	0,1382	-0,2342
Glycaldeh3P^{2-}+H_2O+HPO_4^{2-}=13PGlycerate^{4-} +H_3O^++H$^-$		-0,1314	0,0218	-0,3506
NADPH=NADP$^+$+H$^-$(H$^+$+2e$^-$);		-0,1170	-0,0153	-0,3877
NADH=NAD$^+$+H$^-$(H$^+$+2e$^-$);	David Harris	-0,1130	-0,0113	-0,3837
O^-_2aqua = O_2aqua + e-	Suchotina	-0,2450	-0,1433	-0,5157
Ferredoxin Fe^{2+} = Ferredoxin Fe^{3+} + e$^-$		-0,4320	-0,3303	-0,7027
$C_6H_{12}O_6$ + 4H_2O = 2$C_3H_4O_3$ + 4H_3O^+ + 4e$^-$	Stryer	-0,5427	-0,3380	-0,7104
S^{2-}=Srombisks + 2 e$^-$;	CRC 2010	-0,4763	-0,3746	-0,7470
HS^- + OH^- = Srombisks + H_2O + 2e$^-$;	CRC 2010	-0,4780	-0,4278	-0,8002
H(Pt) + OH$^-$=H_2O +(Pt)+e$^-$; corrected (-0,8277+-0,10449)=		-0,9322	-0,9335	-1,3059
Ubiquinol6 +2H_2O = Ubiquinone6 +2H_3O^+ +2e$^-$	CRC 2012	-1,0500	-0,8453	-1,2177

ΔG$_{AlbertyH\_OH}$=G$_{H2O}$-(G$_{H(Pt)}$+G$_{OH-}$)=**0**-(**48,56**+**77,36**)=**-125,92** ^{kJ}/mol, E°$_H$=ΔG$_{eq}$/F/1=**-125920**/96485/1=**-1,30508** V dati koriģē ΔG$_{eqH\_OH–}$=E°$_{H\_OH–}$•F•1=**-1,30508***96485*1=**-125,92** ^{kJ}/mol uz E°$_H$=-0,8277-0,10449=-0,9322 V.

Tabula 2. Nernsta pus reakciju Standarta Electrodu Potenciāli klssikais, termodinamiskais absolūtais V.

	Reducētā forma = Oksidētā forma	H_2O atlaide klasika nulle E°=0	Termodinamiskais. E°=0,10166 V	Absolūtā skala E° -0,37239 V
H	**H(Pt)** +H_2O=H_3O^+ +(Pt)+ **e⁻**; skalas atskaites potenciāls [1]	classic zero **0**	**0,10166**	-0,27072
N	NO_2^- + 2OH^-=NO_3^- + H_2O+**2e⁻**; pH>3.15 Suchotina [17]	0,01	0,0602	-0,3112
	HNO_2+4H_2O=NO_3^-+3H_3O^++**2e⁻**; pH<3.15 Kortly, Shucha	0,94	1,2477	0,8763
	NO_{aq}+4H_2O=HNO_3+3H_3O^++**3e⁻**; pH<1,4 Kortly, Shucha	0,96	1,19899	0,8266
	NH_4^++13H_2O=NO_3^-+10H_3O^++**8e⁻**; Suchotina [17]	0,87	1,4180	1,0466
Br	2Br^-=$Br_2(aq)$+**2e⁻**; CRC	1,0873	1,18896	0,8176
Bi	BiO^++6H_2O=BiO_3^-+4H_3O^++**2e⁻**; 1<pH<7 Suchotina [17]	1,80	2,21065	1,8383
Mn H⁺	Mn^{2+}+12H_2O=MnO_4^-+8H_3O^++**5e⁻**; Kortly, Shucha [18]	1,51	1,85885	1,4865
H_2O	MnO_2↓+4OH^-=MnO_4^- + 2H_2O+**3e⁻**; Suchotina	0,603	0,6360	0,2636
OH⁻	MnO_4^{2-}=MnO_4^-+**e⁻**; Suchotina	0,558	0,65966	0,2873
Pb	Pb^{2+} +6H_2O=$PbO_2(s)$+4H_3O^++**2e⁻**; Kortly, Shucha	1,455	1,86565	1,4933
S	H_2SO_{3aq}+3H_2O=HSO_4^-+3H_3O^++**2e⁻**;	0,172	0,47965	0,10726
	HSO_3^-+4H_2O=SO_4^{2-}+3H_3O^++**2e⁻**; Suchotina 2=<pH<7	0,172	0,47965	0,10726
	SO_3^{2-}+2OH^-=SO_4^{2-}+H_2O+**2e⁻**; Suchotina pH > 7	-0,93	-0,87984	-1,2522
	S^{2-}=S_{rombic}+H_2O + 2 e⁻; CRC2010	-0,4763	-0,4261	-0,7985
	H_2S_{aq}+2H_2O=S_{rombic}+2H_3O^++2e⁻; CRC 2010: Suchotina	0,142	-0,4793	-0,8517
	2$S_2O_3^{2-}$=$S_4O_6^{2-}$+**2e⁻**; Suchotina	0,08	0,3467	-0,025735
Fe	Fe^{2+}=Fe^{3+}+**e⁻**; Suchotina [17]	0,769	0,8707	0,4983
	$Fe(s)$+ H_2O =Fe^{2+}+**2e⁻**; Suchotina	-0,4402	-0,2870	-0,6594
Ag	Ag+ H_2O=Ag^++**e⁻**; Kortly, Shucha [18]	0,7994	1,00406	0,6327
	Ag(s)+Cl^-=**AgCl**(s)+H_2O+e⁻; Kortly, Shucha	0,2223	0,2210	-0,1514
	Ag+2NH_{3aq}=$Ag(NH_3)_2^+$+**H_2O**+e⁻; Suchotina	0,373	0,57766	0,2053
	2Ag+2OH^-=**Ag_2O**(s)+H_2O+**2e⁻**; Suchotina	0,345	0,39516	0,02277
I	3I^-=I_3^-+**2e⁻**; Kortly, Shucha	0,6276	0,72926	0,35687
Cu	$Cu(Hg)$+H_2O=Cu^{2+}+(Hg)+**2e⁻**; Kortly, Shucha	0,3435	0,4967	0,1243
F	2F^-=$F_2(g)$+**2e⁻**; Kortly, Shucha	2,87	2,97166	2,5993
Cl	2Cl^-=$Cl_2(g)$+**2e⁻**; Kortly, Shucha	1,358	1,45966	1,0873
Cl	$Cl_2(g)$+4H_2O=2$HOCl$+2H_3O^++**2e⁻**; Kortly, Shucha	1,63	1,93765	1,5653
Cr	2Cr^{3+}+21H_2O=$Cr_2O_7^{2-}$+14H_3O^++**6e⁻**;1<pH<7 [18]	1,33	1,7921	1,41975
	Cr^{3+}+11H_2O=$HCrO_4^-$+7H_3O^++**3e⁻**; pH>7 Kortly, Shucha	1,20	1,6793	1,30692
	$Cr(OH)_3$↓+5OH^-=CrO_4^{2-}+4H_2O+3e⁻; pH>9 ; Suchotina	-0,13	-0,1657	-0,53806
C	$H_2C_2O_4$+2H_2O=2CO_2+2H_3O^++**2e⁻**; pH<1,25 Suchotina [17]	-0,49	-0,2853	-0,6577
Cr	Cr+H_2O=Cr^{3+}+**3e⁻**; Suchotina	-0,744	-0,60801	-0,97935
Zn	Zn+H_2O=Zn^{2+}+**2e⁻**; Kortly, Shucha	-0,7628	-0,6096	-0,98098
H	**H(Pt)**+OH^-=H_2O+(Pt)+**e⁻**; corrected (-0.8277+-0.10449)=	-0,9322	-0,93375	-1,30508

