

Høgskolen i Østfold
Avdeling for ingeniørfag

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRK21015 Fysikalsk kjemi
Fagansvarlige: Ole Kr. Førreisdahl,
Loan Che,

10 studiepoeng

Grupper: K2	Dato: 10.12.2015	Tid: 0900-1300
Antall oppgavesider: 10	Antall vedleggsider: 0	
Sensureringsfrist til studenter: 10.01.15		
Hjelpemidler: Kalkulator, utlevert eller medbrakt formelsamling "Formelsamling i fysikalsk kjemi", Nuffield advanced science "Book of data". 1 personlig A4 side som utleveres på eksamen		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, bruker du symboler eller rimelige verdier med begrunnelse. Oppgi alle svar i SI enheter hvis annet ikke er spesifisert.

Oppgavesettet består av oppgaver som til sammen utgjør 154 %. Du trenger ikke å besvare flere oppgaver enn at summen av disse utgjør 100 %.

Sagt på en annen måte: Du kan velge vekk en eller flere deloppgaver på til sammen 54 %.

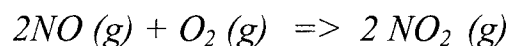
Du kan ikke velge vekk oppgaver som må besvares (oppgave 1a, 2a, 3a, 4a og 4d), disse utgjør til sammen 34 %.

Hvis du velger å besvare så mange oppgaver at summen utgjør mer enn 100 %, vil din karakter på denne eksamen bli satt i forhold til det antall oppgaver du har besvart (for eksempel er $81/103 = 0.79$)

Oppgave 1. (32 %)

a) (10 %) MÅ BESVARES

En reaksjon med følgende støkiometriske ligning



er studert i en serie eksperimenter ved 25 °C:

Startkonsentrasjon til NO [mol dm^{-3}]	Startkonsentrasjon til O_2 [mol dm^{-3}]	Startdannelseshastigh et til NO [$\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$]
0.012	0.020	0.102
0.024	0.020	0.408
0.024	0.040	0.816

- i) Hva er reaksjonsorden med hensyn til hver av reaktantene?

Skriv ned den fullstendige hastighetsloven og angi også reaksjonenes totale orden.

- ii) Regn ut hastighetskonstanten k ved 25 °C og angi dens dimensjon.

b) (5 %)

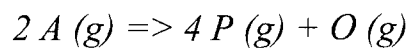
Utled et uttrykk som gir tiden der 80 % av reaktanten A er forbrukt for en første ordens reaksjon med hensyn på A.

c) (5 %)

Skisser hvordan man grafisk kan bestemme om en reaksjon er av 1. orden.

d) (6 %)

Gitt den kjemiske reaksjonen

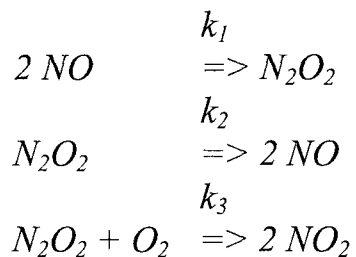


Hastighetskonstanten for reaksjonen dobler seg fra 295K til 301K. Anta at frekvensfaktor og aktiveringsenergi er uavhengig av temperaturen.

Finn aktiveringsenergien for reaksjonen.

e) (6 %)

For reaksjonen $2 NO + O_2 \Rightarrow 2 NO_2$ er følgende reaksjonsmekanisme foreslått:



- i) Bruk steady-state approksimasjon på mellomproduktet N_2O_2 , og finn hastighetsloven for reaksjonen.
- ii) Under hvilke betingelser vil reaksjonen være av andre orden med hensyn på nitrogenmonooksid og første orden med hensyn på oksygen?

Oppgave 2. (26 %)

a) (5 %) MÅ BESVARES

For et lukket system, beregn q , w , ΔU , ΔH og ΔS når 20.0 mol ideell gass ekspanderer isotermt og reversibelt ved 298.15 K fra et volum på 5.50 dm³ til et volum på 11.00 dm³.

b) (5 %)

For et lukket system, beregn q , w , ΔU , ΔH og ΔS når 20.0 mol ideell gass ekspanderer isotermt ved 298.15 K og irreversibelt mot ett ytre trykk på 4.45 atm fra et volum på 5.50 dm³ til et volum på 11.00 dm³.

c) (4 %)

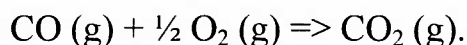
For et lukket system, hva blir forandringen i Gibbs energi når 20.0 mol ideell gass ekspanderer isotermt ved 366.0 K fra et trykk på 8.85 atm til et trykk på 1.00 atm.

d) (4 %)

Hva menes med en Carnot-prosess og hvordan beregnes en Carnot-virkningsgrad?

e) (8 %)

Bestem den molare reaksjonsentalpien ved 1273 K for reaksjonen



De molare varmekapasitetene til gassene i det aktuelle temperaturintervallet er gitt i tabellen under:

