**Napišite ermodinamski kriterij za spontanost procesa, ki poteka pri konstantni temperaturi in volumnu oz. pri konstantni temperaturi in tlaku.** (dA)TV ≤ 0 in (dG)TP ≤ 0.

**Kaj je standardna tvorbena entaplija? Napišite reakcijo tvorbe etanola, metanola.** Standardna tvorbena entalpija ΔH+tv je sprememba entalpije pri reakciji, pri klateri nastane spojina iz elementov, iz katerih je sestavljena. Za 25° C so ΔH+tv tabelirane. ETANOL – C2H4 + H2O 🡪 CH3CH2OH , METANOL – CO + 2H2 🡪 CH3OH … ΔH+r = ∑ΔH+tv produktov - ∑ΔH+tvreaktantov**.**

 **Napišite van der Waalsovo enačbo ter razložite pomen obeh koeficientov. Pri katerih pogojih je ta enačba uporabna.** (P + a n2/V2) (V - nb) = nRT , SREDNJI TLAKI , a in b sta van der Waalsova koeficienta in sta odvisna od vrste plina.

**Katera izmed enačb je pravilna. Razložite.** §(dq +dw) = 0 🡪 toplota na krožni poti je nasprotno enaka delu na krožni poti pri Carnotovem toplotnem stroju, q=-w, torej je §(dU) = 0 , iz česar sledi da je tudi §(dq +dw) = 0 . U je namreč funkcija stanja. Q in w pa sta funkciji poti.

**Narišite fazni diagram vode ter označite število prostostnih stopenj na posameznih področjih diagrama. Zapišite Clapeyronovo in Clausius-Clapeyronovo enačbo ter na faznem diagramu ozačite področje, kjer ti dve enačbi veljata.** s = |število vseh intenzivnih spremenljivk, ki jih lahko spreminjamo| - |število ravnotežnih enačb, ki te spremenljivke povezujejo| , s = k – f +2 , s = 0 v trojni točki, s = 1 na vseh faznih mejah , s = 2 med vsemi faznimi krivuljami , nariši diagram, C enačba – vellja na vseh krivuljah v faznem diagramu dP/dT = ΔH/TΔVm , C-C enačba – velja za uparevanje in sublimacijo lnP1/P2 = - ΔH/R \* (1/T2 – 1/T1).

 **Za heterogeno reakcijo ZnO(s) + H2(g) -🡪 Zn(g) + H2O(g) je ΔG = 238,8 – 0,1601\*T . Izračunaj ravnotežne parcialne tlake plinov pri 1000°C, če je celokupni tlak ravnotežne mešanice 180kPa. Privzemite idealno obnašanje plinov.** ΔG – vstaviš notr 1273 K 🡪 29000J , ΔG = -RT lnKp 🡪 Kp= 0,0646 , Kp = PZn \* PH2O / PH2 , …3 enačbe 🡪 PZn + PH2O + PH2 = 180 kPa , PH2O = PZn in PH2 = PH2O \* PZn / 0,0646, … PZn2 +0,1292 PZn – 11,628 = 0 … P = (-0,1292 + kor 0,01669264 –(4\*-11,628)) /2\*1 = 3,346 … PH2 = 173,308 kPa**.**

**Iz zaprtega tanka delno napoljenega z vodo pri temperaturi 82°C počasi izsesavamo plinsko fazo. Izračunaj pri kakšnem tlaku plinske faze v tanku bo začela voda vreti pri navedeni temperaturi. ΔHizp za vodo je 2260 j/g.** Ker rabim J/mol 🡪 ΔHizp = 2260 j/g \* 18 g/mol = 40680 j/mol , T1 = 373,15 K, T2 = 355,15 K, P1 = 1 atm, P2 = P1 \*e- [ΔHizp/R \* (1/T2 – 1/T1)] = 0,5145 atm.

**Če pri konstantni T 35g neke tekočine povečamo tlak iz 1 atm na 3000 atm, se prosta entalpija poveča za 12000J. izračunaj gostoto tekočine.** ΔG = VΔP – SΔT,… ΔT =0 , T = konst, ΔG= m/ρ ΔP … ρ = 886 g/l.

