

16.4.1998

(tiskane črke)

1. Za idealen plin vemo, da pri njegovi adiabatni reverzibilni ekspanziji tlak hitreje pada z rastočim volumnom kot pri reverzibilni izotermni ekspanziji. Izračunaj za kolikokrat je naklon $(\partial P/\partial V)$ za izotermno ekspanzijo manjši od naklona za adiabatno ekspanzijo, če je za omejen idealen plin $c_p = 2,5 R$.

Rezultat: $(\partial P/\partial V)_{\text{izot}} / (\partial P/\partial V)_{\text{adiab.}} = 0,6$

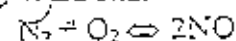
2. Izračunaj spremembo entropije 90 g H_2O , če jo segrejemo pri $P = 1 \text{ At}$ od 10°C do 200°C . Na voljo imaš naslednje podatke, ki veljajo za merjene pogoje:

tekoča voda - $c_p = 75,31 \text{ J/mol K}$; H_2O para - $c_p = 30,00 + 10,71 \cdot 10^{-5} T - 0,33 \cdot 10^{-8} T^2 \text{ [J/mol K]}$ $\Delta H_{\text{izp}} = 41,09 \text{ kJ/mol}$ Rezultat: $\Delta S = 635,7 \text{ J/K}$

3. Za neko tekočino, katere vrelišče je pri zunanjem tlaku 1 At enako 27°C , je za njen parni tlak P zveza med $\log P$ in $1/T$ linearna, pri čemer je odsek na ordinati enak 5. Izračunaj izparilno entalpijo te tekočine.

Rezultat: $\Delta H_{\text{izp}} = 28,13 \text{ kJ/mol}$

4. Za standardno prosto entalpijo tvorbe 1 mola NO , ki poteka po reakciji:



je $\Delta G^\circ = 21600 - 2,50 T \text{ [cal/mol]}$. Izračunaj molski delež kisika, ki se pretvori v NO , če segrejemo zrak (20% O_2 , 80% N_2) na 2000°C in predpostavimo, da se obnaša kot zmes idealnih plinov.

Rezultat: $X_{O_2(\text{reagirane})} = 0,0052$

5. 0,5 m dolgo stekleno cev s prečezom 2 cm^2 napolnimo z $0,1 \text{ M}$ raztopino močnega elektroлита MCl . Na platinski elektrodi, ki se nahajata na obeh koncih cevi pritisnemo tako napetost, da teče po cevi tok 10 mA . Izračunaj hitrost ionov M^+ , s katero le-ti potujejo vzdolž cevi v cm/sek pri 25°C , če veš, da je pri navedeni temperaturi $\Lambda_{M^+} = 60 \text{ } \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$ in je $\Lambda_{Cl^-} = 136 \text{ } \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$.

Rezultat: $v_{M^+} = 2,286 \cdot 10^4 \text{ cm/s}$

6. Za galvanski člen $Cd | CdSO_4 (m=0,50 \text{ mol/kg } H_2O) | Hg_2SO_4 (\text{trd}) | Hg$ velja naslednja zveza med temperaturo in napetostjo člana

T [$^\circ\text{C}$]	0	10	20	30
E [mV]	55,67	53,59	51,48	49,37

Izračunaj ΔG , ΔH in ΔS za reakcijo v galvanskem členu pri 20°C .Rezultat: $\Delta G = -40,72 \text{ J/mol}$; $\Delta H = -27,87 \text{ kJ/mol}$; $\Delta S = -89,356 \text{ J/mol K}$

7. Za galvanski člen $Zn | ZnCl_2 (m) | Hg_2Cl_2 (\text{trd}) | Hg$ je pri 25°C .

a) $E = 1,10085 \text{ V}$; $m = 0,25148 \text{ mol/kg } H_2O$ b) $E = 1,22440 \text{ V}$; $m = 0,00500 \text{ mol/kg } H_2O$ Izračunaj razmerje srednjih koeficientov aktivnosti $ZnCl_2$ pri obeh molalnostih.Rezultat: $\gamma_{\pm}^{(a)} / \gamma_{\pm}^{(b)} = 0,4909$

1) Pri visokih tlakih in temperaturah lahko enačbo stanja nekega plina popišemo z zvezo

$$P(V-nb) = nkT \quad ; \quad b = \text{konstanta}$$

Pokaži, kako iz te zveze prideš do izraza za dV , v katerem je dV izražen samo s količinami $(V-nb)$, $dlnP$ in $dlnT$.