25

Hesa brīvo elementu **nulles** standarta vērtības absolūtajā bioķīmijas brīvās enerģijas skalā patiesībā ir pozitīvas G_{H2gas}=**85,6** $^{kJ}/_{mol}$ [Alberty] attiecinātas uz homeostāzes produktu ūdens un CO_{2gas} nulli G_{H2O}=G_{CO2gas}=0 $^{kJ}/_{mol}$. Uzrādīto metabolītu brīvās enerģijas saturi homeostāzē pH=7,36, kas attiecas uz ūdens un CO_{2gas} gāzes nulles vērtībām enerģijas mērogā ir:

Glikoze $G_{C6H12O6}$=1978 $^{kJ}/_{mol}$ > deprotonēts peroksīda anjons G_{HOO-}=333,9 $^{kJ}/_{mol}$ > G_{O2aqua}=330 $^{kJ}/_{mol}$> > G_{O2gas}=303 $^{kJ}/_{mol}$> peroksīds G_{H2O2}=279,3 $^{kJ}/_{mol}$> > ūdens protolīze pH=pOH=7 $G_{H3O++OH-}$=G_{H3O+}+G_{OH}=22,44+77,36=99,8 $^{kJ}/_{mol}$> > G_{NH3aq}=91,1 $^{kJ}/_{mol}$ > $G_{O2Biochem\_arterial}$=88,22 $^{kJ}/_{mol}$ > G_{H2gas}=85,6 $^{kJ}/_{mol}$ ≡ $G_{H2O\_Biochemistry}$=85,6 $^{kJ}/_{mol}$ > > CO_{2aqua} šķīduma protolīze ar karbo anhidrāzi $G_{H3O+HCO3}$=G_{H3O+}+G_{HCO3-}=22,44+56,08=78,5 $^{kJ}/_{mol}$ > >$G_{H2Saqua}$=53,4 $^{kJ}/_{mol}$ > G_{NH4+}=50,81 $^{kJ}/_{mol}$ > $G_{H(Pt)}$=48,56 $^{kJ}/_{mol}$ > G_{N2aqua}=18,7 $^{kJ}/_{mol}$ > $G_{CO2aqua}$=18,38 $^{kJ}/_{mol}$ > > $G_{Srombisks}$=3,54 $^{kJ}/_{mol}$ > homeostāzes produktu nulles vērtības G_{H2O}=G_{CO2gas}=0 $^{kJ}/_{mol}$ > G_{N2gas}=-9,55 $^{kJ}/_{mol}$;
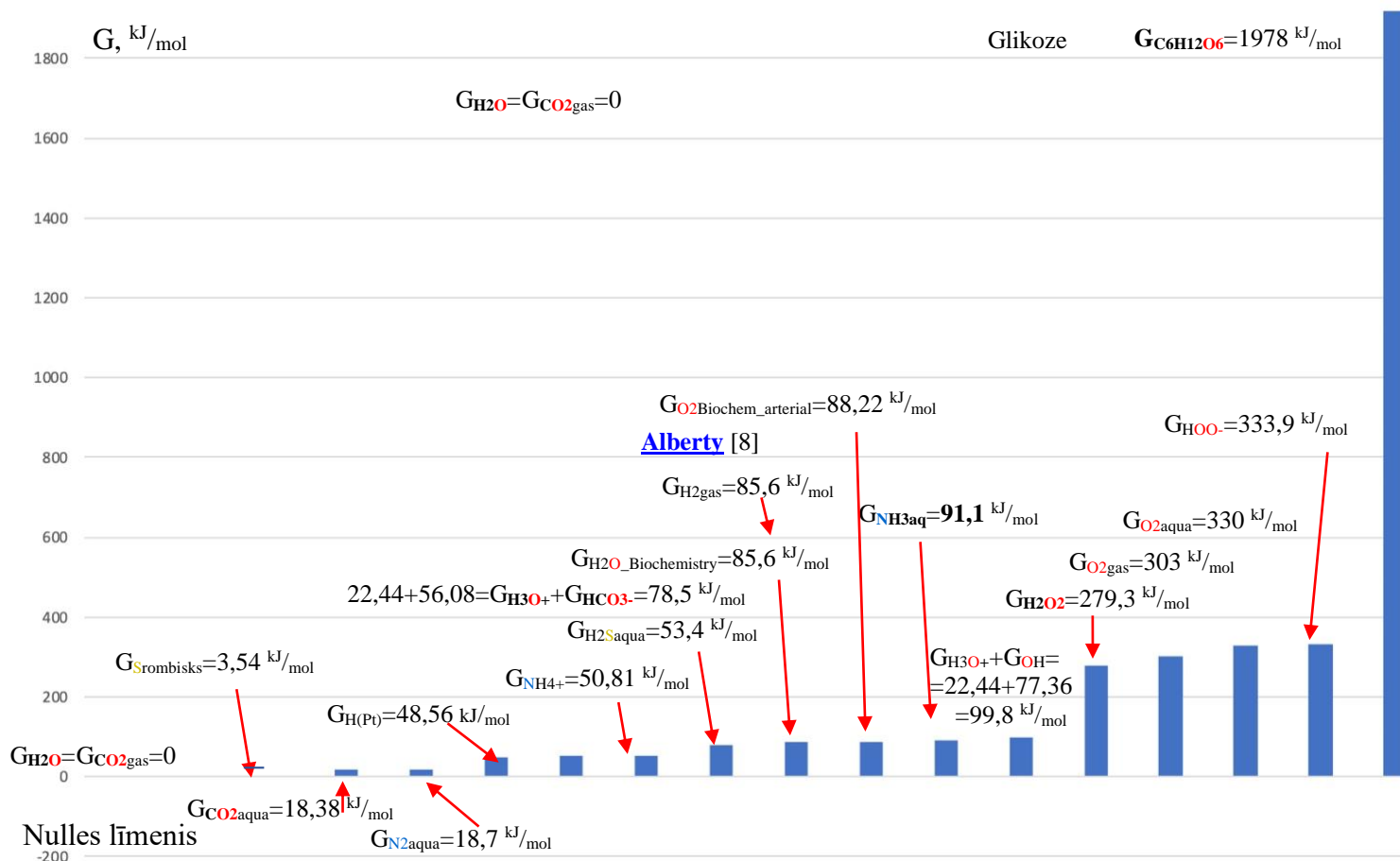
Grafiks 1. Augoša **absolūtās** brīvā enerģija metabolītiem attiecināta uz G_{H2O}=G_{CO2gas}=0 $^{kJ}/_{mol}$ nulles vērtību . Atklājums zinātnē par **Absolūto potenciālu skalu** ir sakrītošs ar **absolūtās** brīvās enerģijas nozīmīgi.

Ūdens un hidroksonija atlaide reakcijās ieskaitot protolīzi un elektroķīmiju Nernsta pus reakcijās ierobežo zinātniskās studijas termodinamikā, fizikālā ķīmijā un bioķīmijā. [8,14,15]

   Inversijas simetrijas termodinamiskā īpašība ir tieša reakcija starp reaģentiem un produktiem, kas apgriežas pretējā virzienā, sākotnēji nozīmējot produktus kā reaģentus un atstājot reaģentus kā galaproduktus. Ūdeni par skābekli oksidēšanas reducēšanas **5H₂O=O₂**aqua**+4H₃O⁺+4e⁻** Nernsta pus reakcijā ir **absolūtais standarta potenciāls**: $E°_{O2Absolute}$=1.0868 V. Par **O₂**aqua**+4H₃O⁺+4e⁻=5H₂O** iesaistīšanos **inversajā** reakcijā **absolūtam potenciālam** ir vienāds skaitlis ar pretēju zīmi $E°_{O2Absolute}$= -1.0868 V negatīvs.

