

Høgskolen i Østfold
Avdeling for ingeniør og realfag

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRK21010 Fysikalsk kjemi
med materialteknologi

Lærer: Ole Kr. Førreisdahl
69 10 40 81 (kontor), 974 973 78 (mobil)

10 studiepoeng

Grupper: K2	Dato: 19.12.2013	Tid: 0900-1300
Antall oppgavesider: 9	Antall vedleggsider: 2	
<i>Sensurfrist 22.1.14</i>		
Hjelpemidler: Kalkulator, utlevert formelsamling "Formelsamling i fysikalsk kjemi med materialtek.", Nuffield advanced science "Book of data". 1 personlig A4 side som utleveres på eksamen		
Sensurfrist: .01.2014		
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 124 %. 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 24 %.

Du kan ikke velge vekk oppgaver som må besvares (oppgave 1a, 1c, 2a, 3e og 4b), disse utgjør til sammen 35 %.

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

Oppgave 1. (22 %)

a) (8 %) (MÅ BESVARES)

For reaksjonen mellom A og B har man på laboratoriet utført 3 eksperimenter å målt følgende reaksjonshastigheter ved 3 ulike startkonsentrasjoner:

Forsøk	$c_{A0} / \text{mol dm}^{-3}$	$c_{B0} / \text{mol dm}^{-3}$	$v / \text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
I	0.014	0.023	$7.4 \cdot 10^{-9}$
II	0.028	0.046	$5.92 \cdot 10^{-8}$
III	0.28	0.046	$592 \cdot 10^{-8}$

Laboratoriesjefen har sjekket alle tallene og funnet dem korrekte. Hastighetsloven til reaksjonen kan gis på formen $v = kc_A^\alpha c_B^\beta$

- Bestem α .
- Vis at $\beta = 1$
- Hva er reaksjonens totale orden ?
- Beregn hastighetskonstanten k og angi dens enhet.
(Bruk dm^3 i svaret for volumet)

b) (8 %)

Hastighetskonstanten, k for en cis-trans-isomerisasjon av cis-etylen er bestemt ved forskjellige temperaturer.

$k / \text{cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$	3.18	6.57	15.7	70.0
T / K	561,2	578,0	600,8	639,0

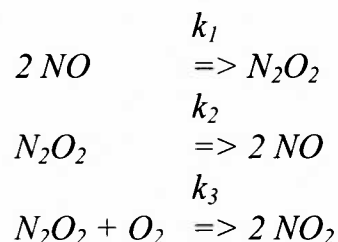
Det kan antas at aktiveringsenergi og frekvensfaktor er uavhengige av temperaturen i det gitte temperaturintervallet.

- Bestem aktiveringsenergien, E_a og frekvensfaktoren, A for reaksjonen.
- Hva er reaksjonens orden ? Svaret skal begrunnes.

Oppgave 1. (fortsetter)

c) (6 %) (MÅ BESVARES)

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. (24 %)

a) (6 %) (MÅ BESVARES)

For en lukket system, beregn q , w , ΔU , ΔH og ΔS når 2.00 mol ideell gass ekspanderer isotermt og reversibelt ved 298.15 K fra et volum på 5.50 dm^3 til et volum på 11.00 dm^3 .

b) (6 %)

For et lukket system, beregn q , w , ΔU , ΔH og ΔS når 2.00 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 dm^3 til et volum på 11.00 dm^3 .

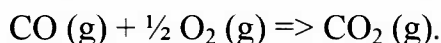
c) (4 %)

For et lukket system, hva blir forandringen i Gibbs energi når 2.00 mol ideell gass ekspanderer isotermt ved 300.0 K fra et trykk på 4.45 atm til et trykk på 1.00 atm.

