

Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
Institutt for materialteknologi

TMT4115 Generell
kjemi
Høst 2019

Øving 3

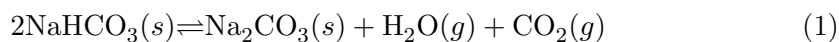
Veiledning: Tirsdag 1. oktober kl. 08:15-10:00 i S5.

Innleveringsfrist: Fredag 4. oktober kl. 10:15. Levering i hylle merket TMT4115 utenfor R7 eller på Blackboard. Tallsvar for noen av oppgavene er gitt til slutt i oppgavesettet.

Noen stikkord:

Norsk:	Engelsk:
proton-giver	proton donor
proton-mottager	proton acceptor
syre	acid
base	base
sur	acidic
basisk/alkalisk	alkaline
tilnærming	approximation
protonbalanse	proton balance
oksosyre	oxoacid
eddiksyre	acetic acid, ethanoic acid
melkesyre	lactic acid, 2-hydroxypropanoic acid
natriumsalt	sodium salt
egenprotolyse	self-ionization/autoprotolysis
forskjøvet til venstre/høyre	displaced to the left/right
syrestyrke	acid strength
maursyre	formic acid
etanol	ethanol

- 1 Natriumhydrogenkarbonat NaHCO_3 spaltes ved oppvarming etter reaksjonen



Likevektskonstanten er $K = 0.231$ ved 100°C . Hva er partialtrykket til CO_2 ved likevekt etter oppvarming til denne temperatauren?

Hvilken praktisk anvendelse ville denne reaksjonen kunne ha?

- 2 Skriv balanserte ligninger for dissosiasjonen av

- a) perklorsyre (klor(VII)syre) i vann,
- b) propansyre ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) i vann og

c) ammoniumionet i vann.

3 Avgjør om de flg. syrene er sterke eller svake. Skriv opp massevirkningsloven for dissosiasjonen av de syrene du vurderer som svake.

a) HBr

b) HCl

c) HCN

d) H_3PO_4

4 Avgjør om det flg. forbindelsene er en sterk syre, en svak syre, en sterk base eller en svak base:

i. HNO_2

ii. HNO_3

iii. CH_3NH_2

iv. NaOH

v. NH_3

vi. HF

vii. $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$

viii. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ix. H_2SO_4

5 Ranger flg. forbindelser fra den svakeste basen til den sterkeste: NO_3^- , H_2O , OCl^- og NH_3

6 Basert på vurderinger av relativ syrestyrke, hva vil skje om

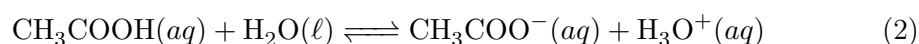
a) HI tilsettes en løsning av $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$?

b) H_2S tilsettes en løsning av $\text{CN}^-(\text{aq})$?

c) HCOOH tilsettes en løsning av $\text{Cl}^-(\text{aq})$?

Skriv reaksjonsligninger og identifiser de korresponderende syre-baseparene for hver reaksjon.

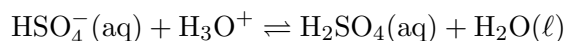
7 Betrakt dissosiasjonen av eddiksyre (CH_3COOH) i vann,



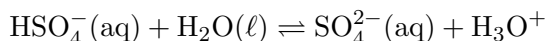
a) Hvilke to baser konkurrerer om protonet?

- b) Hvilken av disse er den sterkeste basen?
- c) I lys av punkt (b), hvorfor klassifiserer vi acetationet CH_3COO^- som en svak base?

- 8 a) Hydrogensulfat-ionet HSO_4^- kan inngå i de to flg reaksjonene i vann,



og



I hvilken av disse reaksjonene er HSO_4^- en syre og i hvilken er den en base?

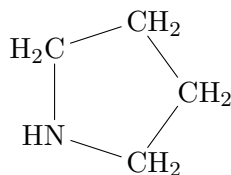
- b) Identifiser Brøsted-Lowrysyren og dens korresponderende base i flg reaksjoner:

1. $\text{HNO}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$
2. $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HS}^-(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$
3. $\text{HF}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{F}^-(\text{aq})$

- c) **Dette delspørsmålet er frivillig, og besvarelse kreves ikke inlevert for godkjenning av øvingen.** Skriv en (balansert) reaksjonsligning for reaksjonen mellom eddiksyre (CH_3COOH) og ammoniakk (NH_3) i vandig løsning. Avgjør hvilke specier som reagerer som syrer. Hvilken av de to basene som er til stede etter at likevekt har inntrådt er den svakeste?