Atklātā **absolūtā potenciāla skala** Nernsta vai **inversajām** reakcijām sakrīt ar **absolūtās** brīvās enerģijas īpašību **inversajā** simetrijā. [8, 14, 15] Nernsta vai **inverso** reakciju **inversās** simetrijas īpašība ar identiskām vērtībām, bet ar **pretēju zīmi**, kas izpaužas **absolūtā potenciāla skalā** ar **absolūto** brīvo enerģiju, ir sakrītīga termodinamiskā īpašība protolīzes reakcijai, Nernsta pus reakcijai vai **inversajai** reakcijai.

Koriģētā metāla ūdeņraža termodinamiskā standarta potenciāla atskaite 0,10166 Volti dažu gadu laikā dod impulsu zinātnēm iegūt **absolūtās** termodinamiskās vērtības elementu un molekulu brīvajai enerģijai. Pateicoties Alberty dotajiem datiem par ūdeņraža **absolūto** brīvo enerģiju gāzei G_{H2gas}=**85.6** $^{kJ}/_{mol}$ un G_{H2aqua}=**103** $^{kJ}/_{mol}$ šķīdumā ir noteikti **absolūtie** standarta potenciāli metāla ūdeņraža vispārīgā atskaite $ΔG°_{H2O}$=G_{H2O}-(G_{H2aq}+0,5G_{O2})=**0**-(**103,24**+**88,04**/2)=-**147,26** $^{kJ}/_{mol}$.

E°$_H$=-0.27073 Voltos. Tabulā 1. tiek publicētas 50 bioķīmijā lietotas Nernsta oksidēšanas pus vai reducēšanas **inversās** reakcijas.

Trijos stabiņos mēs varam novērot attīsību ūdeņraža vispārīgai atskaites skalai no klasiskās nulles E°$_H$=0 V ar ūdens atlaidi. Ūdens un hidroksonija katjona uzskaite koriģē vispārīgo ūdeņraža termodinamisko standarta skalas atskaites potenciālu uz E°$_H$=0.10166 Voltiem. Trešajā stabiņā Alberty dati beidzot noved pie **absolūtās** standarta **potenciāla** vērtības E°$_H$=-0.27073 Volti ūdeņraža elektrodam.

H_2O_2 veidošanās 41. lapa $H_{2gas}+O_{2gas}=>H_2O_2$; $\Delta G°_{UnivAlberta}$=-134,03 $^{kJ}/_{mol}$; $\Delta G°_{Alberty}$=-**48,39** $^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{Alberty}=G_{H2O2}-(G_{O2gas}+G_{H2gas})=\underline{284,25-(85,64+303)}$=-**104,64** $^{kJ}/_{mol}$(-134,03 $^{kJ}/_{mol}$;)(=-**48,39** $^{kJ}/_{mol}$)

Viela	$\Delta H°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$ $^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$ $^{kJ}/_{mol}$
H_2O_{2aqua}	**-191,99**	**-481,688**	**-48,39**
H_2O_{2aqua}	-191,17	143,9	-134,03
$Succinat^{2-}$	**-908,69**	**-1295,576**	**-522,414**
$Fumarate^{2-}$	**-776,56**	**-862,288**	**-519,4688**

Alberty nulles G_{H2O}=0 $^{kJ}/_{mol}$; atskaitē bāzēti $\underline{G_{H2O2}=284,25}$ $^{kJ}/_{mol}$ University Alberta

$G_{SuccinatFor}$=-522,4+(4*91,26+2*85,6+2*303)=619,8 $^{kJ}/_{mol}$;$G_{Succinat}$=650,8 $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{FumaricFor}$=-519,5+(4*91,26+85,6+2*303)=537,1 $^{kJ}/_{mol}$;$G_{Fumarat}$=554,75 $^{kJ}/_{mol}$;

$Succinat^{2-}$ veidošanās $4C+2H_{2gas}+2O_{2gas}=>(CH_2)_2(CO_2^-)(CO_2^-)$; $\Delta G_{Succinat}$=-**522,4** $^{kJ}/_{mol}$ Alberty;
$\Delta G_{SuccinatFor}=G_{SuccinatFor}-(4G_{Cgraph}+2*G_{H2gas}+2*G_{O2gas})$= -**522,4** $^{kJ}/_{mol}$;
$G_{SuccinatFor}$=-**522,4**+(**4*91,26+2*85,6+2*303**)=**619,8** $^{kJ}/_{mol}$;

$Fumarate^{2-}$ veidošanās $4C+H_{2gas}+2O_{2gas}=>(CH)_2(CO_2^-)(CO_2^-)$; $\Delta G_{Fumarat}$=-**519,5** $^{kJ}/_{mol}$ Alberty;
$\Delta G_{Fumarat}=G_{FumaratFor}-(4G_{Cgraph}+G_{H2gas}+2*G_{O2gas})$= -**519,5** $^{kJ}/_{mol}$;
$G_{FumaratFor}$=-**519,5**+(**4*91,26+85,6+2*303**)=**537,1** $^{kJ}/_{mol}$; ; veidošanās 73. lapa

Inversais $O_{2aqua}+2H_3O^++2e^-=H_2O_{2aqua}+2H_2O$; standarta potenciāls $E°_{OxO2\_H2O2}$=-0,5278V University Alberta ;
$\Delta G_{AlbertyOxO2\_H2O2}=G_{H2O2}+2*G_{H2O}-(G_{O2aqua}+2*G_{H3O+})=\underline{279,29+2*0-(330+2*22,44)}$=-**95,59** $^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{eqAlbertyAbsoluteOxO2\_H2O2}=E°_{eqOxO2\_H2O2}•F•1•2$=-0,5278*96485*2=-**101,85** $^{kJ}/_{mol}$;

$Succinat^{2-}+O_{2aqua}=>fumarate^{2-}+H_2O_{2aqua}+Q+\Delta G$; $\Delta G_{min}=\Delta G_{eqSuccinat\_H2O2}$=-**38,3** $^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{Hess}=\Delta G°_{H2O2}+\Delta G°_{fumarat}-\Delta G°_{O2}-\Delta G°_{Succinat}$=-**48,39-519,4688**-(**16,4-522,414**) = -**61,845** $^{kJ}/_{mol}$;
$\Delta G_{min}=\Delta G_{eq}=(E°_{RedSuccinate}-E°_{OxO2})*F*n$=(0,2512-0,4495)*96485*2=(-0,1983)* 96485*2=-**38,3** $^{kJ}/_{mol}$;
Alberty Hesa $\Delta G_{Succinat\_H2O2}=G_{Fumarat}+G_{H2O2}-(G_{Succinat}+G_{O2aqua})$=**537,1**+**284,24**-(**619,8**+**330**)=-**128,5** $^{kJ}/_{mol}$;
$K_{eq}=exp(-\Delta G_{eq}/R/T)$=exp(38270/8,3144/298,15)=5065991 veidošanās 58. Lapa.

Absolūto termodinamisko parametru jēdzieni temperatūra, brīvā enerģija un potenciāls ir **absolūti** savstarpēji instrumenti, lai atklātu paralēlu un secīgu komplekso reakciju strukturālās detaļas, izmantojot inversijas simetrijas īpašības.

1. Absolūtā temperatūra T Kelvina grādos ir standarta vērtībā 298.15 K (25 ° C),

Lord Kelvin

2. Uz Alberty bāzētais absolūtais brīvās enerģijas saturs

G_{H2gas}=**85.6** $^{kJ}/_{mol}$ ūdeņraža gāzei, tās šķīdumam ūdenī G_{H2aqua}=**103** $^{kJ}/_{mol}$ un

metālam ūdeņradim $G_{H(Pt)}$=**48,46** $^{kJ}/_{mol}$

atsaucoties uz nulles atskaites vērtību $G_{H2O}=G_{CO2gas}$=0 $^{kJ}/_{mol}$ kā fonu

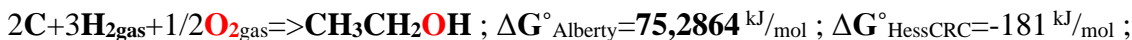ūdenī un oglekļa dioksīda gāzē CO_{2gas}.