Komponent	$C_{p,m} / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
CO	$26.5 + 0.8 \cdot 10^{-2}T - 1.2 \cdot 10^{-6}T^2$
O ₂	$25.5 + 1.4 \cdot 10^{-2}T - 4.2 \cdot 10^{-6}T^2$
CO ₂	$26.8 + 4.3 \cdot 10^{-2}T - 14.8 \cdot 10^{-6}T^2$

Oppgave 3. (40 %)

a) (5 %) MÅ BESVARES

Ett uttrykk for det kjemiske potensialet (i J mol^{-1}) til et ukjent rent stoff ved konstant trykket ved 1 atm er: $\mu = 87,2 - 64,8T - 5,15 \times 10^{-3} T^2$

Hva er molar entropi til forbindelsen, S_m , ved 298 K?

b) (5 %)

Beregner smeltepunkt til is når trykket er 85 bar.

Tettheten til is er $0,92 \text{ g cm}^{-3}$, tettheten til vann er $1,00 \text{ g cm}^{-3}$, og smelteentalpi (enthalpy of fusion) er $6,008 \text{ kJ mol}^{-1}$

c) (10 %)

Beregne entropi endringen og total varme som må tilføres når 100 g is ved 0°C skal smeltes og varmes opp til 100°C , og deretter fordampes ved denne temperaturen. Skissere en graf som viser:

- i) endring i temperaturen i systemet med tid,
- ii) deretter entalpi av system med tid,
- iii) entropien av systemet som en funksjon av temperatur.

Gitt:

$$C_{p,m,\text{liquid}} = 75,29 \text{ (J/Kmol)}$$

$$\Delta_{\text{vap}}H_{\text{vann}} = 40,7 \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta_{\text{fus}}H_{\text{vann}} = 6,01 \text{ (kJ/mol)}$$

d) (4 %)

Vis at sammenheng mellom $\Delta_r H^\circ$, $\Delta_r S^\circ$ og den termodynamiske likevektskonstanten er:

$$\ln K = -\frac{\Delta_r H^\circ}{RT} + \frac{\Delta_r S^\circ}{R}$$

e) (6 %)

For likevekten $N_2(g) + O_2(g) \leftrightarrow 2 NO(g)$ er det funnet følgende verdier for den termodynamiske likevektskonstanten K gitt i d):

$T(K)$	K
1900	$2,31 \times 10^{-4}$
2000	$4,08 \times 10^{-4}$
2100	$6,86 \times 10^{-4}$

Beregn $\Delta_r H^\circ$, $\Delta_r S^\circ$ for reaksjonen i temperaturintervallet mellom 1900 K og 2100 K

f) (10 %)

For reaksjonen $N_2O_2(g) \leftrightarrow 2 NO(g)$ er det funnet at 25 % av $N_2O_2(g)$ er dissosiert ved 37 °C og totaltrykket er 1 atm. Anta at gassene er ideelle.

- Beregn likevektskonstanten K og $\Delta_r G^\circ$ for dissosiasjonsreaksjonen ved den aktuelle betingelsen.
- Dersom volumet til beholderen er halvert ved konstant temperatur, 37 °C. Hva skjer med det totaltrykket, K og α .

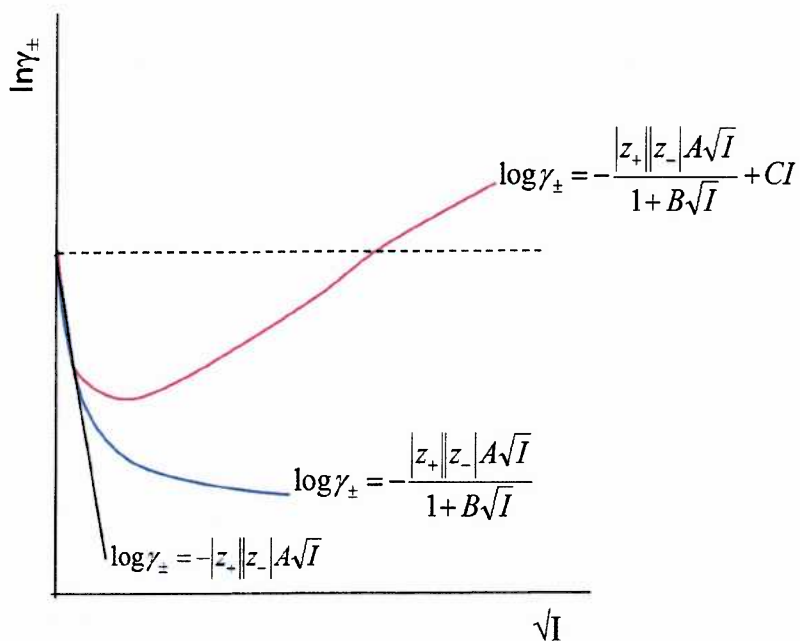
Oppgave 4. (24 %)

a) (6 %) MÅ BESVARES

Det kjemiske potensialet for en forbindelse S i en reell løsning kan uttrykkes ved:

$$\mu_{reell} = \mu^o + RT \ln \gamma_S [S]$$

hvor $\gamma_S[S]$ er aktivitet til S. Tilnærmelser for å estimere $\gamma_S[S]$ foreslått av Debye og Hückel er vist i figuren under.



