

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

Syror, baser och pH-värde – del 1:

1. Vad kännetecknar en syra resp. en bas och vad står BUSA-regeln för?

Svar:

Syror avger protoner och ger upphov till oxoniumjoner (H_3O^+) i vattenlösningar.

Baser tar upp protoner och ger upphov till hydroxidjoner (OH^-) i vattenlösningar.

BUSA = Baser Upptar - Syror Avger (och då avser man vätejoner/protoner).

2. Vad krävs för att ett ämne ska kunna vara en syra?

Svar:

- Måste innehålla minst en väteatom.
- Väteatomen (eller egentligen väteprotonen) måste sitta tillräckligt löst (t.ex. genom att den binder till en elektronegativ atom och/eller en atom med stor radie).
- Den negativa jon som bildas från syran måste vara tillräckligt stabil (så att den inte tar tillbaka protonen).

3. Vad krävs för att ett ämne ska kunna vara en bas?

Svar:

- Måste innehålla en atom med ett fritt elektronpar (som kan ta emot och binda protonen).
- Den protonbindande atomen måste ha relativt liten radie så att protonen attraheras tillräckligt mycket till det fria elektronparet.
- Många baser, men dock inte alla, innehåller en fullständig negativ laddning (t.ex. negativt laddade joner som karbonatjonen eller hydroxidjonen) vilket innebär att de blir extra bra på att attrahera en positivt laddad proton.

4. Vad menas med en protolysreaktion?

Svar:

En protolysreaktion är en kemisk reaktion som innebär att en eller flera protoner (H^+) avges av en syra och upptas av en bas (en protonöverföring sker alltså). När en syra har avgett en eller flera protoner säger man att den är *protolyserad* och när en bas har upptagit en eller flera protoner säger man att den är *protonerad*.

5. Vad är namnet på H_3O^+ resp. OH^- ?

Svar: Oxoniumjon resp. hydroxidjon.

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

6. Vad är skillnaden mellan starka resp. svaga syror?

Svar:

Starka syror: Dessa har stor förmåga att avge protoner/vätejoner och är fullständigt protolyserade i vattenlösningar, vilket innebär att alla syramolekyler avger sin proton/vätejon. Detta ger ett mycket lägre pH-värde jämfört med svaga syror (om konc. av syrorna är likvärdig).

Svaga syror: Dessa kan avge protoner, men är inte lika bra på det som starka syror. De protolyseras ofullständigt i vattenlösningar, vilket innebär att bara en mindre andel av syramolekylerna avger sin proton/vätejon. Detta ger en mindre pH-sänkning, och därmed högre pH-värde, jämfört med starka syror (om konc. av syrorna är likvärdig).

7. Vad är skillnaden mellan starka resp. svaga baser?

Svar:

Starka baser: Dessa har stor förmåga att uppta och hålla kvar protoner. Fullständigt protonerade i vattenlösningar vilket innebär att alla basmolekyler har upptagit en proton/vätejon. Detta ger ett högre pH-värde, jämfört med svaga baser (om konc. av baserna är likvärdig). Starka baser är mycket bra på att attrahera protoner p.g.a. en kombination av minst ett fritt elektronpar, liten radie och ofta en fullständig negativ laddning.

Svaga baser: Dessa kan uppta och hålla kvar protoner, men är inte lika bra på det som starka baser. Delvis protonerade i vattenlösningar, vilket innebär att bara en liten andel av basmolekylerna har upptagit en proton/vätejon. Detta ger ett lägre pH-värde, jämfört med starka baser (om konc. av baserna är likvärdig).

8. Skriv reaktionsformeln för väteklorids (HCl) protolys i vatten; alltså när HCl reagerar med H₂O. Vilken funktion har vattenmolekylen vid protolysen?

Svar:



Vattenmolekylen fungerar som en bas och tar upp protonen/vätejonen från väteklorid.