Oppgave 2. (fortsetter)

d) (8 %)

Bestem den molare reaksjonsentalpien ved 1273 °C 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. (21 %)

a) (4 %)

For saltene KCl, KI og NaCl er molar ledningsevne ved uendelig fortynning og 25 °C bestemt til henholdsvis $0.01499 \text{ m}^2 \Omega^{-1} \text{mol}^{-1}$, $0.01503 \text{ m}^2 \Omega^{-1} \text{mol}^{-1}$ og $0.01265 \text{ m}^2 \Omega^{-1} \text{mol}^{-1}$. Finn den molare ledningsevnen for NaI ved uendelig fortynning og 25 °C.

b) (4 %)

Forklar hvilke antagelser som ligger til grunn for Clausius-Clapeyrons ligning for væske/gass likevekter,

$$\frac{d \ln p}{d(1/T)} = - \frac{\Delta_{vap} H}{R}$$

c) (4 %)

Damptrykket til en komponent ved 293 K er 58 000 Pa, fordampningsentalpien til komponenten er 32 700 J/mol. Estimer temperaturen der damptrykket til løsningen er 66 000 Pa.

Oppgave 3. (fortsetter)

d) (4 %)

Forklar kort hvordan kan man beregne kompressibilitetsfaktoren, Z , for en reell gass ?

e) (5 %) (MÅ BESVARES)

For en reell gass kan fugasitetskoeffisienten beregnes fra følgende funksjon

$$\ln \phi = \int_0^p \left(\frac{Z-1}{p} \right) dp$$

Ved 300 K varierer kompressibilitetsfaktoren med trykket som vist i tabellen under. Estimer fugasitetskoeffisienten til komponenten ved 300 K og 100 bar.

p/bar	1	10	50	100
Z	0.996	0.971	0.853	0.721

Oppgave 4. (24 %)

a) (6 %)

For et trekomponentsystem av eddiksyre, vann og kloroform er følgende sammensetninger målt for overgangen mellom en og to faser:

Vekt % eddiksyre	Vekt % kloroform
10	87
36	54
47	32
10	1
38	5
50	17

- Tegn fasediagrammet for trekomponentsystemet i det utleverte trekantdiagrammet (vedlegg 1) og forklar kort områdene i fasediagrammet.
- Hvor mange frihetsgrader har man i et system som består av 3 vekt % vann og 87 vekt % kloroform.

b) (10 %) (MÅ BESVARES)

Tabellen nedenfor er en oversikt over smeltepunkt (T_{sm}) for ulike legeringer av bly (Pb) og tinn (Sn).

Vekt % Pb	0	10	20	40	60	70	80	100
T_{sm}/C°	232	212	197	182	236	254	280	327

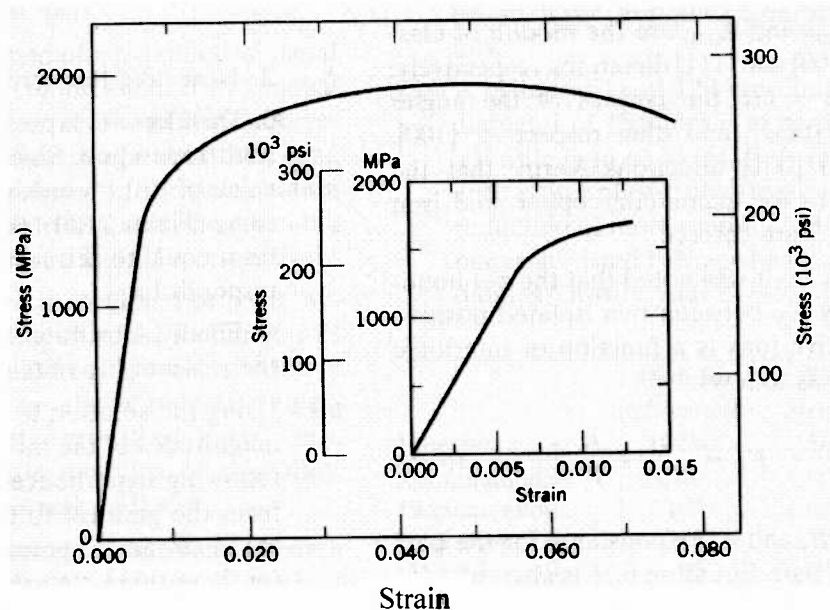
Eutektisk punkt for denne legeringen er ved 182 °C. En fast fase av legeringen som inneholder 75 vekt % bly kan være i likevekt med en eutektisk væskefase ved 182 °C. En annen fast fase av legeringen som inneholder 5 vekt % bly kan være i likevekt med en annen eutektisk væskefase (også ved 182 °C)