**Normalno (1atm) zmrzišče benzena M= 78 g/mol je T = 5,5°C. kolikšna bi bila T zmrzišča pri 1000 atm. Talilna toplota je 10,59 kJ/mol, gostota tekočega in trdnega benzena pa je ρ=0,879g/cm3 in ρ=0,891g/cm3. (privzemi da so količine neodvisne od T in P).** ΔHzmr = -Δhtal , ΔVm = M/ρ(l) – M/ρ(s) = 1,1951\*10-6 m3/mol , T1 = 278,65 K , dP/dT = Δhtal/ΔVmT 🡪ΔPΔVm/ΔH = ln T2/T1 🡪T2 = T1 e -(ΔPΔVm/ΔHzmr) **=** 275,49 K.

**Razredčena vodna raztopina saharoze (neelektrolit) začne zmrzovati pri -3,2°C. Pri kateri temperaturi bi raztopina iste koncentracije začela vreti, če je v obeh primerih zunanji tlak enak 1 atm. Ebulioskopska konstanta je 0,51 Kkg/mol, krioskopska konstanta oa 1,86 Kkg/mol. Izračunaj še vrelišče in zmrzišče raztopine CaCl2 enake koncentracije kot je koncentracija saharoze.** ΔTz = 3,2 K to je sprememba glede na samo vodo, ΔTz = Kk m 🡪 m= 1,7204 mol/kg molalnost, ΔTv = Ke m = 0,8775 K, Tz= T° - ΔTz = 269,95 K in Tv = T°+ ΔTv = 374,0275 K, Za CaCl2 🡪 i=3 , ΔTv=i Ke m = 3\*1,7204\*0,51 = 2,63 🡪 Tv= 373 + 2,63 = 375,78 K , ΔTz = i m Kk = 3\*1,7204\*1,86= 9,6 K 🡪 Tz = 273 – 9,6 = 263,55 K

**Vrelišče heksana pri normalnem tlaku 1 atm je pri temperaturi 69°C, izparilna entropija (Sizp) je po Trautovem pravilu enaka 85J/molK. Izračunaj parni tlak heksana pri 25°C intemperaturo vrelišča pri zunanjem tlaku 576 mmHg.** ΔSizp = ΔHizp/Tv 🡪 ΔHizp = 29070J/mol , P(298)= Pz e –ΔHizp/R \* (1/T – 1/Tv) = 0,2210 atm , 1 atm = 760 mmHg …576 mmHg = 0,7579 atm , P= Pz2 e - ΔHizp/R \* (1/T – 1/Tv2) 🡪 Tv2 = 333 K.

**V temperaturnem območju 240-330 K je toplotna kapaciteta kloroforma naslednja funkcija temperature. Cp = 91,47 + 7,5 \*10-2 T [J/molK]. Izračunaj ΔH in ΔS, če 1 mol kloroforma pri konstantnem tlaku ohladimo iz T1 = 300 na T2= 273 K.** ΔH = n ʃ(T1 do T2) Cp(T) dT = n (91,47(T2-T1) + 7,5\*10-2/2 (T22 – T12)) = 3050J , ΔS = n ʃ(T1 do T2) Cp(T)/T \* dT = n (91,47 ln T2/T1 + 7,5\*10-2 (T2 - T1))= -10,65 J/K**.**

**V posodi volumna 24,8l se nahaja pri 25°C in tlaku 1 atm idealen plin. Posoda je preko zaprtega ventila povezana z evakuirano posodo enakega volumna, celoten sistem pa je termostatiran na 25°C. ventil v trenutku odpremo in s tem omogočimo plinu, da ekspandira po celotnem razpoložljivem volumnu. Za opisani proces ireverzibilne izotermne ekspanzije izračunaj q, w, ΔU, ΔH, ΔS, ΔA in ΔG.** PV = nRT 🡪 n = 1,014 mol, ΔU = nCvΔT = 0 in ΔS = nCpΔT = 0 ker je ΔT=0, w = -q = -nRT lnV2/V1 = -5,8435J/K , T2 = 2T1, ΔS = nCv lnT2/T1 + nR lnV2/V1 = 5,8435 J/K , ker sta ΔU in ΔH enaka nič sta ΔA = ΔG = -TΔS = 1742,24J.