Rezultat: $dV =$

2) Izračunaj minimalno delo, ki ga moraš vložiti pri kompresiji 1 kg etena iz $V_1 = 0,1 \text{ m}^3$ na $V_2 = 0,01 \text{ m}^3$ pri stalni temperaturi 300 K, če plin sledi van der Waalovi enačbi in sta konstanti a in b poznani: $a = 4,47 \text{ dm}^6 \text{ At mol}^{-2}$, $b = 0,0571 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Rezultat: $w(\text{min.}) =$

3) Pri dani temperaturi uvedemo v evakuiran reaktor toliko plina CO, da je začetni tlak 2 At. V reaktorju se nahaja prebitna množina trdnega žvepja. Temperaturo vzdržujemo konstantno in počakamo, da reakcija poteče do ravnotežja. Izračunaj K_p , če ravnotežni tlak plinske zmesi v reaktorju znaša 1,03 At.

Rezultat: $K_p =$

4) 10 g topiljenca B raztopimo v 1 kg topila A, katerega molska masa je $M_A = 100 \text{ g/mol}$, gostota pa $\rho_A = 1 \text{ g/cm}^3$. Izmerjeni osmozni tlak te raztopine pri 27°C znaša 0,5 At. Izračunaj molsko maso topiljenca B ob predpostavki, da je raztopina idealna in je V_A enak molskemu volumnu čistega topila.

Rezultat: $M_B =$

5) Parni tlak etena je podan kot funkcija temperature z izrazom

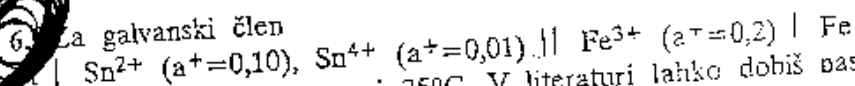
$$\log P = -834,13/T + 1,75 \log T - 8,375 \times 10^{-3} T + 5,3234$$

Izračunaj izparilno entalpijo etena pri temperaturi njegovega normalnega

($P_{\text{zun}}=1\text{At}$) vrelišča $T_{\text{vr}} = -103,9^\circ\text{C}$.

Rezultat: $\Delta H_{\text{izp}} (P_{\text{zun}}=1\text{At}, T_{\text{vr}}=-103,9^\circ\text{C}) =$

6) Za galvanski člen



izračunaj napetost člena pri 25°C. V literaturi lahko dobiš naslednje vrednosti standardnih potencialov polčlenov pri 25°C: $E^\circ(\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}) =$

$0,432 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Pt}/\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}) = 0,150 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Pt}/\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}) = 0,225 \text{ V}$,

$E^\circ(\text{Fe}/\text{Fe}^{3+}) = 0,036 \text{ V}$.

Rezultat: $E =$

1. Plin z enačbo stanja

$$PV/n = RT + aP^2; \quad a = \text{konstanta}$$

ekspandira izotermno iz stanja V_1, T v stanje V_2, T . Podaj izraze za spremembo proste energije in proste entalpije (ki spremljata ta proces) v katerih nastopajo le količine n, T, V_1, V_2 .

Rezultat: $\Delta F = -nRT \ln \frac{V_2 - na}{V_1 - na}; \quad \Delta G = nRT \ln \frac{V_2 - na}{V_1 - na} + \int_{V_1}^{V_2} n a P^2 dV$

2. 10 g vode podhlajene na -15°C , ki se nahaja v okolici, katere temperatura je tudi -15°C , v trenutku zmrzne. Koliko toplote se pri tem sprosti, če zmrzovanje poteka pri stalnem tlaku? Na voljo imaš naslednje podatke:

ΔH_{tal} pri $0^\circ\text{C} = 333,46 \text{ J/g}$

c_p tekoče vode = $4,184 \text{ J/gK}$; c_p ledu = $2,092 \text{ J/gK}$

Obe c_p vrednosti sta neodvisni od T .

