

Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet
Institutt for materialteknologi

TMT4115 Generell
kjemi
Høst 2019

Øving 6

Veiledning: Tirsdag 22. oktober kl. 08:15-10:00 i S5.

Veiledning: Tirsdag 22. oktober kl. 08:15-10:00 i S5.

Innleveringsfrist: Fredag 25. oktober kl. 10:15. Levering i hylle merket TMT4115 utenfor R7.

Noen stikkord:

Norsk:	Engelsk:
fellesion	common ion
saltsyre	hydrochloric acid
titrering	titration
ekvivalenspunkt	equivalence point
omslagspunkt/endepunkt	end point
løselighet	solubility
mettet	saturated
tetthet	density
utfelling	precipitation
bunnfall	precipitate
løselighetsprodukt	solubility product

- 1 a) Beregn prosentvis dissosiasjon av HF i en løsning av 0.25 mol/l HF.
b) Beregn prosentvis dissosiasjon av HF i en løsning av 0.25 mol/l HF og 0.25 mol/l NaF.

- 2¹
a) 100 ml 0.1 mol/l saltsyre HCl titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH før tilsats av NaOH?
b) 100 ml 0.1 mol/l saltsyre HCl titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH når 30 ml NaOH er tilsatt?
c) 100 ml 0.1 mol/l saltsyre HCl titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH ved ekvivalenspunktet?
d) 100 ml 0.1 mol/l saltsyre HCl titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH når 200 ml NaOH er tilsatt?

¹I denne oppgaven er det ikke meningen at du skal utlede alle resultatene. Det er fullt lov å bruke ligninger som du finner i lærebøkene.

- e) 100 ml 0.1 mol/l eddiksyre $\text{C}_2\text{H}_3\text{OOH}$ titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH når 50 ml NaOH er tilsatt?
- f) 100 ml 0.1 mol/l eddiksyre $\text{C}_2\text{H}_3\text{OOH}$ titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH ved ekvivalenspunktet?
- g) 100 ml 0.1 mol/l oksalsyre $(\text{COOH})_2$ titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH ved første ekvivalenspunkt? Du kan benytte formelen (6) i oppgave 8 nedenfor.
- h) 100 ml 0.1 mol/l oksalsyre $(\text{COOH})_2$ titreres med 0.1 mol/l NaOH. Hva er pH ved andre ekvivalenspunkt?

3 Hvilken forbindelse har høyest løselighet i vann av AgCl(s) og $\text{Ag}_2\text{CrO}_4\text{(s)}$?

4 Hvilken av følgende mettede løsninger har høyest konsentrasjon av Mg^{2+} ? Se bort fra hydrolysereaksjoner i denne oppgaven.