Alberty Robert

3. Atklājums **Absolūtā potenciālu** skala.
Absolūtā potenciāla skala, pamatojas uz vispārīgu atsauci
metāla ūdeņraža absolūto standarta Potenciālu E°$_H$=-0.2965 Volti. [8, 14, 15]

CH₃CH₂OH etanola veidošanās no elementiem:

$$2C+3H_{2gas}+1/2O_{2gas} => CH_3CH_2OH \; ; \; \Delta G°_{Alberty}=75,2864 \; ^{kJ}/_{mol} \; ; \; \Delta G°_{HessCRC}=-181 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{Alberty}=G_{CH3CH2OH}-(2G_{Cgraph}+3*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=75,2864 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{CRC}=G_{CH3CH2OH}-(2G_{Cgraph}+3*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=-181 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{Alberty}+(2G_{Cgraph}+3*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=75,2864+(2*91,26+3*85,6+1/2*303)=G_{CH3CH2OH}=666,106 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{CRC}+(2G_{Cgraph}+3*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=-181+(2*91,26+3*85,6+1/2*303)=G_{CH3CH2OH}=409,82 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

CH₃CHO acetaldehīda veidošanās no elementiem: $2C+2H_{2gas}+1/2O_{2gas} => CH_3CHO$;

$$\Delta G°_{Alberty}=G_{CH3CHO}-(2G_{Cgraph}+2*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=32,282 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{CRC}=G_{CH3CHO}-(2G_{Cgraph}+2*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=24,06 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{Alberty}+(2G_{Cgraph}+2*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=32,282+(2*91,26+2*85,6+1/2*303)=G_{CH3CHO}=537,5 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\Delta G°_{CRC}+(2G_{Cgraph}+2*G_{H2gas}+1/2*G_{O2gas})=24,06+(2*91,26+2*85,6+1/2*303)=G_{CH3CHO}=529,28 \; ^{kJ}/_{mol} \; ;$$

$$\mathbf{CH_3CH_2OH+H_2O=CH_3CHO+H_3O^++H^-(H^++2e^-)}; \text{ absolūtais potenciāls } \mathbf{E°_{CH3CH2OH}}=-0,055 \text{ V; [19]}$$
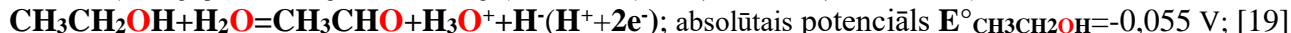
$$\Delta G_{eqCH3CH2OH}=E°_{eqNernsCH3CH2OH}•F•2=-0,055*96485*2=-10,6 \; ^{kJ}/_{mol};$$

$$\Delta G_{HessCH3CH2OH}=G_{CH3CHO}+G_{H3O+}+G_{H-}-(G_{CH3CH2OH}+G_{H2O})=537,5+22,44+G_{H-}-(409,82+0)=-10,6 \; ^{kJ}/_{mol}.$$

$$\Delta G_{HessCH3CH2OH}=G_{CH3CHO}+G_{H3O+}+G_{H-}-(G_{CH3CH2OH}+G_{H2O\_Biochem})=537,5+22,44+G_{H-}-(409,82+85,64)=-10,6 \; ^{kJ}/_{mol}.$$

$$\Delta G_{HessCH3CH2OH}-G_{CH3CHO}-G_{H3O+}+(G_{CH3CH2OH}+G_{H2O})=G_{H-}=-10,6-537,5-22,44+(409,82+0)=-160,7 \; ^{kJ}/_{mol}.$$

$$\Delta G_{HessCH3CH2OH}-G_{CH3CHO}-G_{H3O+}+(G_{CH3CH2OH}+G_{H2O\_Biochem})=G_{H-}=-10,6-537,5-22,44+(409,82+85,64)=-75,08 \; ^{kJ}/_{mol}.$$

Viela	$\Delta H°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$ $^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	CRC Handbook of Chemistry and Physics 2010 90th David R. Lide
H₃C-CH=O	-212,23	-281,84	24,06	$G_{CH3CHO}=529,28 \; ^{kJ}/_{mol}$;
H₃C-CH=O	**-213,88**	**-825,64**	**32,2824**	$G_{CH3CHO}=537,5 \; ^{kJ}/_{mol}$;
NAD**H**	**-41,41**	**-4465,708**	**1175,5732**	BioThermodynam06;
NAD**H**	-1036,66	-140,50	1120,09	
H₃O⁺	-285,81	-3,854	-213,275	
NAD⁺	**-10,30**	**-3766,008**	**1112,534**	BioThermodynamic,2006,Massachusetts Tecnology Institute
NAD⁺	-1007,48	-183	1059,11	
H₃CCH₂OH	**-290,77**	**-1227,764**	**75,2864**	Alberty $G_{CH3CH2OH}=666,106 \; ^{kJ}/_{mol}$;
H₃CCH₂OH_aq	-288,3	-357,7394	-181,64	CRC $G_{CH3CH2OH}=409,82 \; ^{kJ}/_{mol}$;
H₂O	-285,85	69,9565	-237,191	$G_{H2O}=0 \; ^{kJ}/_{mol}$; $G_{H-}=-10,6-537,5-22,44+(409,82+0)=-160,7 \; ^{kJ}/_{mol}$.
H₂O	**-286,65**	**-453,188**	**-151,549**	

$$G_{H2O\_Biochem}=85,64 \; ^{kJ}/_{mol}. \; G_{H-}=-10,6-537,5-22,44+(409,82+85,64)=-75,08 \; ^{kJ}/_{mol};$$

$$\mathbf{NADH = NAD^+ + H^-(H^++2e^-)}; \text{ inversais potenciāls } -\mathbf{E°_{NADH}}=0,4095 \text{ V; absolute David Harris; [22]}$$

$$\mathbf{NAD^++\cancel{H^-(H^++2e^-)}+CH_3CH_2OH+H_2O=NADH+CH_3CHO+H_3O^++\cancel{H^-(H^++2e^-)};}$$

$$\mathbf{NAD^++CH_3CH_2OH+H_2O=NADH+CH_3CHO+H_3O^+;}$$
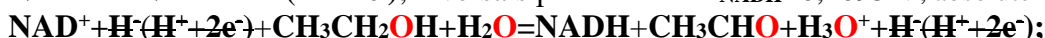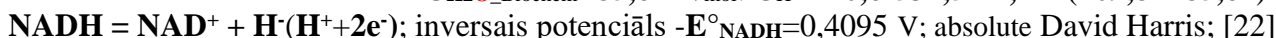
summa: $\mathbf{E°_{eqNernsCH3CH2OH}-E°_{NAD+}}=-0,055+0,4095=\mathbf{0,4562}$;

$$\mathbf{\Delta G_{min}=\Delta G_{eq}=(E°_{eqNernsCH3CH2OH}-E°_{NAD+})*F*n}=(-0,055+0,4095)*96485*2=\mathbf{0,4562}*96485*2=\mathbf{68,408} \; ^{kJ}/_{mol};$$

$$\Delta G_{HessAlbertyCH3CH2OH}=G_{NADH}+G_{H3O+}+G_{CH3CHO}-(G_{NAD+}+G_{CH3CH2OH}+G_{H2O})= \underline{\mathbf{68,02} \; ^{kJ}/_{mol.}}$$

$$=\mathbf{1112,534+22,44+32,282-(1175,5+75,2864-151,549)=68,02} \; ^{kJ}/_{mol.}$$

$H_3CHC(OH)COO^- + H_2O => H_3CC=OCOO^- + H_3O^+ + H^-(H^+ + 2e^-)$; $E^°_{H_3CHC(OH)COO} = -0,0159$ V;