Rezultat: $Q = -300,18 \text{ J}$

3. V zaprti posodi imamo 2 mola nasičene vodne pare pri 100°C . Koliko gramov vodne pare preide v tekočo vodo, če posodo ohladimo na 10°C ?

ΔH_{tal} vode = $2376,5 \text{ J/g}$ in ni funkcija T .

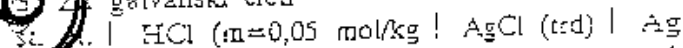
Rezultat: $m = 55,44 \text{ g}$

4. Za reakcijo $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$

je pri 40°C $\Delta G^\circ = 1255,2 \text{ J}$. Gostota ravnotežne plinske zmesi NO_2 in N_2O_4 pri 40°C je $5,85 \text{ g/dm}^3$. Izračunaj stopnjo disociacije N_2O_4 , α , povprečno molsko maso plinske mešanice \bar{M} in celoten tlak plinske mešanice P .

Rezultat: $\alpha = \dots; \quad \bar{M} = \dots; \quad P = \dots$

5. Zn galvanški člen



Merimo pri 25°C napetost $508,4 \text{ mV}$. Vrednosti za standardna elektroda potenciala poznamo:

$E^\circ_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = -0,1262 \text{ V}; \quad E^\circ_{\text{Ag/AgCl}} = 0,2224 \text{ V}$. Izračunaj:

- strednji koeficient aktivnosti solne kisline,
- aktivnost solne kisline
- pH raztopine (predpostavi, da je $\gamma_{\text{H}^+} = \gamma_{\text{Cl}^-}$)

Rezultat: $\gamma_{\pm}(\text{HCl}) = 0,89; \quad a_{\text{HCl}} = 0,001987; \quad \text{pH} = 1,35$

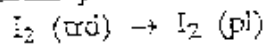
6. Za koliko J/mol se spremeni kemijski potencial vode, če pri 15°C raztopimo 2 mola KOH v $165,6 \text{ g H}_2\text{O}$. Parni tlak vode nad nastalo raztopino je $5,887 \cdot 10^{-3} \text{ At}$, nad čisto vodo pri tej temperaturi pa $1,683 \cdot 10^{-2} \text{ At}$.

Rezultat: $\Delta \mu = -2546,57 \text{ J/mol}$

1) 2 mola idealnega plina ($c_v = 5/2 R$) pri 45°C stisnemo adiabatno in reverzibilno iz volumna 75 l na volumen 20 l. Izračunaj q ; w ; ΔH in ΔU za ta proces.

Rezultat: $q = 0$; $w = 9,22 \text{ kJ}$; $\Delta H = 2,62 \text{ kJ}$; $\Delta U = 5,22 \text{ kJ}$

2) Jodovi kristali pri 25°C sublimirajo po reakciji:



Izračunaj, pri kateri temperaturi sta trden in plinasti jod v ravnotežju. Za zgornjo reakcijo poznamo količinski $\Delta H = 9,41 \text{ kcal/mol}$ in $\Delta S = 20,5 \text{ cal mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ in vemo, da nista funkciji temperature.

Rezultat: $T = 191,6$

3) Za reakcijo $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ je pri 40°C $\Delta G^\circ = 1255,2 \text{ J}$. Gostota ravnotežne plinske zmesi NO_2 in N_2O_4 pri 40°C je $5,85 \text{ g/dm}^3$. Izračunaj stopnjo disociacije N_2O_4 povprečno molsko maso plinske mešanice in celomi tlak plinske zmesi.

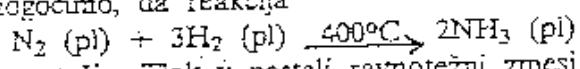
Rezultat: $\alpha = 0,611$; $M = 66,24$; $P = 2,27 \text{ At}$

4) Parni tlak etena je podan kot funkcija temperature z izrazom $\log P = -834,13/T + 1,75 \log T - 8,375 \cdot 10^{-5} T + 5,3234$

Izračunaj izparilno entalpijo etena pri njegovem normalnem vrelišču $-103,9^\circ\text{C}$.

