

Øving 4. Løsningsforslag.

1. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
2. Konsentrasjon av 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 H^+ og 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 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. 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. Cl^- , NO_3^- , N_3^- , HSO_4^- , SO_4^{2-} , NH_3 , OH^- I en syre/base-likevekt spaltes 1 – og alltid bare én – H^+ . Noen syrer kan spalte av flere H^+ , men da er en likevekt for hver H^+ .
29. HF , HCN , H_3PO_4 , HPO_4^{2-} , NH_4^+ , H_3O^+
Merk I: Man skal bare legge til én H^+ for å finne korresponderende syre, aldri flere.
Merk II: 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 NH_4^+ bare gir fra seg ett H^+ . Det kan man se av to forhold: 1) 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 NH_4^+ i SI.
30. $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ Merk: I organisk kjemi står 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. Ammoniakk 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. $\text{HCN} \rightarrow H^+ + \text{CN}^-$;
 $K_a = [H^+][\text{CN}^-]/[\text{HCN}] = 10^{-9,21}$
44. $\text{H}_2\text{S} \rightarrow H^+ + \text{HS}^-$
 $\text{HS}^- \rightarrow H^+ + \text{S}_2^-$
45. $K_{a,1} = [H^+][\text{HS}^-]/[\text{H}_2\text{S}] = 10^{-7,02}$. $K_{a,2} = [H^+][\text{S}_2^-]/[\text{HS}^-] = 10^{-13,9}$.
46. Begge gjelder alltid og kan alltid brukes, det er bare spørsmål om hvilke informasjonen du har. Eks: Hvis du kjenner pH og $[\text{H}_2\text{S}]$, kan du regne ut $[\text{HS}^-]$ med $K_{a,1}$, og så bruke denne til å regne ut $[\text{S}_2^-]$ 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} M . XY på bunnen er ikke løst opp. Ingen ting er løst som XY , bare som X^+ og Y^- .
48. $\text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ (NB! Vann inngår ikke i reaksjonen)
49. $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]/[\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$
50. $1,8 \cdot 10^{-10}$
51. $1,8 \cdot 10^{-9}$. Sjekk: $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1 = 1,8 \cdot 10^{-10} = K_{sp}$
52. Hvert AgCl som løses gir ett ion av hver, løseligheten = $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = X \rightarrow$
 $K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = X^2 = 1,8 \cdot 10^{-10} \rightarrow X \approx 1,4 \cdot 10^{-5}$. 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 $[\text{Cl}^-] = 0,1 \text{ M}$, så svaret blir det same.
55. $\text{PbCl}_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$; $\text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$;
56. $K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$.
 Husk at 2-tallet for Cl^- bare kommer som eksponent i K_{sp} -uttrykket, ingen andre steder!
 $K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 1,6 \cdot 10^{-8}$.
 $K_{sp} = [\text{Na}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}]$. Ingen K_{sp} -verdi, saltet er lett-løselig.
57. $K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5} \rightarrow [\text{Pb}^{2+}] = K_{sp} / [\text{Cl}^-]^2 = 1,7 \cdot 10^{-5} / (0,1)^2 = 1,7 \cdot 10^{-3}$