

Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
Institutt for materialteknologi

TMT4115 Generell
kjemi
Høst 2019
Øving 10

Veiledning: Tirsdag 19. november kl. 08:15-10:00 i S5.

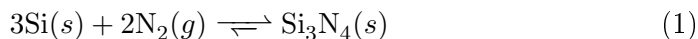
Innleveringsfrist: Fredag 22. november kl. 10:15. Levering i hylle merket TMT4115 utenfor R7.

Noen stikkord:

Norsk:	Engelsk:
Cellespenning/cellepotensial	Cell potential
Halvcelleraksjon/halvreaksjon	Half-reaction
Standard reduksjonspotensial	Standard reduction potential
Ioneselektiv elektrode	Ion-selective electrode
Konsentrasjonscelle	Concentration cell
Galvanisk celle	Galvanic cell
Elektrolysecelle	Electrolysis cell
Saltlake	Brine
Pol	Battery terminal
Korrosjon	Corrosion
Korrodere	Corrode
Plettering	Plating
Klor-alkali	Chlor-alkali

1 (Oppgaven ble gitt på eksamen i TMT4115 august 2016.)

- a) Silisiumnitrid $\text{Si}_3\text{N}_4(\text{s})$ dannes ved oppvarming av silisium til $1400\text{ }^\circ\text{C}$ i en nitrogenatmosfære,



Er reaksjonen eksoterm eller endoterm?

Dersom en setter aktiviteten til nitrogen lik 1 ($p_{\text{N}_2} = 10^5\text{ Pa}$), er den da spontan? Baser vurderingen på beregning av Gibbs' fri energi for reaksjonen.

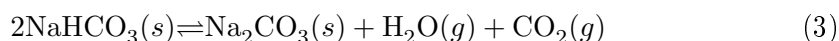
- b) Silisiumnitrid $\text{Si}_3\text{N}_4(\text{s})$ med en temperatur på $1400\text{ }^\circ\text{C}$ avkjøles til $25\text{ }^\circ\text{C}$. Hvor mye varme avgis til omgivelsene i prosessen? Hvor mye entropi avgis?
- c) Nitrogengassen til prosessen i (a) lagres ved et trykk på 10 bar og 298 K. Hvor mange liter gass (ved dette trykket og denne temperaturen) trengs per kg Si_3N_4 dannet?

2 Vis at dersom likevektskonstanten ved temperaturen T_1 er K_1 og likevektskonstanten

ved temperaturen T_2 er K_2 , så er forholdet mellom dem gitt ved¹

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (2)$$

- 3] Natriumhydrogenkarbonat NaHCO_3 er en hovedingrediens i bakepulver, og spaltes ved oppvarming etter reaksjonen

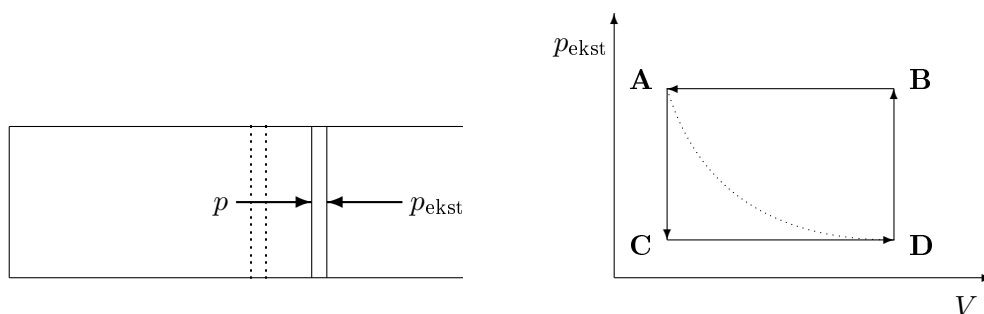


Likevektskonstanten er $K = 0.231$ ved 100°C . Hvorfor bør steketemperaturen for bakverk som benytter bakepulver som hevemiddel være høyere enn 100°C ?

- 4] Standard dannelsesentalpi og entropi for klorometan (metylklorid), CH_3Cl , er i SI Chemical Data [1] oppgitt for forbindelsen i gassform, $\text{CH}_3\text{Cl}(g)$.

Bruk disse verdiene og verdiene for fordampningsentalpien for forbindelsen ($\Delta_{\text{vap}}H$) og kokepunktet (t_b) som også er oppgitt i SI [1], og beregn standard dannelsesentalpi og entropi for klorometan, CH_3Cl i væskeform, $\text{CH}_3\text{Cl}(\ell)$.

- 5] En ideell gass har trykket p_A og volumet V_A . Gassen er i likevekt, og trykket utenfor beholderen gassen befinner seg i, p_{ekst} , er det samme som innenfor, $p_{\text{ekst}} = p_A$. Så senkes det eksterne trykket raskt til $p_{\text{ekst}} = p_C$. Gassen utvider seg deretter isotermt til volumet V_D mot det ytre trykket $p_{\text{ekst}} = p_C$.