$\Delta G_{eqH_3CHC(OH)COO} = E^°_{eqH_3CHC(OH)COO} \cdot F \cdot 2 = -0,0159 \cdot 96485 \cdot 2 = -3,068$ $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G_{HessCH_3CH_2OH} = G_{H_3CC=OCOO} + G_{H_3O+} + G_{H^-} - (G_{H_3CHC(OH)COO} + G_{H_2O}) = 534,2 + 22,44 + G_{H^-} - (668,8 + 0) = -3,068$ $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{HessCH_3CH_2OH} = G_{H_3CC=OCOO} + G_{H_3O+} + G_{H^-} - (G_{H_3CHC(OH)COO} + G_{H_2O\_Biochem}) = 534,2 + 22,44 + G_{H^-} - (668,8 + 85,64) = -3,068$ $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{HessCH_3CH_2OH} - G_{H_3CC=OCOO} - G_{H_3O+} + (G_{H_3CHC(OH)COO} + G_{H_2O}) = G_{H^-} = -3,068 - 534,2 - 22,44 + (668,8 + 0) = 109,092$ $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{HessCH_3CH_2OH} - G_{H_3CC=OCOO} - G_{H_3O+} + (G_{H_3CHC(OH)COO} + G_{H_2O\_Biochem}) = G_{H^-} = -3,068 - 534,2 - 22,44 + (668,8 + 85,64) = 194,7$ $^{kJ}/_{mol}$.

I=0,25 M, **BioTherm06**, pH=7,36, $\Delta G_H = G^°_{H_3CC=OCOO} - G^°_{H_3O+} + G_{H^-} - G_{H_3CHC(OH)COO} - G_{H_2O} =$ $^{kJ}/_{mol}$;

Viela

	$\Delta H^°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S^°_H$ $^{J/mol/K}$	$\Delta G^°_H$, $^{kJ}/_{mol}$	
PyruvEnolP^{3-}	-1400	-1100	-1189,73	$G_{H_2O}=0$ $^{kJ}/_{mol}$; $G_{H^-}=-3,068-534,2-22,44+(668,8+0)=109,092$ $^{kJ}/_{mol}$
$H_3CC=OCOO^-$	-597,4	-850	-350,78	$G_{H_2O\_Biochem}=85,64$ $^{kJ}/_{mol}$; $G_H=-3,068-534,2-22,44+(668,8+85,64)=194,7$ $^{kJ}/_{mol}$
$H_3CC=OCOO^-$	-603,7	-433,54	-474,44	
$H_3CC=OCOO^-$	-597,04	-846,66	-344,62	$G_{H_3CHC(OH)COO}=534,2$ $^{kJ}/_{mol}$; pK_a=2,5;
H_3O^+	-285,81	-3,854	-213,275	
H_2O	-285,85	69,9565	-237,191	
H_2O	-286,65	-453,188	-151,549	
$H_3CHC(OH)COO^-$	-688,29	-1290,9	-303,4	$G_{H_3CHC(OH)COO}=668,8$ $^{kJ}/_{mol}$; pK_a=3,86;

pK_a=3,86; $\Delta H_c^°$=1361,9 $^{kJ}/_{mol}$; $G_{H_3CHC(OH)COOH}=2271$ $^{kJ}/_{mol}$; $H_3CHC(OH)COOH + 3O_{2gas} = 3CO_{2gas} + 3H_2O$;

$\Delta H_c^° = 3G_{CO_2gas} + 3G_{H_2O} - (G_{H_3CHC(OH)COOH} + 3G_{O_2gas}) = 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 - (G_{H_3CHC(OH)COOH} + 3 \cdot 303) = 1361,9$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H_3CHC(OH)COOH} + = 3G_{CO_2gas} + 3G_{H_2O} - (3G_{O_2gas}) = 3 \cdot 0 + 3 \cdot 0 - (+3 \cdot 303) - 1361,9 = G_{H_3CHC(OH)COOH} = 2271$ $^{kJ}/_{mol}$;

Lactic acid Formation 71st page $3C + 3H_{2gas} + 1,5O_{2gas} => H_3CHC(OH)COOH$; $G_{H_3CHC(OH)COOH} = -303,4$ $^{kJ}/_{mol}$ [8];

$\Delta G_{H_3CHC(OH)COOH} = G_{H_3CHC(OH)COOH} - (3G_{Cgraph} + 3 \cdot G_{H_2gas} + 1,5 \cdot G_{O_2gas}) = -303,4$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H_3CHC(OH)COOH} = -303,4 + (3 \cdot 91,26 + 3 \cdot 85,6 + 1,5 \cdot 303) = 681,7$ $^{kJ}/_{mol}$;

Lactic acid $H_3CHC(OH)COOH + H_2O <=> H_3CHC(OH)COO^- + H_3O^+$; p$K_a$=3,86;

$K_{eq} = [H_3CHC(OH)COO^-] \cdot [H_3O^+]/[H_3CHC(OH)COOH]/[H_2O] = K_a/[H_2O] = 10^{(-3,86)}/55,3 = 10^{(-5,603)}$;

$\Delta G_{eqH_3CHC(OH)COOH} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{aeq}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(10^{(-5,603)})/1000 = 31,98$ $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{H_3CHC(OH)COO} = G_{H_3CHC(OH)COO} + 2G_{H_3O+} - (G_{LacticAc} + 2G_{H_2O}) = G_{Succinat} + 2 \cdot 22,44 - (681,7 + 2 \cdot 0) = 31,98$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H_3CHC(OH)COO} = \Delta G_{H_3CHC(OH)COO} - 2G_{H_3O+} + (G_{LacticAc} + 2G_{H_2O}) = 31,98 - 2 \cdot 22,44 + (681,7 + 2 \cdot 0) = 668,8$ $^{kJ}/_{mol}$;

Pyruvic acid$^-$ Formation 71st page $3C + 2H_{2gas} + 1,5O_{2gas} => H_3CC=OCOOH$; $\Delta G_{Succinat} = -344,62$ $^{kJ}/_{mol}$ Alberty;

$\Delta G_{Fumarat} = G_{Fumarat} - (3G_{Cgraph} + 2G_{H_2gas} + 1,5 \cdot G_{O_2gas}) = -344,62$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{Fumarat} = -344,62 + (3 \cdot 91,26 + 2 \cdot 85,6 + 1,5 \cdot 303) = 554,86$ $^{kJ}/_{mol}$; ;

Pyruvic acid $H_3CC=OCOOH + H_2O <=> H_3CHC(OH)COO^- + H_3O^+$; p$K_a$=2,5;

$K_{eq} = [H_3CHC(OH)COO^-] \cdot [H_3O^+]/[H_3CC=OCOOH]/[H_2O] = K_a/[H_2O] = 10^{(-2,5)}/55,3 = 2,5 \cdot 10^{(-6)} = 10^{(-4,243)}$;

$\Delta G_{eqH_3CC=OCOOH} = -R \cdot T \cdot \ln(K_{aeq}) = -8,3144 \cdot 298,15 \cdot \ln(10^{(-4,243)})/1000 = 24,22$ $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{H_3CHC(OH)COO} = G_{H_3CHC(OH)COO} + 2G_{H_3O+} - (G_{LacticAc} + 2G_{H_2O}) = G_{Succinat} + 2 \cdot 22,44 - (554,86 + 2 \cdot 0) = 24,22$ $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H_3CHC(OH)COO} = \Delta G_{H_3CHC(OH)COO} - 2G_{H_3O+} + (G_{LacticAc} + 2G_{H_2O}) = 24,22 - 2 \cdot 22,44 + (554,86 + 2 \cdot 0) = 534,2$ $^{kJ}/_{mol}$;

NADH = NAD$^+$ + H$^-$(H$^+$+2e$^-$); $E^°_{NADH} = -0,4095$ V; absolute Lehninger; [6]$^-$