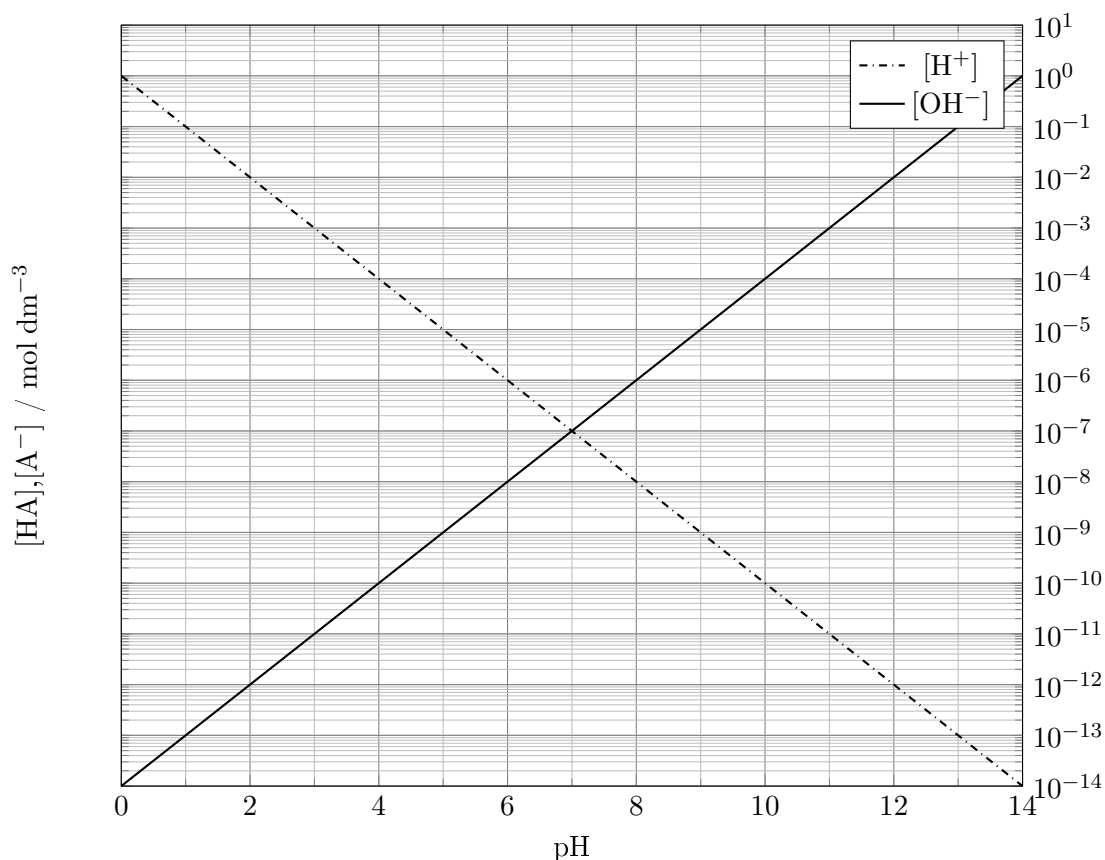
1. MgCO_3 , $K_{sp} = 2.0 \cdot 10^{-5}$
2. MgF_2 , $K_{sp} = 3.7 \cdot 10^{-8}$
3. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $K_{sp} = 2.1 \cdot 10^{-25}$

5 Beregn pH i en 0.01 mol L^{-1} løsning av propansyre ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) ved 298 K. Bruk grafisk løsningsmetode. Du kan bruke skjemaet nedenfor eller skjema lagt ut i Blackboard. Du må selv tegne opp kurvene for konsentrasjonene til A^- og HA . Følg oppskriften i "Vandige likevekter" [4, s. 13].²

- 6
- a) Foreslå en egnet indikator for titrering av 40 ml av en 0.2 mol dm^{-3} perklorsyreløsning (HClO_4) med 0.1 mol dm^{-3} KOH. En oversikt over indikatorer finner du i læreboken s. 806 [1] og i SI Chemical Data [3, Tabell 40 s. 143].
 - b) Foreslå en egnet indikator for titrering av 100 ml 0.2 mol dm^{-3} eddiksyre, CH_3COOH , med 0.1 mol dm^{-3} KOH.

²Det er også mulig å benytte koden *Acid.py* lagt ut på Blackboard. Gjør i så fall rede for hvordan du har benyttet figuren for å finne pH.

Logaritmisk diagram for grafisk beregning av pH i svak syre

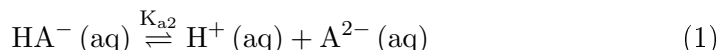


- 7 Såkalt hardt vann inneholder Mg^{2+} - og Ca^{2+} -ioner. Disse ionene fører nedsatt virkning av vaskemidler, og det er av interesse å fjerne dem gjennom utfelling av kalsium- og magnesiumsalt, s. k. bløtgjøring. En kan f. eks. tilsette Na_2CO_3 (soda) til vannet og håpe på å fjerne kalsium- og magnesiumionene ved å felle dem ut som karbonater. Hvordan vil muligheten for å gjøre dette avhenge av pH? Med andre ord, hvorfor tilsetter en soda først etter at en har tilsatt base dersom en skal felle ut disse ionene i en kvalitativ analyse?