Forklar når vi skal bruke de forskjellige modellene og deres begrensninger.
Hvilken modell er den mest realistiske modellen?

b) (4 %)

Forklar fenomene innsalting (salting in) og utsalting (salting out) ved å bruke en passende Debye-Hückel modell.

c) (6 %)

I en lukket beholder med to komponenter A og B.

Molfraksjon til komponent A i væskefase er $x_A = 0,913$. Partialtrykket til komponent A i en gassfase er $p_A = 12,32$ atm, og totaltrykket er $p_{\text{tot}} = 17,98$ atm. Anta at væskene oppfører seg ideelle

- i) Hva er damptrykket til ren komponent A?
- ii) Hva er Henry's konstant i A-B blanding?

d) (8 %) **MÅ BESVARES**

Ved atmosfærisk trykk danner aceton (1) og kloroform (2) en azeotropisk blanding ved $T = 64,6$ °C og molfraksjon til aceton i væskefasen er 0,335. Metningsdamptrykket til aceton og kloroform ved 64,6 °C er henholdsvis 1,31 atm og 0,98 atm.

- i) Regn ut aktivitetskoeffisienter til aceton og kloroform for den azeotropiske blandingen.
- ii) Bestem verdien for G^E for azeotropen.

Oppgave 5 (20 %)

En galvanisk cellereaksjon ved 25°C og $\Delta_r G^0 = -212,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ for reaksjonen (se figur til høyre).

Molalitet til $\text{CuSO}_4 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol kg}^{-1}$.

Molalitet til $\text{ZnSO}_4 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol kg}^{-1}$.

Anta at saltene er løst i vann.

a) (4 %)

Beregn ionestyrker av løsningene.

b) (4 %)

Beregn de midlere aktivitetskoeffisientene i beholderne.

(A konstant for vann = 0,509)

c) (4 %)

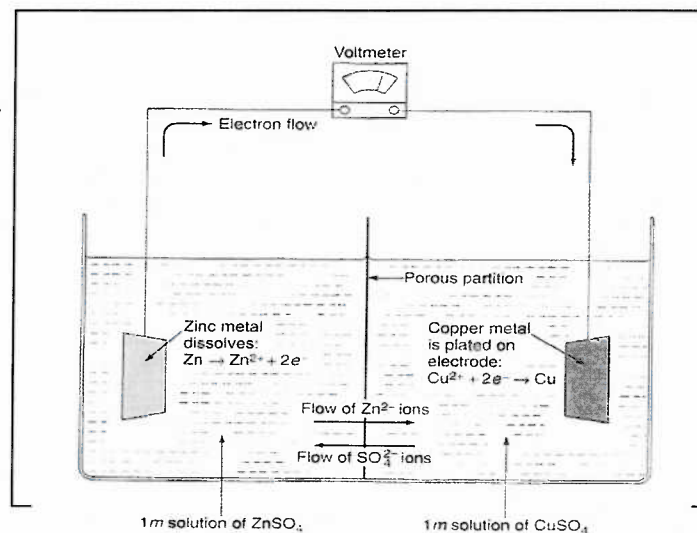
Beregn reaksjonskvotient. Sett opp også halvreaksjoner og totalreaksjon, angi hva er anode og hva er katode.

d) (4 %)

Beregn standard emf for cellen,

e) (4 %)

Beregn celle emf. (anta at $\gamma_+ = \gamma_- = \gamma_{\pm}$ i de respektive beholdene).



Oppgave 6 (12 %)

Svar meget kort på 6 (seks) av følgende 8 spørsmål, hvis flere enn 6 spørsmål besvares vil kun de 6 første besvarelsene bli vurdert.

- 1) Den isoterme kompressibiliteten κ er gitt av

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left(\frac{\delta V}{\delta p} \right)_T$$

hva blir κ for en ideell gass?

- 2) Er elektrodepotensialet en ekstensiv eller intensiv størrelse?
- 3) Hvilken verdi har Joule-Thomson koeffisienten for ideelle gasser?
- 4) Hva forteller dielektrisitetskonstanten oss?
- 5) Hva vet vi om støkiometrien til en kjemisk reaksjon hvis $K_p = K_x = K_c$, der K er likevektskonstanten, p = partialtrykk, x = molbrøk, c = konsentrasjon.
- 6) Hvilke matematiske sammenhenger har vi mellom trykk og volum ved det kritiske punkt.
- 7) I en væske-væske ekstraksjonsprosess har man tre (3) komponenter tilstede. Bestem antall frihetsgrader til ekstraksjonsprosessen.
- 8) Hvilke kriterier skal være oppfylt for faselikevekt mellom væske og gass.