- Tegn fasediagrammet for systemet Pb/Sn og angi det eutektiske punktet og hvilke faser som knyttes til de forskjellige områdene.
- Hva er den relative mengden til hver av fasene, hvis en Pb/Sn -legering inneholder 70 % Pb ved 236 °C ?

Oppgave 4. (fortsetter)

c) (8 %)

Et strekkprøve eksperiment ble utført på en metall-legering, de eksperimentelle data er gitt i figurene under (eksperimentelle data er identiske, men skalaene er forskjellige).



Det lages en sylindrisk stav av legeringen med en diameter på 0.80 cm og en lengde på 100.0 cm. Staven festes vertikalt til et fast punkt i taket.

- Estimer elastisitetsmodulen (E-modulen) til legeringen.
- Beregn lengden til staven hvis det festes et lodd på 5000 kg til den nedre enden av staven. Er deformasjonen staven utsettes for plastisk eller elastisk ?

Oppgave 5. (15 %)

Følgende elektrokjemiske celle er gitt:



Temperaturen i cellen er 298 K.

a) (5 %)

Sett opp halvreaksjonene og den totale cellereaksjonene. Bestem den elektromotoriske kraften, E^0 , ved standard betingelser.

b) (5 %)

Eksperimentelle målinger ved 298 K viser at den elektromotoriske kraften, E , er lik 0.723 V. Sett opp uttrykk for den elektromotoriske kraften, E , og vis at den midlere aktivitetskoeffisienten, γ_{\pm} for $CdCl_2$ ved den oppgitte konsentrasjonen ligger i intervallet $\langle 0.35, 0.50 \rangle$.

c) (5 %)

Bestem den midlere aktivitetskoeffisienten, γ_{\pm} ved den oppgitte konsentrasjonen av $CdCl_2$ ved å bruke Debye-Hückel limiting law (DHLL), $\log \gamma_{\pm} = -0.51 |z_{-} z_{+}| I^{0.5}$. Sammenlign verdiene på den midlere aktivitetskoeffisienten, γ_{\pm} funnet i b) og c) og kommenter resultat.

Oppgave 6. (18 %)

a) (18 %)

Svar meget kort på 9 (åtte) av følgende 12 spørsmål, hvis flere enn 9 spørsmål besvares vil kun de 9 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) Hva er et superfluid ?

3) Blir en gass som ekspanderer gjennom en ventil vanligvis kaldere eller varmere ?

4) Er rent magnesium hardere eller mykere enn rent krom ved 298 K ?
Svaret skal begrunnes

5) Hva er et eutektoidisk punkt ?

6) Angi ved hjelp av en figur (p, x_i -diagram) i hvilke områder Raoult's lov og Henry's lov kan brukes i en to komponent blanding.

7) Skisser en Carnot prosess i et pV - og TS -diagram.

8) Hva menes med begrepet kompositt materiale ?