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

9. Skriv reaktionsformeln för ättiksyrans (CH_3COOH) protolys i vatten; alltså när CH_3COOH reagerar med H_2O .

Svar:



10. Vad menas med en sur lösning och vilka egenskaper har sura lösningar?

Svar:

Sura lösningar innehåller oxoniumjoner och har ett lågt pH-värde: Löser man en syra i vatten så frisätts protoner/vätejoner som ger upphov till oxoniumjoner och ett lågt pH-värde. Det låga pH-värdet innebär att det är en sur lösning.

Sura lösningar leder ström: Rena och vattenfria syror leder inte elektrisk ström. Det gör däremot vattenlösningar av syror. I dessa lösningar finns laddade partiklar i form av joner (H_3O^+ och negativa joner) som kan vandra i ett elektriskt fält. Ledningsförmågan påverkas av hur stark syran är (hur bra den är på att protolyseras och ge upphov till dessa joner) och i vilken koncentration den förekommer.

Syror och sura lösningar är starkt frätande: Många syror och sura lösningar är starkt frätande och/eller giftiga. Det är oxoniumjonerna (eller vätejonerna) som har dessa egenskaper, eftersom de kan reagera med olika ämnen på olika sätt.

Syror löser upp oädla metaller och ger upphov till vätgas: Läger man oädla metaller som magnesium, aluminium, järn eller zink i saltsyra så kommer dessa metaller lösas upp (bilda metalljoner som löser sig i vattnet) samtidigt som det bildas bubblor av vätgas.

Syror löser upp karbonatföreningar och ger upphov till koldioxid: Syror bildar koldioxid i reaktion med karbonatföreningar. Syror reagerar med karbonatjoner CO_3^{2-} så att dessa bildar gasen koldioxid, CO_2 . Därför kan man utnyttja syror till att avlägsna kalkbeläggningar, dvs. beläggningar av kalciumkarbonat CaCO_3 .

11. Vad menas med en basisk lösning och vilka egenskaper har basiska lösningar?

Svar:

Basiska lösningar innehåller hydroxidjoner som ger ett högt pH-värde: Löser man en bas i vatten så får man en basisk lösning. Lösningen är basisk eftersom den innehåller hydroxidjoner som ger ett högt pH-värde. Det är hydroxidjonerna (OH^-) som ger lösningen basiska egenskaper (högt pH-värde, känns hala/tvälliknande, leder ström, frätande etc.).

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

Basiska lösningar leder ström: Rena och vattenfria baser leder inte elektrisk ström. Det gör däremot vattenlösningar av baser. I dessa lösningar finns laddade partiklar i form av joner (t.ex. hydroxidjoner) som kan vandra i ett elektriskt fält. Ledningsförmågan påverkas av hur stark baser är (hur bra den är på att uppta protoner) och i vilken koncentration den förekommer.

Baser och basiska lösningar är starkt frätande: Många baser är starkt frätande och/eller giftiga. Om du får en bas på handen så känns den tvål, det beror på att basen löser upp fett i huden via basisk esterhydrolys så att det bildas fettsyror (ungefär samma som finns i tvål). På samma sätt används starka baser vid tvåltilverkning. Det är hydroxidjonerna som har den frätande (upplösande egenskapen). Hydroxidjonen kan reagera med olika ämnen på olika sätt. När du arbetar med baser ska du alltid bära skyddsglasögon, då baser otroligt snabbt kan förstöra ögonen, även i mindre koncentrationer.

Syror, baser och pH-värde – del 2:

12. Vad menas med pH-värde?

Svar:

pH är ett mått på oxoniumjonkoncentrationen, H_3O^+ , i en lösning (eller vätejonkoncentrationen, H^+) fast uttryckt på ett "smidigare sätt".

Ett lågt pH-värde motsvarar en hög koncentration av oxoniumjoner, medan ett högt pH-värde motsvarar en låg koncentration (skalan är alltså "bakvänd").

pH-skalan är logaritmisk vilket innebär att koncentrationen oxoniumjoner ökar (eller minskar) med 10 ggr för varje steg.