**Za Carnotov stroj delujoč med 125°C in 40°C izračunaj minimalno količino toplote. Ki jo moram prejeti delovna snov da dobimo 1500J koristnega dela.** Ε = max delo / dovedena toplota = |w|max / qt , ε = (Tt –Th) / Tt = 0,21 , qt= wmax/ε = 7023,5J.

**20 molov idealnega plina v trenutku ekspandira pri temperaturi 25°C na devetkrat nižji tlak. Za ta izotermen proces izračunaj ΔU, ΔH, ΔS, ΔA in ΔG.** P2 = P1/9 , ΔH = ΔU = 0 ker je ΔT = 0 , V2/V1 = P1/P2 … ΔS = nR ln P1/P2 = 365,35J , ΔA = ΔG = TΔS = 108,88 kJ.

**Masa plinske mešanice N2O4 in NO2, ki jo določa ravnotežje N2O4 🡪 2NO2 v kateri XNO2 = 0,425 je pri 1 atm in 35°C enaka 23 g. izračunaj kakšen je volumen te mešanice pri danih P in T.** M = XNO2 \* MNO2 + XN2O4 \* MN2O4 = 72,45 g/mol , PV = nRT … n = m/M 🡪 V = mRT/MP = 8,02l.

**10 molov idealnega plina ekspandira pri 227°C reverzibilno od 0,1 do 0,001 bar. Določi q, w, ΔU in ΔH.** ΔU = ΔH = 0, ker je ΔT = 0 , P1/P2 = V2/V1 Boylov zakon … w = -q = - nRT lnV2/V1 = 95,72 kJ.

**Pri katerem P je vrelišče H2O pri 85°C. izparilna entalpija vode je 40,6 kJ/mol.** P2 = P1 e –(ΔHizp/R \* (1/T2 – 1/T1))

**1 mol idealnega enoatomnega plina (Cv = 3/2 R) gre skozi štiristopenjski reverzibilni krožni proces, ki je prikazan na sliki. Izračunaj ΔU, ΔS, q in w za posamezne stopnje, er za celotni krožni roces. Kolikšen bi bil izkoristek toplotnega stroja, ki bi deloval s tem delovnim plinom po tem krožnem procesu. Podatki T1 = 300K , P1 = 1 bar , P2 = 3P1 , P4 = P1 , V4 = 2V1 , V1 = V2 , T2 = T3 , n = 1 mol , Cv = 3/2 R** 1🡪2 izohora V=konst , 2🡪3 izoterma T=konst, 3🡪4 adiabata q=0 in 4🡪1 izobara P=konst. 1. V1= nRT1/P1 = 0,024942 m3. 2. T2 = P2V2/nR = 900K. 4. T4 = P4V4/nR = 600K. ΔU na krožni poti je nič, ker je U funkcija stanja. ΔU12 = nCv (T2 - T1) = 7482,6J , ΔU23 = 0J , ΔU34 = -3741,3J = ΔU41. 1🡪2 w12 = -PΔV = 0 ker je ΔV = 0 , q12 = ΔU12 = 7482,6J , ΔS = ʃdqrev/T = nCv lnT2/T1 = 13,7J. 4🡪1 w41 = -PΔV = 2494,2J, q41 = ΔU41 – w41 = -6235,5J, ΔS nCv lnT1/T4 + nR lnV1/V4 = -14,407J. 3🡪4 q34 = 0 adiabata, w34 = ΔU34 = -3741,3J, ΔS= ʃdqrev/T = 1/T \* q34 =0. 2🡪3 S23= S – S12 – S34 – S41 = 0,707J, q23 = ΔS23 T = 636,3J , w23 = -q23 = -636,3J. ∑q= 1883,4J , ∑w= -1883,4 ∑ΔS = 0 ker je funkcija stanja. Izkoristek ε = ∑|w| / qt = = ∑|w| / q12 + q23 = 0,232 oz. ε = 1- |q41|/q12 + q23 = 0,232 .

