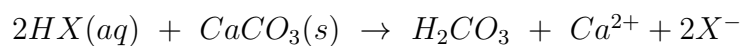
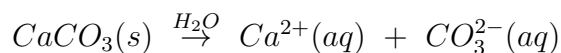


Bac 2014 Uppgift A1

Simon Freiermuth
simon@freiermuth.org

16 April, 2020

- a) En **stark** enprotonig syra HX , är i fast form vid $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Syran är den enda sura beståndsdel i ett avkalkningsmedel för kaffemaskiner. Antag att kalkavlagringarna i kaffemaskinen består av $CaCO_3(s)$, och ange ekvationen för reaktionen som kan observeras när avkalkaren gör sitt jobb.



- b) En kommersiell avkalkningsprodukt innehåller 91.0% HX (massprocent).

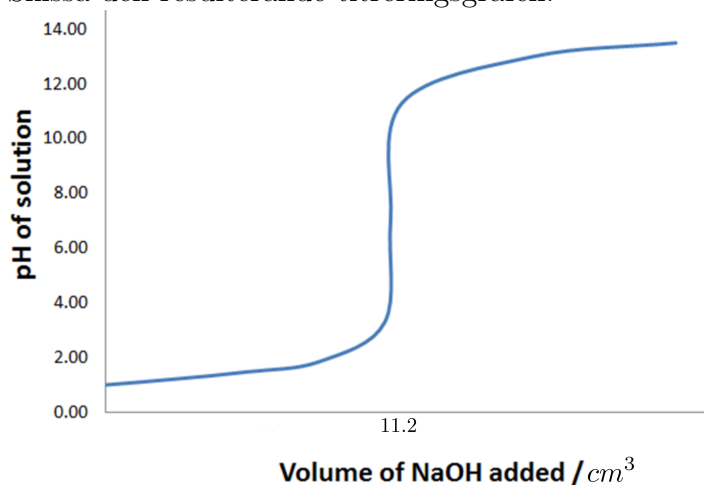
För att kunna bestämma molmassan löser man upp 3.00 g av avkalkaren i $5.00 \times 10^{-1} \text{ dm}^3$ destillerat vatten. Ett prov på 20.0 cm^3 titreras med en natriumhydroxid-lösning, $NaOH(aq)$. Lösningens pH antecknas samtidigt som den tillsatta basens volym, V_b , stiger progressivt.

Den resulterande graphen, $pH = f(V_b)$ gav följande information:

$$pH = 1.25 \text{ när } V_b = 0.00 \text{ cm}^3$$

$$pH = 7.00 \text{ när } V_b = 11.2 \text{ cm}^3$$

- i. Skissa den resulterande titreringsgraf.



- ii. Visa med hjälp av en uträkning att den initiala koncentrationen av syran är $5.62 * 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$$pH = -\log([H^+])$$

$$C_{init}(HX) = 10^{-1.25} = 5.62 * 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

Eftersom syran är stark dissocieras den fullständigt: $[H^+] = C_{init}(HX)$

- iii. Beräkna molmassan av syran HX .

$$n = C * V$$

$$n(HX) = 10^{-1.25} * 0.5 = 0.028117 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow M = \frac{m}{n}$$

$$m(HX) = m(\text{Avkalkare}) * 0.91$$

$$m(HX) = 3.00 * 0.91 = 2.73 \text{ g}$$

$$M(HX) = \frac{2.73}{0.028117} = 97.0942845965 \text{ g/mol}$$

- iv. Beräkna koncentrationen av $NaOH(aq)$



$$V_{eq}(NaOH(aq)) = 11.2 \text{ cm}^3$$

$$n_{init}(HX) = n_{eq}(OH^-)$$

$$n_{init}(HX) = 10^{-1.25} * 0.02 = 0.0011247 \text{ mol}$$

$$n_{eq}(OH^-) = 1.13 * 10^{-3} \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V}$$

$$C(OH^-) = \frac{1.13 * 10^{-3}}{0.0112} = 0.01 \text{ mol/dm}^3$$

- v. Hitta molekylformeln för syran HX .

Fler experiment har genomförts för att bestämma den procentuella sammansättningen av massan av varje element i syran HX . Följande resultat har noterats:

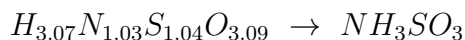
H : 3.10%, N : 14.4%, S : 33.3%, O : 49.5%

Vi utgår ifrån 100g

	H	N	S	O
Massprocent	3.10%	14.4%	33.3%	49.5%
Antal g	3.10 g	14.4 g	33.3 g	49.5 g
Antal mol	$\frac{3.10}{1.01} = 3.07$	$\frac{14.4}{14.0} = 1.03$	$\frac{33.3}{32.1} = 1.04$	$\frac{49.5}{16.0} = 3.09$

1

¹Givet: $K_w = 1.00 * 10^{-14}$
Molmassa (i $g * mol^{-1}$):
 H : 1.01; O : 16.0; N : 14.0; S : 32.1



$$M_{empirisk}(NH_3SO_3) = 14 + 3 * 1 + 32 + 3 * 16 = 97 \text{ g/mol}$$

$M(HX) = 97 \text{ g/mol} : \rightarrow NH_3SO_3$ är den riktiga molekylformeln.