13. Vilket samband råder mellan $[H_3O^+]$ och $[OH^-]$ i följande lösningar:

a) En sur lösning

b) En neutral lösning

c) En basisk lösning

a) Svar: $[H_3O^+] > [OH^-]$

b) Svar: $[H_3O^+] = [OH^-]$

c) Svar: $[H_3O^+] < [OH^-]$

14. Ange vad som gäller för pH i följande lösningar:

a) En sur lösning

b) En neutral lösning

c) En basisk lösning

a) Svar: $pH < 7$

b) Svar: $pH = 7$

c) Svar: $pH > 7$

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

15. Beräkna koncentrationen av oxoniumjoner $[H_3O^+]$ i lösningar med följande pH-värden:

a) pH 1,5

b) pH 0,70

c) pH 0,01

a) Svar: 0,032 mol/dm³

b) Svar: 0,20 mol/dm³

c) Svar: 0,98 mol/dm³

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-1,5} \approx 0,032 \text{ mol/dm}^3$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-0,70} \approx 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-0,01} \approx 0,98 \text{ mol/dm}^3$$

16. Vilken oxoniumjonkoncentration har en salpetersyralösning ($HNO_{3(aq)}$) om pH = 4,10?

Svar: $7,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4,10} \approx 7,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Oxoniumjonkoncentrationen är $7,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

17. Beräkna pH i vattenlösningar av följande syror:

a) 0,10 mol/dm³ HCl

b) 1,0 mol/dm³ HNO₃

c) 0,10 mol/dm³ H₂SO₄

a) Svar: pH = 1

b) Svar: pH = 0

c) Svar: pH ≈ 0,70

$$[H_3O^+] = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(0,10)$$

$$pH = 1$$

$$[H_3O^+] = 1,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(1,0)$$

$$pH = 0$$

$$[H_3O^+] = 0,10 \cdot 2 = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(0,20)$$

$$pH \approx 0,70$$

OBS: Koncentrationen oxoniumjoner blir, efter den fullständiga protolysen, densamma som koncentrationen HCl, eftersom HCl är en stark enprotonig syra. 0,10 mol/dm³ HCl kommer därför ge upphov till 0,10 mol/dm³ H₃O⁺.



OBS: Koncentrationen oxoniumjoner blir, efter den fullständiga protolysen, densamma som koncentrationen HNO₃, eftersom HNO₃ är en stark enprotonig syra. 1,0 mol/dm³ HNO₃ kommer därför ge upphov till 1,0 mol/dm³ H₃O⁺.



OBS: Koncentrationen oxoniumjoner blir, efter den fullständiga protolysen, dubbelt så hög som koncentrationen H₂SO₄, eftersom H₂SO₄ är en stark tvåprotonig syra. 0,10 mol/dm³ H₂SO₄ kommer därför ge upphov till 0,20 mol/dm³ H₃O⁺.



FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

18. Vilken av syrorna HCl (saltsyra), HNO₃ (salpetersyra), H₂SO₄ (svavelsyra) och HAc (ättiksyra) ger upphov till högst pH-värde i en vattenlösning? Motivera ditt svar.

Svar:

Alla syror förutom ättiksyra är starka syror. Starka syror protolyseras fullständigt och ger därför upphov till ett mycket lågt pH-värde. Ättiksyra ger alltså upphov till högst pH-värde av dessa syror eftersom ättiksyran är svag och protolyseras ofullständigt.

19. I saften från en pressad apelsin var pH = 3,7. Hur stor var koncentrationen av oxoniumjoner i saften?

Svar:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

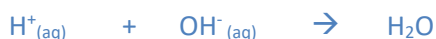
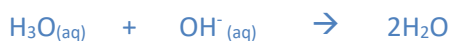
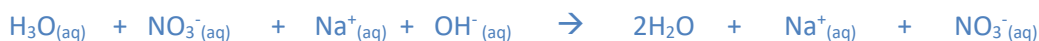
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,7} \approx 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Koncentrationen av oxoniumjoner var $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$.