**Nariši P,x fazni diagram in T,x vrelni diagram za neidealno mešanico tekočin A in B s pozitivnim odmikom. Pri 350K je pri molskem deležu komponente A, XA = 0,92 z PA = 0,3 bar in Xa = 0,02 in Pa 0 0,01 bar. Izračunaj parni tlak čiste komponente in henryjevo konstanto.** Na začetku velja Henry … Pa = Xa \* Ka 🡪 Ka = 0,5 bar, na koncu pa Rault Pa = Xa \* Pa° 🡪 Pa°= 0,326 bar. Pri P/x je cel hribčk, pri T/x pa dolina ☺

**Entropija argona je funkcija temperature s = 36,36 + 20,79 ln T. izračunaj spremembo entalpije in spremembo proste entalpije, če 1 mol argona pri p=konst segrevamo iz 25 na 50°C.** Za ΔS pri obeh temperaturah vstavi temperaturi v kelvinih. ΔS = S2 – S1 = 1,68 J/K. ΔH = n Cp (T2-T1)= 519,625J , Cp=5/2 R , H1 = 5/2 RT1 = 6193,93 , H2 = 6713,555 , G1 = H1 – T1S1 = -39936,47J , G2 = -43829,485J, ΔG = -3893,015J.

**Vodo pri konstantnem tlaku 1 atm segrevamo iz 20 na 250°C. izračunaj ΔS, ΔH, ΔU. Cp(l)= 75,3 J/molK , Cp(g) = 36 J/molK, ΔHizp = 40668 J/mol in n = 1 mol.** ΔH = ʃ(T1 do Tv) Cpl dT + ΔHizp + ʃ(Tv do T2) Cpg dT = 52092 J , ΔU = ΔH – PVg + PVl = ΔH – nRT + PM/ρ = 47744 J , ΔS = ʃ(T1 do Tv) Cpl/T dT + ΔHizp/Tv + ʃ(Tv do T2) Cpg/T dT = 139,4 JK.

**Bakru pri temperaturi 25°C povečamo tlak da se mu volumen poveča za 0,08%. Stisljivost bakra je 7,35\*10-7 amt-1.** ΔP = 1/χ \* ln 1,0008ρ/ρ = 1088 atm.

**Pokaži da je za idealni plin (dH/dV)P = 0 in da je (dCv/dV)T = 0.** H = U + PV 🡪 (dH/dV)P = (d(U + PV)/dV) = (dU/dV)T + (dPV/dV)T = 0 + 0 , ker je notranja energija pri idealnem plinu o in ker je Boylov zakon konstanten. (dCv/dV)T = d/dV \* Cv = d/dV \* (dU/dT)V = d2U/dVdT = d/dT \*(dU/dV)T = 0 , ker je U funkcija stanja in vrstni red odvajanja ni pomemben notranja energija pa je nič.

**Hessov zakon. Kakšna je ΔH tvorbena pri reakciji N2 + 5/2 O2 🡪 N2O5 . 2NO + O2 🡪 2NO2 ΔH1 = -114,1 , 4NO2 + O2 🡪 2N2O5 ΔH2 = -110,2 , N2 + O2 🡪 N2O5 ΔH3 = 180,5 kJ.** 1 + ½ 2 +3 …. Reaktante na eno, produkte na drugo stran pa pokrajšaš da dobiš prvotno enačbo. ΔHtv = ΔH1 + ½ ΔH2 + ΔH3 = 11,3 kJ.