Red lactate$^-$+H_2O<=>**pyruvate$^-$+H_3O^++H$^-$(H$^+$+2e$^-$)** ; absolute potential $E^°_{H_3CHC(OH)COO} = -0,0159$ V;

Ox NAD$^+$+H$^-$(2e$^-$)=NADH ; E^{o1}=-0,4095 V; OksRed NAD$^+$+lactate$^-$+H_2O=NADH+ pyruvate$^-$+H_3O^+;

Balanced **n=2=m** with **2e$^-$** electrons $\Delta E^°$ **NAD$^+$ accept** electrons from **lactate**:

$\Delta G_{eqAerobic} = \Delta E^° \cdot F \cdot n = (E^°_{Red} - E^°_{Ox}) \cdot F \cdot n = (-0,0159 - 0,4095) \cdot 96485 \cdot 2 = (0,3936) \cdot 2 = 75,95$ $^{kJ}/_{mol}$

$K_{eqAerobic} = EXP(-\Delta G_{eqAerobic}/R/T) = EXP(-75950/8,3144/298,15) = 10^{-13,3}$;

$$K_{eqAerobic} = \frac{[NADH] \cdot [pyruvate^-] \cdot [H_3O^+]}{[NAD^+] \cdot [lactate^-] \cdot [H_2O]} = e^{-\frac{\Delta G_{eqAerobic}}{R \cdot T}} = e^{-\frac{759500}{8.314 \cdot 298.15}} = 10^{-13,3};$$

$\Delta G_{Hess} = \Delta H_{Hess} - T \cdot \Delta S_{Hess} = 45,764 - 298,15 \cdot -0,5479605 = 209,14$.......$^{kJ}/_{mol}$ **endoergic**; <u>formation</u> 62nd , 75th pages

Pyruvate $H_3CC=OCOO^-$ decarboxylation $H_3CCHO+HCO_3^{-}$; $H_3CC=OCOO^-+H_2O\Delta G+Q=>H_3CCHO+HCO_3$

Lactate $+H_2O$=Ethanol $+HCO_3^-$ $+\Delta G$ $+Q$; exothermic, exoergic .
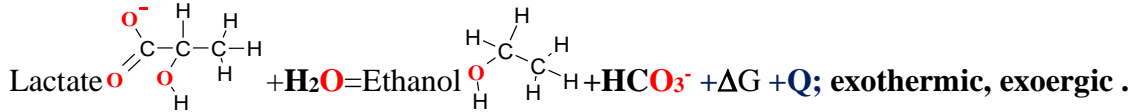
$\Delta G_{Hess}=\Delta G°_{H3CCH2OH}+\Delta G°_{HCO3}-\Delta G°_{H2O}-\Delta G°_{H3CCH2OHCOO-}=$ **75,2864-544,9688-(-151,549-303,4256)**= **-14,71** $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta G_{Alberty}=\Delta G_{H3CCH2OH}+\Delta G_{HCO3}-\Delta G_{H2O}-\Delta G_{H3CCH2OHCOO-}=$ **666,1+46,08-(0+668,8)=43,38** $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta G_{Alberty\_Biochem}=\Delta G_{H3CCH2OH}+\Delta G_{HCO3}$ $G_{H2O\_Biochem}-\Delta G_{H3CCH2OHCOO-}=$ **666,1+46,08-(85,64+668,8)=-42,26** $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta H_{Hess}=\Delta H°_{H3CCH2OH}+\Delta H°_{HCO3}-\Delta H°_{H2O}-\Delta H°_{H3CCH2OHCOO-}=$**-290,77-692,4948-(-286,65-688,29)**= **-8,325** $^{kJ}/_{mol}$

$\Delta S_{izkliedes}=-\Delta H_{Hess}/T=$**8,325**/298,15=**27,9** $^{J}/_{K/mol}$;

$\Delta S_{Hess}=\Delta S°_{H3CCH2OH} +\Delta S°_{HCO3}-\Delta S°_{H2O}-\Delta S°_{H3CCH2OHCOO-}=$ **21,51** $^{J}/_{mol/K}$;

=**-1227,764-494,768-(-453,188-1290,852)=21,51** $^{J}/_{mol/K}$....

$\Delta S_{kopējs}= \Delta S_{Hess}+ \Delta S_{izkliedes}=$**21,51+27,9=49,41** $^{J}/_{mol/K}$;

$\Delta G_{Hess}=\Delta H_{Hess}-T*\Delta S_{Hess}=$**-8,325**-298,15***0,02151=-14,738** $^{kJ}/_{mol}$ **exoergic**......

T•$\Delta S_{kopējs}=$ **0,04941***298,15 K=**14,73** $^{kJ}/_{mol}$; bound TΔSn ;izkliedes-lost energy **patvaļīga**

Lactic acid Formation 71st page $3C+3H_{2gas}+1,5O_{2gas}=>H_3CHC(OH)COOH$; $G_{H3CHC(OH)COOH}$ =**-303,4** $^{kJ}/_{mol}$ [8];

$\Delta G_{H3CHC(OH)COOH}=G_{H3CHC(OH)COOH}-($**3**$G_{Cgraph}+$**3***$G_{H2gas}+$**1,5***$G_{O2gas})=$ **-303,4** $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H3CHC(OH)COOH}=$**-303,4**+(**3***91,26+**3***85,6+**1,5***303)=**681,7** $^{kJ}/_{mol}$;

Lactic acid $H_3CHC(OH)COOH+H_2O<=>H_3CHC(OH)COO^-+H_3O^+$; p$K_a$=3,86;

$K_{eq}=[H_3CHC(OH)COO^-]*[H_3O^+]/[H_3CHC(OH)COOH]/[H_2O]=K_a/[H_2O]=10^{(-3,86)}/55,3=10^{(-5,603)}$;

$\Delta G_{eqH3CHC(OH)COOH}=-R•T•ln(K_{aeq})=-8,3144*298,15*ln(10^{(-5,603)})/1000=$**31,98** $^{kJ}/_{mol}$.

$\Delta G_{H3CHC(OH)COO}=G_{H3CHC(OH)COO}+2G_{H3O+}-(G_{LacticAc}+2G_{H2O})=G_{Succinat}+2*22,44-(681,7+2*0)=$ **31,98** $^{kJ}/_{mol}$;

$G_{H3CHC(OH)COO}=\Delta G_{H3CHC(OH)COO}-2G_{H3O+}+(G_{LacticAc}+2G_{H2O})=$**31,98**-2*22,44+(681,7+2*0)=**668,8** $^{kJ}/_{mol}$;

CH_3CH_2OH ethanol formation from elements:

$2C+3H_{2gas}+1/2O_{2gas}=>CH_3CH_2OH$; $\Delta G°_{Alberty}=$**75,2864** $^{kJ}/_{mol}$; $\Delta G°_{HessCRC}=$**-181** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G°_{Alberty}=G_{CH3CH2OH}-($**2**$G_{Cgraph}+$**3***$G_{H2gas}+$**1/2***$G_{O2gas})=$**75,2864** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G°_{CRC}=G_{CH3CH2OH}-($**2**$G_{Cgraph}+$**3***$G_{H2gas}+$**1/2***$G_{O2gas})=$**-181** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G°_{Alberty}+($**2**$G_{Cgraph}+$**3***$G_{H2gas}+$**1/2***$G_{O2gas})=$ **75,2864** +(**2***91,26+**3***85,6+**1/2***303)=$G_{CH3CH2OH}=$**666,106** $^{kJ}/_{mol}$;

$\Delta G°_{CRC}+($**2**$G_{Cgraph}+$**3***$G_{H2gas}+$**1/2***$G_{O2gas})=$-181+(**2***91,26+**3***85,6+**1/2***303)=$G_{CH3CH2OH}=$**409,82** $^{kJ}/_{mol}$;