Rezultat: $\Delta H_{20} = 1382 \text{ J}$

5) Pri 400°C uvedemo v reaktor plinsko mešanico sestave $n_{\text{N}_2} : n_{\text{H}_2} = 1 : 3$ in omogočimo, da reakcija



poteče do ravnotežja. Tlak v nastali ravnotežni zmesi je 350 Bar, molski delež NH_3 pa 1/2. Ob predpostavki, da se vsi plini obnašajo idealno, izračunaj ravnotežno konstanto K_p za zgoraj navedeno reakcijo.

Rezultat: $K_p (400^\circ\text{C}) = 3,49 \cdot 10^{-4}$

6) Za člen $\text{Ag} / \text{AgCl} / \text{Cl}^- (a_+ = 0,0001), \text{Fe}^{3+} (a_+ = 0,01), \text{Fe}^{2+} (a_+ = 0,1) / \text{Pt}$ izračunaj pri 25°C napetost, če veš, da sta pri 25°C standardna potenciala polčlenov enaka: $E^\circ(\text{Ag}/\text{AgCl}/\text{Cl}^-) = 0,2225 \text{ V}$ in $E^\circ(\text{Pt}/\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) = 1,45 \text{ V}$.

Rezultat: $E = 0,932 \text{ V}$

7) Pri 25°C je napetost člana $\text{Zn} (\text{trd}) / \text{ZnCl}_2 (m = 0,005 \text{ mol/kgH}_2\text{O}) / \text{Hg}_2\text{Cl}_2 (\text{trd}) / \text{Hg} (\text{tek})$ enaka 1,2272 V. Izračunaj E° člana ob predpostavki, da velja Debye-Hückelov limitni zakon $\log \gamma_{\pm} = -0,509(z_+ z_-) \sqrt{I}$, kjer je ionska moč

$E = 1,071 \text{ V}$

$E^\circ = 1,029 \text{ V}$

$\Delta A = \Delta H - T \Delta S$ $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$

1. Izračunaj ΔU , ΔH , ΔS , ΔA in ΔG za prehod 27 g vode pri 100°C in 1 At v paro pri istih pogojih. Pri navedenih pogojih je izparilna toplota vode (2,257 kJ/gr), molski volumen tekoče vode je 18 cm³/mol, vodne pare pa 30,2 dm³/mol.

2. Molski volumen čistega metanola je pri 25°C enak 40,0 cm³/mol. Pri tej temperaturi je volumen vodne raztopine metanola podan kot

$V\{\text{dm}^3\} = 1,000 + 0,035 m + 5,00 \times 10^{-4} m^2$, kjer m pomeni molalnost.

Izračunaj: a) parcialni molski volumen metanola pri $m = 2 \text{ mol/kg H}_2\text{O}$,

b) ΔV za proces $2\text{CH}_3\text{OH} + 55,56 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{raztopina}$, $t = 25^\circ\text{C}$.

3. Za koliko stopinj se zniža tališče ledu, če povečamo tlak, ki deluje na led od 1 At na 300 At? Pri 0°C in 1 At je: ΔH_{talina} za led enaka 333,6 kJ/gr, $\rho_{\text{ledu}} = 0,917 \text{ g/cm}^3$ in $\rho_{\text{H}_2\text{O tek.}} = 1,000 \text{ g/cm}^3$.