**3/2 H2 + ½ N2 🡪 NH3 , T = 298 K , ΔH = -46,1kJ ΔU = ?** ΔH = ΔU + PΔV 🡪 ΔU = ΔH – RTΔn = 43,6kJ …. Δn = n prod – n reakt

**V adiabatni posodi zmešamo 200g Sn in 100g vode. Cp vode je 75,3 J/molK , Cp kositra pa 25,5 J/molK. M Sn = 118,7 g/mol. TSn = 100°C in TH2O = 25°C.** Qsn + qh2o = 0 🡪 m/M CpSn (Tz - Tsn) + m/M CpH2O (Tz - TH2O) =0 🡪 Tz = nSn CpSn TSn + nv Cpv Tv / nSn CpSn + nv Cpv = 305,1 K … ΔSkosietr = n ʃTsn do Tz Cpsn/T dT = -8,65 , ΔSvoda = 9,64 , ΔS tot = 1 j/K

**Imamo en mol benzena in dva mola toluena pri 60°C. Pri katerem tlaku začne mešanicaa vreti? Kakšna je sestava pare prvih mehurčkov pri pričetju vretja? Pb°= 51,3 kPa , Pt°= 18,5 kPa, Xb = 1/3 , Xt = 2/3.** P = Xb Pb° + Xt Pt° = 29,4 kPa , Yb = Pb/P = 0,582 , Yt = 1 – Yb = 0,418.

Ea/R (1/T1 – 1/T2) 🡪 ln k2 = ln k1 + 9,45 🡪 k2 = 17,68 s-1 , T1 = ln2 /k1 = 498 s , T2 = ln2/k2 = 0,0392 s.

**Za heterogeno reakcijo ZnO(s) + H2(g) 🡪 Zn(g) + H2O(g) je funkcija temperature ΔG = 232,8 – 0,1601\*T. Izračunaj ravnotežne parcialne tlake plinov pri 1000°C, če je celokupno tlak ravnotežne mešanice 180kPa. Privzemite idealno obnašanje plinov.** ΔG = 232,8 – 0,1601\*1273,15 = 29000J , ΔG = -RT ln Kp 🡪 Kp = e~-ΔG/RT = 0,0646, 3 enačne 3 neznanke, Pzn + Ph2o + Ph2 = 180 , Ph2o = Pzn , Ph2 = Pzn Ph2o / 0,0646 🡪 Pznˇ2 + 0,1292 Pzn – 11,628 =0 🡪 Pzn = 3,346 kPa = Ph2o , Ph2 = 173,308 kPa.

**Pri 820K je ravnotežna konstanta reakcije Al2Cl6(g) 🡪 2AlCl3(g) enaka Kp = 0,38 . izračunajte srednjo molsko maso ravnotežne plinske mešanice ter njeno sestavo v utežnih procentih pri celokupnem tlaku 2\*10~5 Pa. M(AlCl3) = 133,34 g/mol. Privzemite idealno obnašanje plinov.** 2 enačbi 2 neznnki, Kp = PalCl3ˇ2 / PAl3Cl6 = 0,38 in PalCl3 + PAl2Cl6 🡪 Pˇ2 + 0,38 P – 0,76\*10-5 = 0 🡪 PalCl3 = 275,5 Pa , PAl2Cl6 = 199724,5 Pa . nalcl3/n = Palcl3/P … Mpovp = Palcl3/P \* Malcl3 + Pal2cl6/P \* Mal2cl6 = 266,4963 g/mol, Xm (alcl3) = Palcl3/P \* Malcl3 // Palcl3/P \* Malcl3 + Pal2cl6/P \* Mal2cl6 = 6,8922\*10-4 , Xm (al2cl6) = Pal2cl6/P \* Mal2cl6 // Palcl3/P \* Malcl3 + Pal2cl6/P \* Mal2cl6 = 0,99931.

**Pri 25°C je standardna tvorbena entalpija CS2(g) 117,36 kJ/mol in CS2(l) znaša 89,7 kJ/mol. Standardna entropija CS2(g) znaša 237,84 J/mol in CS2(l) 151,34 J/mol. Pokažite katera od obeh oblik CS2 je pri T=25°C bolj stabila.**  ΔG(g) = ΔH – TΔS = 46,48 kJ , ΔG(l) = ΔH – TΔS = 44,60 kJ , μ = (dG/dn)TP = G/n = Gm , n(g) = n(l) torej je μ(g) = G(g) in μ(l) = H(l) … μ()l < μ(g) torej je tekoča faza stabilnejša. Stabilne je tista faza, ki ima pri določenih pogojih najnižji kemijski potencial.