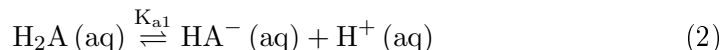
Ekstraoppgaver om tiden strekker til:

- 8 *Hint:* Du vil finne mange av trinnene du trenger nedenfor i lærebøkene [1, 2, 4].
- Tenk deg at du titrerer en toprotisk syre, H_2A , med en sterk base. Hva er det dominerende specie i løsningen (dvs det som bestemmer pH) før tilsats av base? H_2A , HA^- eller A^{2-} ?
 - Hva er det dominerende specie i løsningen ved første omslags-/ekvivalenspunkt? H_2A , HA^- eller A^{2-} ?
 - Hva er den dominerende likevekten ved første ekvivalenspunkt? Husk at HA^- kan være både en base og en syre. (Vi kaller slike forbindelser for *amfolytter*.)

d) Vis vha likevektetene



og



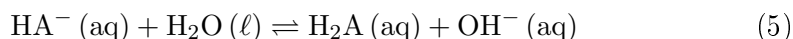
at reaksjonen



har likevektskonstant

$$K = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} \quad (4)$$

Hvilken av likevektene i ligning (1), (3) og (5) vil være den dominerende ved første ekvivalenspunkt?



e) Vis vha massevirkningslovene for reaksjonene (2) og (3) at ved første ekvivalenspunkt er pH gitt ved

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}) \quad (6)$$

9 a) Vis at sammenhengen mellom protonkonsentrasjon og likevektskonstant for syren HA, K_a , er gitt ved

$$K_a = \frac{[\text{H}^{+}] \left([\text{Na}^{+}] + [\text{H}^{+}] - \frac{K_w}{[\text{H}^{+}]} \right)}{[\text{HA}]_T - [\text{H}^{+}] + \frac{K_w}{[\text{H}^{+}]}} \quad (7)$$

når løsningen også inneholder et salt NaA med konsentrasjon $[\text{NaA}] = [\text{Na}^{+}]$. Syrens konsentrasjon er $[\text{HA}]_T$.

b) Beregn pH i en buffer bestående av $3.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{HOCl(aq)}$ og $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{NaOCl(aq)}$ ved 298 K. Sammenlign resultatet med resultatet fra Henderson-Hasselbalch-ligningen (bufferligningen).

c) Beregn pH i en 0.01 mol L^{-1} løsning av propansyre ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) ved 298 K. Bruk grafisk løsningsmetode.

10 Lag en kode i MatlabTM, Python eller et annet egnet programmeringssystem/språk som regner ut og plotter pH som funksjon av tilsatt titrant-volum under titrering av en sterk syre med en sterk base. Anta at den sterke syren har konsentrasjon 0.2 mol dm^{-3} og basen (titranten) 0.1 mol dm^{-3} .

Tall svar:

Oppg. 1 (a) 5% (b) 0.27%; Oppg. 2 (a) 1 (b) 1.27 (c) 7 (d) 12.52 (e) 4.76 (f) 8.73 (g) 2.76 (h) 8.4; Oppg. 5: 3.4

Referanser

- [1] Ralph H. Petrucci, F. Geoffrey Herring, Jeffrey D. Madura, og Carey Bissonette, General Chemistry, 11. utgave, Pearson Toronto, (2011)
- [2] Steven S. Zumdahl and Donald J. DeCoste, Chemical Principles, 7. utgave, Brooks Cole, (2013), kap. 4, 7 og 8
- [3] G. Aylward, T. Findlay, A. G. Blackman og L. R. Gahan, SI Chemical Data, 7. utgave, Wiley, Milton (2014)
- [4] S. Sunde, "Vandige likevekter", Forelesningsnotat TMT4115, NTNU (2017)