Substance	$\Delta H°_H$ $^{kJ}/_{mol}$	$\Delta S°_H$ $^{J}/_{mol/K}$	$\Delta G°_H$ $^{kJ}/_{mol}$
$H_3CCH(OH)COO^-$	**-688,29**	**-1290,852**	**-303,4256**
$H_3CCH(OH)COO^-$	-686,2	-557,71	-313.70
$H_3CCH_2OH_{aq}$	**-290,77**	**-1227,764**	**75,2864**
$H_3CCH_2OH_l$	-277,6	160,7	62.96
H_2O	-285,85	69,9565	-237,191
H_2O	**-286,65**	**-453,188**	**-151,549**
HCO_3^-	-689,93	98,324	-586,94
HCO_3^-	**-692,4948**	**-494,768**	**-544,9688**

BioThermodynamics06; $G_{H2O\_Biochem}=$**85,64** $^{kJ}/_{mol}$;

$(G_{H3O+}+G_{HCO3-})=$**22.44**+**46.08** $^{kJ}/_{mol}$;

CRC 2010;

$\Delta S_{Hess}=\Sigma\Delta S°_{products}-\Sigma\Delta S°_{reactants}$;$\Delta G_{Hess}=\Delta H_{Hess}-T•\Delta S_{Hess}$

Lactate $+H_2O$=Ethanol $+HCO_3^-$ $+\Delta G$ $+Q$

exothermic...........
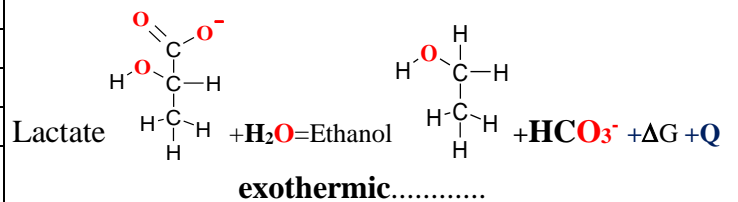
Oks: $H_2COHCOO^- + H^-(H^+ + 2e^-) + H_3O^+ => H_3CCOO^- + 2H_2O$; $E°_{OxH2COHCOO} = -0,033$ V absolute; [23]

Oks: Glycolate [structure] + NADH + H_3O^+ => acetate [structure] + $2H_2O$ + NAD^+;
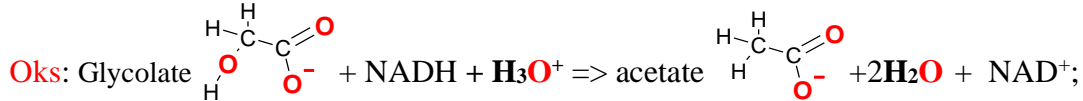
$\Delta G_{Hess} = \Delta G°_{CH3COO} + \Delta G°_{NAD+} + 2\Delta G°_{H2O} - \Delta G°_{H2COHCOO} - \Delta G°_{NADH} - \Delta G°_{H3O} = -161,8$ kJ/mol;

$= -240,963 + 1112,534 - 2*237,191 - (-403,2968 + 1175,5732 - 213,2746) = -161,8$ kJ/mol **exoergic**...........

Glycolate $H_2COHCOO^- + NADH + H_3O^+ => H_3CCOO^- + NAD^+ + 2H_2O$;
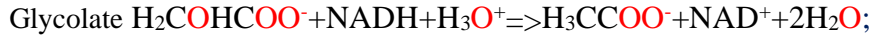
$\Delta G_{eq} = (E°_{Red} - E°_{OxH2COHCOO})*F*n = (-0,4095 - -0,033)*96485*2 = (-0,38)*96485*2 = -72,65$ kJ/mol;

Substance Glyoxylate	$\Delta H°_{Hess}$ kJ/mol	$\Delta S°_{Hess}$ J/mol/K	$\Delta G°_{Hess}$ kJ/mol
OHCCOOH	-	-	-
OHCCOO⁻	-	-	**-426,588**
H₂COHCOO⁻	-	-	**-403,2968**
H₂COHCOOH	- 651	318,6	-
NADH(aq)	-1036,66	-140,5	-
NADH(aq)	**-1041,41**	**-4081,784**	**1175,5732**
H₃O⁺(aq)	-285.81	-3,854	-213,2746
NAD⁺(aq)	-1007,48	-183	-
NAD⁺(aq)	**-1010,3**	**-3766,008**	**1112,534**
H₃CCOOH	-484,09	159,83	-531,743
H₃CCOO⁻	-486,84	82,23	-247,83
H₃CCOO⁻	**-486**	**85,3**	**-240,963**
H₂O	-285,85	69,9565	-237,191
H₂O	,65	-453,188	-151,549

$H_2COHCOO^- + NADH + H_3O^+ => H_3CCOO^- + NAD^+ + H_2O$;
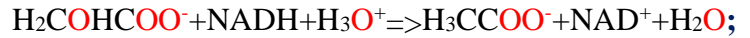
$G_{OHCCOOH} = -426,588 + (2*91,26 + 85,6 + 1,5*303) = 296,032$ kJ/mol
$G_{OHCCOO} = \Delta G_{eqOHCCOOH} - G_{H3O+} + (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = 305,6$ kJ/mol
$G_{OHCCOO} = \Delta G_{eqOHCCOOH} - G_{H3O+} + (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = 414,3$ kJ/mol
$G_{H2COHCOOH} = -403,2968 + (2*91,26 + 2*85,6 + 1,5*303) = 404,9232$ kJ/mol

Exothermic, exoergic reduction
Hess free energy change **-161,8** negative, but minimized reaching $\Delta G_{min} = \Delta G_{eq} = -72,65$ or **-104** 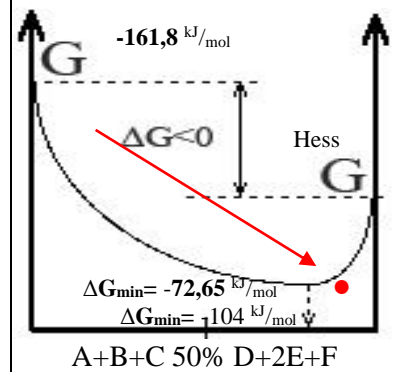kJ/mol equilibrium mixture. Le Chatelier principle is Prigogine attractor free energy change minimum ΔG_{min} reaching.

A+B+C 50% D+2E+F

Glyoxylic acid Formation 61st page $2C + H_{2gas} + 1,5O_{2gas} => OHCCOOH$; $\Delta G_{OHCCOOH} = -426,588$ kJ/mol [8];
$\Delta G_{OHCCOOH} = G_{OHCCOOH} - (2G_{Cgraph} + G_{H2gas} + 1,5*G_{O2gas}) = -426,588$ kJ/mol;
$G_{OHCCOOH} = -426,588 + (2*91,26 + 85,6 + 1,5*303) = 296,032$ kJ/mol;

Glyoxylic acid $OHCCOOH + H_2O <=> OHCCOO^- + H_3O^+$; $pK_{a1} = 3,32$; Wikipedia
$K_{eq} = [OHCCOO^-]*[H_3O^+]/[OHCCOOH]/[H_2O] = K_a/[H_2O] = 10^{(-3,32)}/55,3 = 8,655*10^{(-6)} = 10^{(-5,063)}$;
$\Delta G_{eqOHCCOOH} = -R•T•ln(K_{aeq}) = -8,3144*298,15*ln(10^{(-5,063)})/1000 = 31,98$ kJ/mol.
$\Delta G_{eqOHCCOOH} = G_{OHCCOO} + G_{H3O+} - (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = G_{OHCCOO} + 22,44 - (296,032 + 0) = 31,98$ kJ/mol;
$G_{OHCCOO} = \Delta G_{eqOHCCOOH} - G_{H3O+} + (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = 31,98 - 22,44 + (296,032 + 0) = 305,6$ kJ/mol;