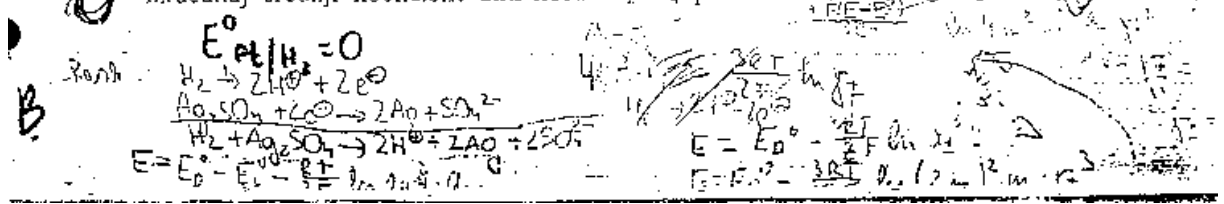
4. Za reakcijo $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$ je pri 25°C $\Delta G^\circ = 600 \text{ J/mol N}_2\text{O}_4$. Izračunaj pri kolikšnem celotnem tlaku v plinski zmesi bo pri tej temperaturi 50% N_2O_4 disociiralo v NO_2 .

5. Napetost galvanskega člana $\text{Pt} / \text{H}_2 (1 \text{ At}) / \text{HCl} (m) / \text{AgCl} (\text{trd}) / \text{Ag}$ je podana z izrazom

$E \text{ (mV)} = -96,0 + 1,90 T - 3,041 \times 10^{-3} T^2$. Napiši reakcijo v členu in za to reakcijo izračunaj ΔG , ΔH , ΔS in ΔC_p vse pri 25°C.

6. a) galvanski člen $\text{Pt} / \text{H}_2 (1 \text{ At}) / \text{H}_2\text{SO}_4 (m=0,1 \text{ mol/kg H}_2\text{O}) / \text{Ag}_2\text{SO}_4 (\text{trd}) / \text{Ag}$ pri 25°C izmeriš napetost 711,7 mV, v tabelah pa prebereš, da je za $\text{Ag} / \text{Ag}_2\text{SO}_4 / \text{SO}_4^{2-}$ elektrodo standardni potencial enak 0,627 V.

Izračunaj srednji koeficient aktivnosti H_2SO_4 pri $m = 0,1 \text{ mol/kg H}_2\text{O}$.



2. Vasil, ki je napolnjen z dišavnim plinom, je razdeljen z batono, ki ima kalibrirano steno v delu A in B. Delu B, ki je v sliki, vodna kopeljo. Vzorčujemo konstantno temperaturo. Na začetku je $T_A = T_B = 300\text{ K}$, $V_A = V_B = 2,0\text{ l}$ in $n_A = n_B = 2\text{ mola}$. Delu A dovoljamo toplo in bat se reverzibilno premika v desno, dokler ni končni volumen B enak $1,00\text{ l}$. Izračunajte w , q , ΔU , ΔS in ΔH plina v delu A in B. $c_v = 20,2\text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$.

2. Izračunajte notranji tlak $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ za van der Waalsov plin.

$$p = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{a^2}{V^2}$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{2a^2}{V^3} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

3. Dušikov tetraoksid, N_2O_4 (plin), je pri 25°C v ravnotežju z NO_2 (plin).
 N_2O_4 (plin) \rightleftharpoons $2 NO_2$ (plin)
 Standardna entalpija tvorbe N_2O_4 pri 25°C in 1 baru je $9,16\text{ kJ}$.
 a) Izračunajte K_p pri 25°C in 1 baru za zgornjo reakcijo pri 25°C in 1 baru.
 b) Izračunajte K_p pri 100°C in 1 baru, če je $\Delta H_f^\circ = 57,3\text{ kJ mol}^{-1}$ in $n = 2$ mola N_2O_4 .

4. Volumen raztopine etanola pri 25°C , ki vsebuje $1,000\text{ kg}$ vode, je $1,00293\text{ l}$.
 $V(\text{ml}) = 1002,93 = 94,5884\text{ ml} + 0,36994\text{ ml} + 0,023275\text{ ml}$
 Kjer je m molalnost.
 Izračunajte parcialni molalni volumen etanola in vode v raztopini. To jo obravnavamo iz $1,000\text{ kg}$ vode in 500 g etanola.

5. Henryjeva konstanta za kisik, raztopljen v vodi pri 25°C , je enaka $3,30 \cdot 10^4\text{ mm Hg}$. Kolikšna je molalnost kisika, če je vodna raztopina kisika v ravnotežju s čistsko mešanico, ki vsebuje 20% kisika in 80% etilnega alkohola in katere tlak je 950 mm Hg ?

