

## Øving 4. Løsningsforslag.

1.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
2. Konsentrasjon av  $\text{OH}^-$  -ioner.
3. mol/L, men enhetene inngår ikke i uttrykket.
4.  $K = [\text{H}^+][\text{OH}^-]/X(\text{H}_2\text{O}) = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$   
Vann går inn med molbrøk, ikke med konsentrasjon. Fordi vannet normalt er nokså rent, og molvekten av vann er så liten, blir normalt molbrøken  $X(\text{H}_2\text{O}) \approx 1$  og kan utelates.
5.  $K = K_w = 10^{-14}$ . Likevektskonstanter er dimensjonsløse
6.  $[\text{H}^+] = 10^{-10}$  mol/L. Beregningen gir svar uten enhet, men konsentrasjonen er i mol/L.
7.  $10^{-14}$ .
8.  $10^{-7}$ . Nei. Det er bare ved pH7 at de konsentrasjonene er like.
9. Verken  $[\text{H}^+]$  eller  $[\text{OH}^-]$  kan være null, for da må den andre være uendelig. Så lenge det finnes vann, finnes både  $\text{H}^+$  og  $\text{OH}^-$ . Men hvis det ikke er vann til stede, for eksempel i en ørken, da er både  $[\text{H}^+]$  og  $[\text{OH}^-] = 0$ . Vi har heller ikke noen pH uten vann.
10. Vannet er nøytralt.  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$
11. Antall vannmolekyler i 1 L er  $1000\text{g}/(18 \text{ g/mol}) = 55,6$  mol.  
I rent vann er  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ , hvilket betyr at  $10^{-7}$  mol vannmolekyler er spaltet.  
 $10^{-7}/55,6 = 1,8 \cdot 10^{-9} \rightarrow$  Omtrent 2 av en milliard vannmolekyler er spaltet.
12.  $[\text{H}^+] = 10^{-9}$ .  $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$ .
13. 5 og 8.
14. 9 og 6.
15. 5.
16.  $[\text{OH}^-] = 10^{-3}$  mol/0,1L = 0,01 M. pH = 12.
17. 14. Her er  $[\text{H}^+] = 10^{-14}$ .
18. 7. Man tilfører  $10^{-14}$  mol  $\text{H}^+$  per L, men det kommer i tillegg til de  $10^{-7}$  mol/L som er der fra før. Man kan ikke gjøre en løsning basisk ved å tilsette syre. Sammenlign oppgave 17.
19. 7. Da har man fremdeles rent vann.
20.  $[\text{H}^+] = 1$  gir pH = 0. pH = 1 gir  $[\text{H}^+] = 10^{-1} = 0,1$
21.  $[\text{H}^+] = 0$  er umulig hvis det er vann til stede.  $[\text{H}^+] = 1$  når pH = 0.
22.  $\text{X}^-$  (ladningen MÅ være med!)
23.  $\text{HX} \rightarrow \text{H}^+ + \text{X}^-$
24.  $K = K_a = [\text{H}^+][\text{X}^-]/[\text{HX}]$ . Merk:  $[\text{HX}]$  må være med, den kan ikke strykes!
25.  $[\text{H}^+][\text{X}^-]/[\text{HX}] = K_a = 10^{-5,3} \cdot 10^{-3} / 0,1 = 10^{-8,3} / 0,1 = 10^{-7,3}$ . ( $\text{p}K_a = 7,3$ )
26.  $[\text{H}^+][\text{X}^-]/[\text{HX}] = K_a \rightarrow [\text{H}^+] = K_a \cdot [\text{HX}]/[\text{X}^-] = 10^{-7,3} \cdot 0,1/10^{-4} = 10^{-4,3} \rightarrow \text{pH} = 4,3$
27. SI har ikke egen informasjon om basene, man må se på de korresponderende syrene.
28.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_3^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{OH}^-$  I en syre/base-likevekt spaltes 1 – og alltid bare én –  $\text{H}^+$ . Noen syrer kan spalte av flere  $\text{H}^+$ , men da er en likevekt for hver  $\text{H}^+$ .
29.  $\text{HF}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$   
Merk I: Man skal bare legge til én  $\text{H}^+$  for å finne korresponderende syre, aldri flere.  
Merk II:  $\text{NH}_4^+$  er en syre, men vil flytte ikke H-atomene fram i formelen. Det er om det er syre eller base som nøytralt molekyl som bestemmer hvor H-ene skal stå i formelen.  
Merk også at  $\text{NH}_4^+$  bare gir fra seg ett  $\text{H}^+$ . Det kan man se av to forhold: 1)  $\text{NH}_3$  skrives ikke med H først, så den er ikke en syre. 2) Det er bare gitt én  $\text{p}K_a$ -verdi for  $\text{NH}_4^+$  i SI.
30.  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$  Merk: I organisk kjemi står  $\text{H}^+$ -atomet sist i formelen.
31.  $K = [\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]/[\text{CH}_3\text{COOH}] = K_a = 10^{-4,76}$  ( $K_a = 10^{-\text{p}K_a}$ ,  $\text{p}K_a = 4,76$ )
32.  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1 \rightarrow [\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]/[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{H}^+] = K_a$ .  
 $\rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a = 4,76$ .
33. Samme som ovenfor.  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$  og kan forkortes mot hverandre.