- 9 a) Hva er $[\text{H}^+]$ i en vandig løsning når $\text{pH} = 1.5$?
- b) Hva er pH i en 0.01 mol/l M HCl-løsning?
- c) Hva er pOH i en 0.01 mol/l NaOH-løsning?
- d) Hva er pH i en 0.01 mol/l NaOH-løsning?
- e) Hva er pH i en 0.01 mol/l NaCl-løsning?
- f) Hva er likevektsreaksjonen for vannets egenspalting?
- g) Hva er pH og $[\text{H}^+]$ i en løsning som har $[\text{OH}^-] = 3 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- h) Hva er likevektsreaksjonen for spalting av eddiksyre i vann? (Eddiksyre = HAc)
- i) Hva er uttrykket for likevektskonstanten for spalting av eddiksyre i vann?
- j) Hva er verdien for likevektskonstanten for spalting av eddiksyre?
- k) Hva er K_a hvis $\text{p}K_a = 3$? Hva er K_a hvis $\text{p}K_a = -4$?
- l) Hva er pH for en løsning hvor konsentrasjonen av eddiksyre (HAc) og acetationer (Ac^-) begge er 0.1 mol/l? Hva er pH hvis begge konsentrasjonene er 0.001689 mol/l?
- m) Hva er pH i en 0.1 mol/l løsning av eddiksyre i vann?
- n) Hva påvirkes mest av pH, K_w eller K_a ?

- 10 I en løsning av basen pyrrolidin



med konsentrasjon $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ er pH funnet å være 10.82. Hva er dissosiasjonskonstanten K_b for pyrrolidin?

- 11 Sett opp protonbalanser **PB** for flg. løsninger:

- En vandig løsning av NaCl.
- En vandig løsning av HCl.
- En vandig løsning av maursyre HCOOH.
- En vandig løsning av eddiksyre HAc og natriumacetat NaAc.
- En vandig løsning av svovelsyre H_2SO_4 .

Ekstraoppgaver om du får tid:

- 12 Melkesyre, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ (2-hydroxypropionsyre, HA), er en enprotisk organisk syre. Dissosiasjonskonstanten for melkesyre finner du i SI Chemical Data, Table 6a under Carboxylic acids i eldre utgaver og i Section 4, tabell 25 under “Carboxylic acids” i siste utgave [1] [se etter “2-hydroxypropanoic acid (lactic acid)”].

- Beregn pH i 0.1 mol/l melkesyre.
- Anta at pH er bestemt ved tilsats av en annen syre eller en base. Beregn nå $[\text{HA}]$ og $[\text{A}^-]$ for $\text{pH} = \text{pK}_a$ og $\text{pH} = \text{pK}_a \pm 0.5$.

- 13 I *protiske* løsningsmidler inngår hydrogen i sterkt polarisert bindinger, og egenprotolyse vil alltid, ihvertfall i prinsippet, kunne forekomme. Egenprotolysen vil da kunne skrives



og en kan definere pH som for vann, dvs som

$$\text{pH} = -\log a_{\text{LH}_2^+} \quad (4)$$

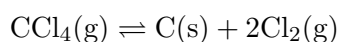
- Hva er pH i maursyre $\text{HCOOH}(\ell)$? Dissosiasjonskonstanten er gitt ved $\text{pK}_L = \text{pK}_f = 6.2$
- pH i etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ er 9.8. Hva er dissosiasjonskonstanten for etanol?

Temperatur °C	K_w
0	1.14×10^{-15}
25	1.00×10^{-14}
35	2.09×10^{-14}
40	2.92×10^{-14}
50	5.47×10^{-14}

Tabell 1: Dissosiasjonskonstanten for vannets egenprotolyse ved forskjellige temperaturer i temperaturområdet 0 °C – 50 °C.

- 14 Dissosiasjonskonstanten til vann er temperaturavhengig og har verdier som funksjon av temperatur som gitt i Tabell 1
- Er selvdissosiasjonen til vann en eksoterm eller endoterm prosess?
 - Hva er pH i rent vann ved 50 °C?
 - Lag en grafisk framstilling av $\ln K_w$ mot $1/T$. Estimer K_w ved 37 °C (kroppstemperatur).
 - Hva er pH i en nøytral løsning ved 37 °C?

- 15 Ved 700 °C er likevektskonstanten $K = 0.76$ for reaksjonen



Beregn hvilket utgangstrykk av $\text{CCl}_4(\text{g})$ vi må ha for å få et totaltrykk på 1.20 atm ved likevekt ved 700 °C.

- 16 a) Når en tar logaritmen til et tall K skal en inkludere et antall desimaler lik antallet signifikante sifre i K . Altså skal $\log K$ oppgis med et antall desimaler lik antallet signifikante sifre i K . Hva er

$$\log(56.5)?$$

- b) Antilogaritmen til $\log K$, dvs K , skal oppgis med et antall signifikante sifre lik antall desimaler i $\log K$. Hva er

$$\log^{-1}\left(\frac{-8380}{8.314 \times 373}\right) = 10^{\frac{-8380}{8.314 \times 373}}?$$

Tall svar:

Oppgave 1: 49 kPa

Oppgave 9: (a) $3 \times 10^2 \text{ mol dm}^{-3}$ (b) $\text{pH} = 2$ (c) $\text{pOH} = 2$ (d) $\text{pH} = 12$ (e) $\text{pH} = 7$ (g) $3.3 \times 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$, $\text{pH} = 12.5$ (l) $\text{pH} = 4.76$ (m) $\text{pH} = 2.88$

Oppgave 10:

Oppgave 12: (a) $\text{pH} = 2.43$

Oppgave 13 (a) $\text{pH} = 3.1$ (b) $\text{pH} = 9.8$

Referanser

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