**Pri temperaturi 25°C in tlaku 1 bar velja C (diamant) + O2 🡪 CO2 , ΔH1 = -394,94 kJ in C (grafit) + O2 🡪 CO2 , ΔH2 = -393,05 kJ. Pri teh pogojih je gostota diamanta 3,513 g/cm3 in entropija 2,44 J/molK, gostota grafita pa 2,260 g/cm3 ter entropija 5,69 J/molK. Izračunajte tlak v atm. Pri katerem bosta pri 25°C grafit in diamant v ravnotežju! Vzemite, da se gostota s tlakom ne spreminja.** Gd = Hd – TSd = -395,667 kJ in Gg = -394,746 kJ. Ravnotežje je če sta μd = μg … Gg/ng = Gd/nd 🡪 ng/nd = 0,9977 , ng + nd = 2 . 2 enačbi 2 neznanki. Nd = 2/1,9977 , ng= 0,99885 , μd= Gd/nd = -395,21 = μg , Vd = nd M / ρd = 3,421\*10-6 m3 , Vg = 5,304\*10-6 m3 , Vmd = Vd/nd = 3,417\*10-6 in Vmg = 5,310\*10-6. ∑Vm = 8,2727\*10-6 , μ/P = Vm 🡪 P = μ/Vm = 447,05 atm.

**Pri kateri T in P je H2 v korespondentnem stanju s CH4 pri T 500K in P 2 bar? T kritična H2 je 33,2K in CH4 190,6K. P kritičen H2 je 13 bar in CH4 46 bar.** CH4: Tr = T/Tk = 500/190,6 = 2,623 , Pr = P/Pk = 2/46 = 0,0435 , H2: T = TrTk = 33,2 \* 2,623 = 87,09K , P = PrPk = 13 \* 0,0435 = 0,5652 bar .

**Napiši termodinamsko definicijo idealnega plina**. Idealni plin – ni interakcij – notranji tlak je nič (πN = 0).

**Pri 50°C je v posodi z volumnom 20 dm3, 10g CO2. Koliko g N2 uvedemo da bo celokupni tlak plinske mešanice 500 mmHg.** 760mmHg = 1 atm 🡪 500mmHG = 0,658 atm , CO2: P = m/M RT //V = 0,301 atm , P = Pco2 + Pn2 🡪 Pn2 = 0,357 atm , N2: m = PVM / RT = 7,54 g.

**Izračunaj standardno tvorbeno entalpijo B2H6 pri 298K, če za to poznaš standardno tvorbeno entalpijo naslednjih reakcij. -1941, -2368 in -241,8.** –a + b +3c ΔH = -1152,4 kJ/mol

**Toplotna kapaciteta Cl2 pri 1 bar se spreminja s T. Cp= a + bT + cT-2. a = 37,03 b = 0,67\*10-3 c = -2,85\*105. Izračunaj ΔH in ΔS za 3 mole Cl2 če ga ohladimo it 200 na 20 °C.** ΔH = n intT1T2 cp dT = -19024,3 J , ΔS = n intT1T2 cp/T dT = -50,4963 J/K.

**V toplotno izolirano posodo kjer so 3 moli H2O cp= 75,3 , pri 10°C vržemo 2 mol Pb cp = 22,13 s 80°C. izračunaj spremembo entropije H2O, Pb in vesolja. Adiabatna posoda -> spontan proces, T se uskladita na Tzmesi**. Tz = qPb + qH2O … nPb cpPb (Tz - TPb) + nv cpv (Tz - Tv) = 0 …. Tz = nPb cpPb TPb + nv cpv Tv // nPB cpPB + nv cpv = 294,5K , ΔSPb = n cp ln(Tz/TPb) = -8,02 , ΔSv = n cp lnTz/Tv = 8,998 , ΔSves = ΔSPb + ΔSv = 0,974 J/K.

**Napiši Maxwellove enačbe.** 1. (δT/δV)s = -(δP/δS)v , 2. (δT/δP)s = (δV/δS)p , 3. (δP/δT)v = (δS/δV)T , 4. (δV/δT)p = -(δS/δP)T