34.  $[H^+][CH_3COO^-]/[CH_3COOH] = K_a$   
 $\rightarrow [CH_3COO^-] = K_a [CH_3COOH]/[H^+] = 10^{-4,76} \times 1/10^{-5} = 10^{0,24}$
35.  $[H^+][CH_3COO^-]/[CH_3COOH] = K_a \rightarrow [CH_3COOH] = [H^+][CH_3COO^-]/K_a$   
 $[OH^-] = 10^{-7} \text{ mol/L} \rightarrow [H^+] = 10^{-7} \rightarrow [CH_3COOH] = 10^{-7} \cdot 1/10^{-4,76} = 10^{-2,24}$ .
36. Ammonium ( $NH_4^+$ ).
37. Ammoniak er ikke en syre, det er ammonium-ionet som er syren og som spaltes:  
 $NH_4^+$  (syre)  $\rightarrow H^+ + NH_3$  (base)
38.  $K_a = [H^+][NH_3]/[NH_4^+] = 10^{-9,24}$ .  $K_a$  er for syre/base-likevekter, og omhandler likevekten mellom syren og dens korresponderende base. Det gir derfor ingen mening å ha separate konstanter for syren og basen. (Det finnes en  $K_b$ , for en annen likevekt mellom samme stoffene. Det er derfor feil å tenke at  $K_a$  gjelder syren og  $K_b$  gjelder basen.)
39.  $[H^+][NH_3]/[NH_4^+] = 10^{-9,24} \rightarrow [H^+] = 10^{-9,24} \cdot [NH_4^+]/[NH_3] = 10^{-9,24} \cdot 10^{-3}/0,01 = 10^{-10,24}$   
 $\rightarrow \text{pH} = 10,24$
40.  $[H^+][NH_3]/[NH_4^+] = 10^{-9,24} \rightarrow [NH_3]/[NH_4^+] = 10^{-9,24} / [H^+] = 10^{-9,24} / 10^{-7} = 10^{-2,24}$ .  
 Du må vite  $K_a$  og pH
41. Du trenger kun pH og  $K_a$ , de andre konsentrasjonene har ingen ting å si.
42.  $[H^+][NH_3]/[NH_4^+] = 10^{-9,24}$ ,  $[NH_3] = [NH_4^+] \rightarrow [H^+] \cdot 1 = 10^{-9,24} \rightarrow [H^+] = K_a \rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a = 9,24$  (Obs:  $\text{pH} = \text{p}K_a$  gjelder IKKE generelt, bare når  $[\text{syre}] = [\text{base}]$ )
43.  $HCN \rightarrow H^+ + CN^-$ ;  
 $K_a = [H^+][CN^-]/[HCN] = 10^{-9,21}$
44.  $H_2S \rightarrow H^+ + HS^-$   
 $HS^- \rightarrow H^+ + S_2^-$
45.  $K_{a,1} = [H^+][HS^-]/[H_2S] = 10^{-7,02}$ .  $K_{a,2} = [H^+][S^{2-}]/[HS^-] = 10^{-13,9}$ .
46. Begge gjelder alltid og kan alltid brukes, det er bare spørsmål om hvilke informasjonen du har. Eks: Hvis du kjenner pH og  $[H_2S]$ , kan du regne ut  $[HS^-]$  med  $K_{a,1}$ , og så bruke denne til å regne ut  $[S^{2-}]$  med  $K_{a,2}$ .
47.  $[X^+] = [Y^-] = 10^{-4}$  betyr at det er  $10^{-4} \text{ M } X^+$  og  $10^{-4} \text{ M } Y^-$  løst i vannet. Det betyr igjen at for hver L løsning må  $10^{-4} \text{ mol } XY$  ha løst seg opp. Løseligheten er dermed  $10^{-4} \text{ M}$ .  $XY$  på bunnen er ikke løst opp. Ingen ting er løst som  $XY$ , bare som  $X^+$  og  $Y^-$ .
48.  $AgCl \rightarrow Ag^+ + Cl^-$  (NB! Vann inngår ikke i reaksjonen)
49.  $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]/[AgCl] = [Ag^+][Cl^-]$
50.  $1,8 \cdot 10^{-10}$
51.  $1,8 \cdot 10^{-9}$ . Sjekk:  $[Ag^+][Cl^-] = 1,8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1 = 1,8 \cdot 10^{-10} = K_{sp}$
52. Hvert  $AgCl$  som løses gir ett ion av hver, løseligheten =  $[Ag^+] = [Cl^-] = X \rightarrow$   
 $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = X^2 = 1,8 \cdot 10^{-10} \rightarrow X \approx 1,4 \cdot 10^{-5}$ . Dvs. løseligheten er  $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ . (Tallet stemmer ikke helt med tallet i oppgave 48, men der står det ingen ting om temperaturen)
53. Samme metode og svar som i oppgave 51.
54. I  $0,1 \text{ M } HCl$  og i  $0,1 \text{ M } NaCl$  er  $[Cl^-] = 0,1 \text{ M}$ , så svaret blir det same.
55.  $PbCl_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2 Cl^-$ ;  $PbSO_4 \rightarrow Pb^{2+} + SO_4^{2-}$ ;  $Na_2SO_4 \rightarrow 2 Na^+ + SO_4^{2-}$ ;
56.  $K_{sp} = [Pb^{2+}] [Cl^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$ .  
 Husk at 2-tallet for  $Cl^-$  bare kommer som eksponent i  $K_{sp}$ -uttrykket, ingen andre steder!  
 $K_{sp} = [Pb^{2+}] [SO_4^{2-}] = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .  
 $K_{sp} = [Na^+]^2 [SO_4^{2-}]$ . Ingen  $K_{sp}$ -verdi, saltet er lett-løselig.
57.  $K_{sp} = [Pb^{2+}] [Cl^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5} \rightarrow [Pb^{2+}] = K_{sp} / [Cl^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5} / (0,1)^2 = 1,7 \cdot 10^{-3}$