Glycolic acid Formation 61st page $2C + 2*H_{2gas} + 1,5O_{2gas} => H_2COHCOOH$; $\Delta G_{H2COHCOOH} = -403,2968$ kJ/mol [8];
$\Delta G_{H2COHCOOH} = G_{H2COHCOOH} - (2G_{Cgraph} + 2G_{H2gas} + 1,5*G_{O2gas}) = -403,2968$ kJ/mol;
$G_{H2COHCOOH} = -403,2968 + (2*91,26 + 2*85,6 + 1,5*303) = 404,9232$ kJ/mol;

Glycolic acid $H_2COHCOOH + H_2O <=> H_2COHCOO^- + H_3O^+$; $pK_{a1} = 3,83$; Wikipedia
$K_{eq} = [H_2COHCOO^-]*[H_3O^+]/[H_2COHCOOH]/[H_2O] = K_a/[H_2O] = 10^{(-3,83)}/55,3 = 2,675*10^{(-6)} = 10^{(-5,573)}$;
$\Delta G_{eqOHCCOOH} = -R•T•ln(K_{aeq}) = -8,3144*298,15*ln(10^{(-5,573)})/1000 = 31,81$ kJ/mol.
$\Delta G_{eqOHCCOOH} = G_{OHCCOO} + G_{H3O+} - (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = G_{OHCCOO} + 22,44 - (404,9232 + 0) = 31,81$ kJ/mol;
$G_{OHCCOO} = \Delta G_{eqOHCCOOH} - G_{H3O+} + (G_{OHCCOOH} + G_{H2O}) = 31,81 - 22,44 + (404,9232 + 0) = 414,3$ kJ/mol;

Nernst's half reaction **glycolate + H_2O = Glyoxylate + $H^-(H^+ + 2e^-) + H_3O^+$**; D.C.Harris 25°C [23]
Oks: $OHCCOO^- + H^-(H^+ + 2e^-) + H_3O^+ => H_2COHCOO^- + H_2O$; $E°_{H2COHCOO} = 0,1305$ V absolute;[23]

Oks: Glyoxylate [structure] + NADH + H_3O^+ => Glycolate [structure] + H_2O + NAD^{+}; D.C.Harris 25°C [23]
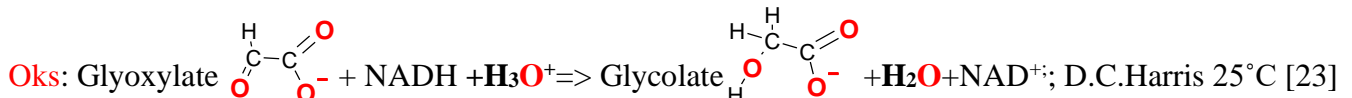
Nernst's half reaction Red: **NADH = $NAD^+ + H^-(H^+ + 2e^-)$**; $E°_{Red} = -0,4095$ V David Harris absolute [22]
Glyoxylate $OHCCOO^- + NADH + H_3O^+ = H_2COHCOO^- + NAD^+ + H_2O$ Glycolate;
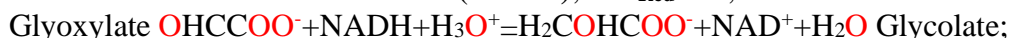
$\Delta G_{Hess} = \Delta G°_{H2COHCOOH} + \Delta G°_{NAD+} + \Delta G°_{H2O} - \Delta G°_{H2COHCOO} - \Delta G°_{NADH} - \Delta G°_{H3O} = -63,66$ kJ/mol;
$= -403,2968 + 1112,534 - 237,191 - (-426,588 + 1175,5732 - 213,2746) = -63,66$ kJ/mol **exoergic**..............;
$\Delta G_{min} = \Delta G_{eq} = (E°_{eqNernst\_NADH} - E°_{H2COHCOO})*F*n = (-0,4095 - 0,1305)*96485*2 = (-0,54)*96485*2 = -104,2$ kJ/mol;

31

Abstrakts.

Uz Alberti bāzēts absolūtās brīvās enerģijas saturs G_{H2gas}=**85.6** kJ/mol gāzei, G_{H2aqua}=**103** kJ/mol ūdenim un $G_{H(Pt)}$=**48,56** kJ/mol metālam ūdeņradim pie nulles atskaites G_{H2O}=G_{CO2gas}=0 kJ/mol fona enerģijas ūdenim un oglekļa dioksīda CO_{2gas} gāzei. [8,15] Metāla ūdeņraža nulles klasiskā standarta potenciāla atskaite tiek izmantota tā hidroksonija katjona $[H_3O^+]$=1.01 M koncentrācija sērskābes $[H_2SO_4]$=1 M šķīdumā ar blīvumu 1.061 g/mL.

Kopš 1920. gada Nernsta Nobela prēmijas ķīmijā saņemšanas visas elektroķīmijas sērijas reducētāju oksidēšanas pus reakciju standarta potenciāli ir noteikti attiecībā pret ūdeņraža metāla pus reakcijas klasisko standarta potenciālu $E°_H$ nulle. [1,15] Skābekļa, oglekļa dioksīda un ūdens protolīzes funkcionālās aktivitātes kvantitatīvie pētījumi atklāj ģenerētus daudzveidīgus Dzīvības pašorganizējošus atraktorus: ūdens $[H_2O]$=55.3 moli/Litrā koncentrāciju, pH=7,36, enzīma karbo anhidrāzes (CA) reaktivitāte, gaisa skābekļa līmenis 20,95 %, osmolārā koncentrācija 0,305 M, jonu spēks 0,25 M, temperatūra 310,15 K grādi utt. . [1,15]

Liela ātruma protolīze ūdenī padara skābekli ugunsdrošu, CA funkcionāli aktivizē oglekļa dioksīdu, reaģējot ar divām ūdens molekulām, veidojot H_3O^++HCO_3^- koncentrācijas gradientus abpus membrāneai osmozei pretēji koncentrācijas gradientiem bet protonu un bikarbonāta jonu transportēšanai lejup cauri protonu un bikarbonātu jonu kanāliem.

Iepriekšējās publikācijas atklāj neaizstājamu ūdens un hidroksonija uzskaiti līdzsvara reakciju termodinamiskajās izpausmēs, ieskaitot protolīzi un elektroķīmijas Nernsta pus reakcijas. [8,14,15] Pētījumi sasniedz metāla ūdeņraža termodinamiskā standarta potenciāla atsauces vērtību 0.10166 Volti. Alberty vārdā sniegtie dati par ūdeņraža brīvo enerģiju G_{H2gas}=**85.6** kJ/mol , G_{H2aqua}=**103** kJ/mol ir atklājies **absolūtais** standarta **potenciāls** $E°_H$=-0.27073 Volts kā elektroda termodinamiskā atskaites vērtība ar absolūtās brīvās enerģijas izmaiņas vērtību ΔG_{eq}=**-26,12** kJ/mol.

Atslēgas vārdi: Fizikālā ķīmija; Elektroķīmija; Termodinamika; Atraktori; Bioķīmija.

References.

1. David R. Lide. CRC Handbook of Chemistry and Physics .90th ed. Taylor and Francis Group LLC; 2010 .

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. Freman 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 PROTOLYSIS ATTRACTORS ACTIVATE energy over zero GH2O=GCO2gas=0 kJ/mol of water and carbon dioxide. FREE ENERGY CONTENT as BIOSPHERE Self-ORGANIZATION creates PERFECT ORDER IRREVERSIBLE HOMEOSTASIS PROGRESS. 9th International Conference, MAY 2023, p.14-19.

16. Loach, P.A. (I 976) 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 ©, 5th ed.1999, p545

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

25a. Kaksis A, **The discovery of Hydrogen electrode reference E̅H= -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