- c) Ett annat avkalkningsmedel är en enprotonig syra, HY . Den har studerats med en liknande metod.

Man löser 3.00 g rent HY i $5.00 * 10^{-1} \text{ dm}^3$ destillerat vatten. 20.0 cm^3 av den här lösningen titrerades med en lösning av natriumhydroxid, $NaOH(aq)$. pH mättes i jämna intervall samtidigt som basen tillsattes. En graph plottades: $f(V_b) = pH$.

Den resulterande grafen visar att HY är en svag syra och gav följande information:

$$pH = 2.90 \text{ när } V_b = 0.00 \text{ cm}^3$$

$$pH \text{ vid halvekvivalenspunkten} : 4.80$$

- i. Beräkna den **initiala** koncentrationen av syran HY .

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

$$pH_{\frac{1}{2}eq} = pK_a$$

$$pK_a = 4.80$$

$$pH = -\log([H^+])$$

$$[H^+] = 10^{-2.90} \text{ mol/dm}^3$$

	$HY + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Y^-(aq)$		
I	x	—	—
C	$-10^{-2.90}$	$+10^{-2.90}$	$+10^{-2.90}$
E	$x - 10^{-2.90}$	$10^{-2.90}$	$10^{-2.90}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+(aq)] * [Y^-(aq)]}{[HY]}$$

$$10^{-4.80} = \frac{(10^{-2.90})^2}{x - 10^{-2.90}}$$

$$10^{-4.80} = \frac{10^{-2.90+(-2.90)}}{x - 10^{-2.90}}$$

$$x - 10^{-2.90} = \frac{10^{-5.80}}{10^{-4.80}}$$

$$x = 10^{-5.80-(-4.80)} + 10^{-2.90}$$

$$x = 0.1013 \text{ mol/dm}^3$$

- ii. Visa med beräkning att pH vid ekvivalenspunkten är 8.75, efter att man har lagt till $20.0 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}(aq)$.

$$n_{init}(HY) = C_{init}(HY) * V_{init}$$

$$n_{init}(HY) = 0.1013 * 0.02 = 0.002025 \text{ mol}$$

$$n_{init}(HY) = n_{eq}(Y^-)$$

$$C_{eq}(Y^-) = \frac{n_{eq}(Y^-)}{V_{eq}}$$

$$C_{eq}(Y^-) = \frac{0.002025}{0.04} = 0.050625 \text{ mol/dm}^3$$

ICE tabell i mol/dm^3

Volym: 0.04 dm^3	$Y^- + H_2O \rightleftharpoons OH^- + HY$		
I	0.050625	—	—
C	$-x$	$+x$	$+x$
E	$0.050625 - x$	x	x

$$K_a = 10^{-4.80}$$

$$K_b = 10^{-14} = 10^{-4.80}$$

$$K_b = \frac{[HY] * [OH^-]}{[Y^-]}$$

$$10^{-(14-4.80)} = \frac{x^2}{0.050625-x}$$

$$x = 5.6514 * 10^{-6} = [OH^-]$$

$$pOH = -\log([OH^-])$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - (-\log(5.6514 * 10^{-6})) = 8.75216$$

- iii. Beskriv hur titrergraphen med en stark syra och en stark bas skiljer sig ifrån en graf med en svag syra och en stark bas.

I en titrering med en stark syra och en stark bas finns ingen buffertzon. (se graf i uppgift A1, b), i.)

En titrering med en svag syra och en stark bas har en buffertzon, dvs man måste hålla på ett tag innan man plötsligt når jämnvikten.

Ekvivalenspunkten nås vid olika pH eftersom den svaga syrans konjugerande bas är en stark bas.

d) Båda syrorna HX , och HY kan användas i en buffertlösning när man blandar dem med en annan substans i vatten.

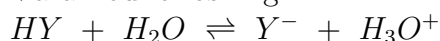
i. Visa hur det här kan uppnås med var och en av syrorna.

Har man HX , en stark syra, kan man lägga till den i en svag bas, då kommer allt HX reagera och den svaga basen bilda en svag konjugerande syra.

Har man HY , en svag syra, kan man lägga till en stark bas, då kommer en del av HY reagera och bilda den konjugerande basen Y^- .

ii. Visa med hjälp av två relevanta ekvationer hur en bufferlösning med HY kan buffra.

Våran bufferlösning:



Har man alltså 1 mol HY lägger man till 0.5 mol stark bas, och delar därmed upp antal mol HY i två delar, HY och Y^- .

Vi får då en jämvikt mellan HY och Y^- :

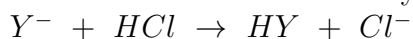
$$\frac{[Y^-]}{[HY]} \approx 1$$

Bufferverkan vid tillsats av bas:



Y^- är en svag bas. Lösningen kommer att bli lite mer basisk, men det kommer inte bli några dramatiska ändringar tills HY tar slut.

Bufferverkan vid tillsats av syra:



HY är en svag syra. Lösningen kommer att bli lite mer sur, men det kommer inte bli några dramatiska ändringar tills Y^- tar slut.