20. Du har 0,5 mol salpetersyralösning (salpetersyra: HNO₃) i en bägare och 0,5 mol natriumhydroxidlösning i en annan bägare. Du tömmer sedan de båda lösningarna i samma bägare. Visa med en reaktionsformel vad som kommer hända. Försök även att skriva reaktionsformeln på flera olika sätt (både svårare och mer förenklade sätt).

Svar:

Reaktionsformler:



OBS: (aq) = ämnena är lösta i vatten. Ev. kan vi hoppa över att ha med (aq) i formlerna.

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

21. Du har 100 ml salpetersyralösning (salpetersyra: HNO_3) med koncentrationen $0,5 \text{ mol/dm}^3$ i en bägare och 100 ml salpetersyralösning med koncentrationen $0,8 \text{ mol/dm}^3$ salpetersyralösning i en annan bägare. Du tömmer sedan de båda lösningarna i samma bägare. Vilket pH-värde kommer det bli i blandningen?

Svar:

	Salpetersyralösning 1:		Salpetersyralösning 2:		Salpetersyralösning 3:
$c_1 =$	$0,5 \text{ mol/dm}^3$	$c_2 =$	$0,8 \text{ mol/dm}^3$	$c_3 =$	$n / V = 0,13 \text{ mol} / 0,200 \text{ dm}^3 = 0,65 \text{ mol/dm}^3$
$V_1 =$	$100 \text{ ml} = 0,100 \text{ dm}^3$	$V_2 =$	$100 \text{ ml} = 0,100 \text{ dm}^3$	$V_3 =$	$V_1 + V_2 = 0,100 \text{ dm}^3 + 0,100 \text{ dm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3$
$n_1 =$	$V \cdot c = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 0,05 \text{ mol}$	$n_2 =$	$V \cdot c = 0,100 \text{ dm}^3 \cdot 0,8 \text{ mol/dm}^3 = 0,08 \text{ mol}$	$n_3 =$	$n_1 + n_2 = 0,05 \text{ mol} + 0,08 \text{ mol} = 0,13 \text{ mol}$

Salpetersyra är en stark syra som protolyseras fullständigt i vattenlösning. Det innebär att varje salpetersyramolekyl ger upphov till en oxoniumjon och en nitratjon:



Koncentrationen oxoniumjoner blir alltså densamma som koncentrationen salpetersyra: $c(\text{HNO}_3) = c(\text{H}_3\text{O}^+)$

Vi kan nu beräkna pH-värdet:

$$\text{pH} = -\log(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{pH} = -\log(0,65) = 0,1870866434 \approx 0,19$$

pH-värdet i blandningen är 0,19.

Beräkna koncentrationen av ett ämne med hjälp av titrering:

22. 20 ml HCl-lösning med okänd koncentration titreras med en NaOH-lösning med koncentrationen $0,20 \text{ mol/dm}^3$. BTB används som indikator och när 15 ml av NaOH-lösningen är tillsatt slår BTB om till grön färg. Beräkna HCl-lösningens koncentration.

Svar:

	NaOH (eller enbart OH ⁻):		HCl:
$c =$	$0,20 \text{ mol/dm}^3$	$c =$	$n / V = 0,003 \text{ mol} / 0,020 \text{ dm}^3 \approx 0,15 \text{ mol/dm}^3$
$V =$	$15 \text{ ml} = 0,015 \text{ dm}^3$	$V =$	$20 \text{ ml} = 0,020 \text{ dm}^3$
$n =$	$V \cdot c = 0,015 \text{ dm}^3 \cdot 0,20 \text{ mol/dm}^3 = 0,003 \text{ mol}$	$n =$	$0,003 \text{ mol}$ Molförhållandet mellan syran och basen är 1:1

HCl-lösningens koncentration är $0,15 \text{ mol/dm}^3$.