- Hvilket arbeid gjør omgivelsene på gassen i beholderen når den går gjennom prosessen $A \rightarrow C \rightarrow D$? Hvor mye varme tilføres gassen? (Husk at arbeidet kan være både positivt og negativt.)
- Dersom gassen komprimeres isotermt ved å følge veien $D \rightarrow B \rightarrow A$, hvilket arbeid gjør omgivelsene på gassen? Hvor mye varme tilføres gassen?
- Vis at varmen overført til omgivelsene for hele kretsprosessen i pkt (a) og (b) er større enn null. Hva er entropiendringene i omgivelsene for hele kretsprosessen? Hva er entropiendringene til gassen for hele kretsprosessen? Hva er netto entropiendring? Er denne kretsprosessen *reversibel*?

¹Anta at ΔH^0 ikke endrer seg med temperaturen.

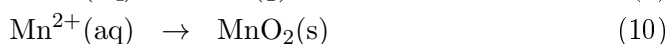
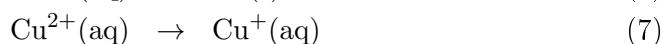
- d) Hva er varmen overført til omgivelsene for en *reversibel* ekspansjons-kompresjonssyklus (antydnet ved det stiplede linjen i figuren)? Hva er entropiendringen i omgivelsene for hele kretsprosessen i dette tilfellet?

- 6 Ved 25 °C gjelder relasjonen

$$14 = pOH + pH \quad (4)$$

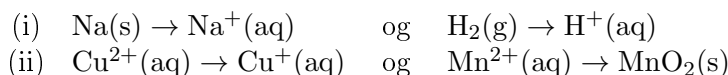
Hva blir den tilsvarende relasjonen ved 70 °C, og hva blir pH for rent vann ved denne temperaturen?

- 7 a) Sett opp følgende halvreaksjoner på korrekt reduksjonsform:



Finn også standardpotensialene (E^0) og antallet elektroner overført n for halvreaksjonene.

- b) Balanser halvreaksjonene nedenfor, sett dem sammen til en totalreaksjon, og finn cellepotensialet.



- c) Finn cellepotensialet for (ii) i pkt (b) men nå med aktivitetene 0.1 for $Cu^{2+}(aq)$, 0.01 for $Cu^+(aq)$ og 0.01 for $Mn^{2+}(aq)$ og ved $pH = 7$. (Temperaturen er 298 K.) Tegn opp et cellediagram og angi anode og katode i diagrammet.

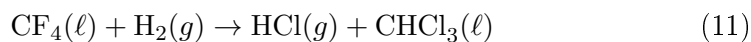
- 8 Gitt standard reduksjonspotensial for flg redoks-par:

- i. $PbO_2(s)/Pb(s)$: 1.46 V
- ii. $Cl_2(g)/Cl^-(aq)$: 1.36 V
- iii. $F_2(g)/HF(aq)$: 2.89 V
- iv. $H_2O_2(aq)/H_2O(l)$: 1.76 V

- a) Hva er det sterkeste oksidasjonsmiddelet under standard betingelser?
- b) Hvilke av oksidasjonsmidlene ovenfor vil kunne oksidere bly til bly(IV)oksid?
- c) Hvilke av oksidasjonsmidlene vil kunne oksidere fluor i en sur løsning?

Om tiden strekker til kan du også gjøre oppgavene nedenfor.

- 9 a) Er flg reaksjon spontan ved 25 °C?



- b) Hva er reaksjonens likevektskonstant ved 25 °C?
c) Hva er reaksjonens likevektskonstant ved 65 °C?
d) Dersom partialtrykket av hydrogen er 10 atm og partialtrykket av HCl er 0.1 atm, hva er ΔG for reaksjonen ved 25 °C?

- 10 (Oppgaven ble gitt på eksamen i TMT4115 august 2016.)

Hvitt fosfor $\text{P}_4(\text{s})$ reagerer i base med hydroksyl-ioner $\text{OH}^-(\text{aq})$ og vann $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ til fosfin $\text{PH}_3(\text{g})$ og hypofosfitt $\text{H}_2\text{PO}_2^-(\text{aq})$. Skriv en balansert reaksjonsligning for reaksjonen.

Tall svar: Oppg. 1 (b) $-137.5 \text{ kJ mol}^{-1}$, $172.5 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$, (c) 0.036 m^3 ; Oppg. 4 -104 kJ mol^{-1} , $146 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$; Oppg. 6 6.35; Oppg. 7 (b) (i) 2.71 V (ii) 1.07 V (c) 244 mV

Referanser

- [1] G. Aylward, T. Findlay, A. G. Blackman og L. R. Gahan, SI Chemical Data, 7. utgave, Wiley, Milton (2014)