6. Napišite shemo reakcije, ki poteka v galvanickem členu pri 25°C .
 $Cd | CdCl_2 (m=0,1) || AgCl (trd.) | Ag$
 in izračunajte njegovo napetost, če je standardni koeficient aktivnosti za $0,1\text{ m CdCl}_2$ enak $0,228$.
 $E = 96487\text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{mol}^{-1}$, $E_{Cd^{2+}/Cd}^\circ = -0,40\text{ V}$, $E_{AgCl/Ag,Cl}^\circ = 0,22\text{ V}$.

$V = \sum m_i \bar{V}_i$ $\sum m_i d\bar{V}_i = 0$

$K_{H,O_2} = 3,3 \cdot 10^4\text{ mm Hg}$
 $P = 950\text{ mm Hg}$
 $m_{O_2} = ?$

$P_{O_2} = K_H \cdot x_{O_2}$
 $x_{O_2} = 5,7 \cdot 10^{-6}$

$P_{O_2} = 0,20 \cdot P$
 $P_{O_2} = 190\text{ mm Hg}$

$x_2 = \frac{m_2 M_2}{M_1 m_1 + M_2 m_2}$ $x_2 \approx m_2 M_2$

$m_2 = \frac{x_2}{M_2(1-x_2)} = 3,15 \cdot 10^{-4}$

1. Valj, ki je napolnjen z idealnim plinom je razdeljen z batom, ki ima adiabatno steno, v dva dela A in B. Del B je v stiku z vodno kopeljo, tako da mu vzdržujemo konstantno temperaturo. Na začetku je $T_A = T_B = 300$ K, $V_A = V_B = 2.00$ l in $n_A = n_B = 2$ mola. Delu A dovajamo toploto in bat se reverzibilno premika v desno dokler ni končni volumen B enak 1.00 l.

Izračunajte:

- delo opravljeno na plin, ki se nahaja v delu B
- ΔU za plin v delu A in delu B
- q za plin v delu A in delu B, $C_V = 20.0$ J K⁻¹mol⁻¹.
- ΔS plina v delu A in delu B
- ΔH plina v delu A in delu B.

2. Izračunajte $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P$ za van der Waalsov plin $P = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{n^2a}{V^2}$

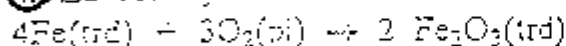
$dU = PdV - SdT$

$\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

$= 2 \ln \frac{V-b}{V-2b}$

3. Izparilna entalpija neke tekočine je 14.4 kJ mol⁻¹ pri temperaturi vrelišča 180 K. Molarna volumna tekoče in parne faze sta $V_{\text{tekoča}}^0 = 115$ cm³ mol⁻¹ in $V_{\text{parna}}^0 = 14.5$ l mol⁻¹. Izračunajte dP/dT iz Clapeyronove enačbe in izračunajte koliko napako naredimo, če uporabimo za izračun dP/dT Claus-Clapeyronovo enačbo.

4. Za reakcijo:



je ΔG reakcije podana kot funkcija absolutne temperature:

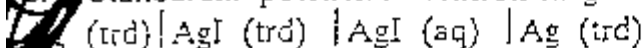
$$\Delta G(\text{kJ/mol Fe}) = -943.22 - 0.030725 T \log T + 0.22989 T$$

Za zgoraj napisano reakcijo izračunajte ΔG , ΔH in ΔS pri 525 K.

5. Reakcijsko posodo napolnimo z 0.300 moli H₂ (plin), 0.400 moli I₂ (plin) in 0.200 moli HI (plin) pri 870 K in celotnem tlaku 1 bar. Izračunajte ravnotežno sestavo mešanice, če je $K_p = 870$ za reakcijo:

$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$$

6. Standardni potencial elektrolitskega člana



je 0.9509 V pri 25°C.

Izračunajte topnost AgI, topnostni produkt K_{sp} , ΔG_f° in ΔG° .

7. Opišite Joulov poskus!