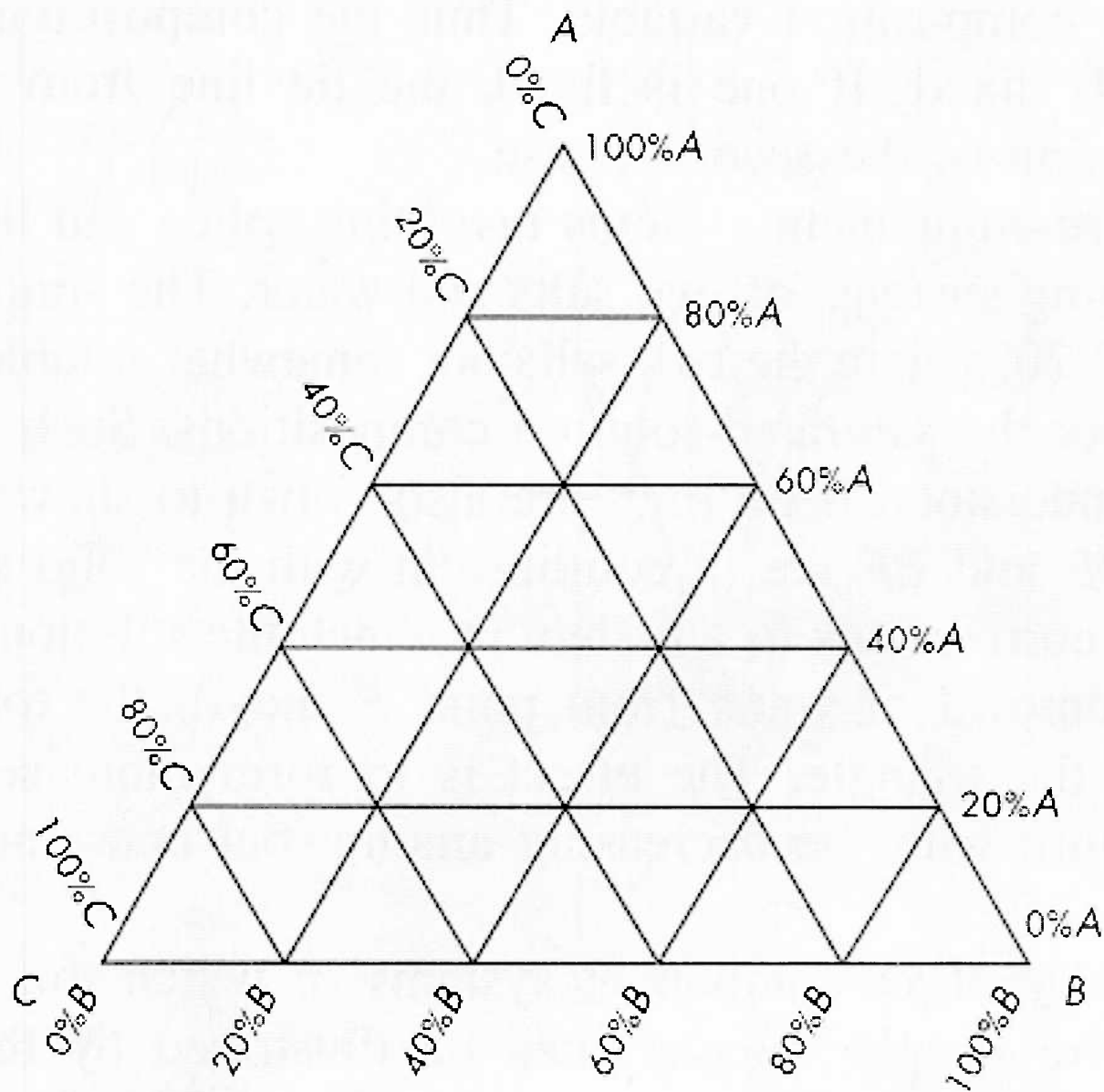
9) Hva menes med kongruent smelting ?

10) Hva er en deflagrasjon ?

11) Hva er den maksimale termiske virkningsgraden til en varmekraftmaskin ?

12) Hvordan beregnes den maksimale virkningsgraden til en brenselcelle ?

Vedlegg 1.



Vedlegg 1.