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

23. 25 ml av en ättiksyralösning (CH_3COOH) titreras med en NaOH -lösning med koncentrationen $0,10 \text{ mol/dm}^3$. FFT används som indikator och när 28 ml av NaOH -lösningen är tillsatt slår FFT om till rosa färg. Densiteten av ättiksyralösningen är 1 g/ml .

- Skriv en reaktionsformel.
- Räkna ut koncentrationen ättiksyra i ättiksyralösningen.
- Räkna ut masshalten ättiksyra i ättiksyralösningen.

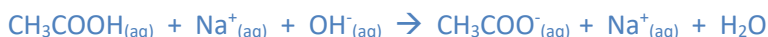
Svar:

a)

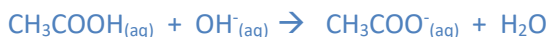
Vi kan skriva reaktionsformeln på flera olika sätt. Här visar jag först en "sammansatt" reaktionsformel;




Vi kan också förenkla reaktionsformeln en aning eftersom NaOH i vattenlösning förekommer som fria natriumjoner och fria hydroxidjoner;



Eftersom natriumjonerna inte deltar i reaktionen så kan vi förenkla reaktionsformeln ytterligare;



b)

	NaOH (eller enbart OH^-):		CH_3COOH :
$c =$	$0,10 \text{ mol/dm}^3$	$c =$	$n/V = 0,0028 \text{ mol} / 0,025 \text{ dm}^3 \approx 0,11 \text{ mol/dm}^3$
$V =$	$28 \text{ ml} = 0,028 \text{ dm}^3$	$V =$	$25 \text{ ml} = 0,025 \text{ dm}^3$
$n =$	$V \cdot c = 0,028 \text{ dm}^3 \cdot 0,10 \text{ mol/dm}^3 = 0,0028 \text{ mol}$	$n =$	$0,0028 \text{ mol}$
			Molförhållandet mellan syran och basen är 1:1

Koncentrationen ättiksyra i ättiksyralösningen är $0,11 \text{ mol/dm}^3$.

c)

$$n = 0,0028 \text{ mol}$$

$$M = 60,052 \text{ g/mol}$$

$$m = n \cdot M = 0,0028 \text{ mol} \cdot 60,052 \text{ g/mol} = 0,1681456 \text{ g}$$

FACIT: SYROR, BASER, PH-VÄRDE OCH TITRERING

Totala massan av 25 ml ättiksyralösning = 25 g (densiteten av ättiksyralösningen är 1 g/ml).

$$\text{masshalt(\%)} = m(\text{Ättiksyra}) / m(\text{Ättiksyralösning}) \cdot 100 = 0,1681456 \text{ g} / 25 \text{ g} \cdot 100 \approx 0,67 \%$$

Masshalt ättiksyra i ättiksyralösningen är 0,67 %.

24. Till 20,0 cm³ av en svavelsyralösning (H₂SO₄) med okänd koncentration sattes natriumhydroxidlösning med koncentrationen 0,30 mol/dm³. Svavelsyran var fullständigt neutraliserad när man hade tillsatt 18,5 cm³ av hydroxidlösningen. Beräkna svavelsyralösningens koncentration. **Ledtråd:** Svavelsyran är 2-protonig, vilket innebär att 1 st H₂SO₄ avger 2 st protoner, H⁺, och därmed reagerar med 2 st NaOH.

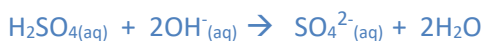
Svar:

För att underlätta förståelsen har jag här skrivit en reaktionsformel;



OBS: Eftersom svavelsyran avger två protoner måste vi ha två hydroxidjoner (2NaOH) som mottagare. Molförhållandet är alltså 2:1.


Vi kan också förenkla reaktionsformeln eftersom NaOH i vattenlösning förekommer som fria natriumjoner och fria hydroxidjoner, och vi kan ta bort natriumjonerna eftersom de inte deltar i reaktionen;



Eftersom svavelsyra är en stark syra som protolyseras fullständigt i vattenlösningar och ger upphov till oxoniumjoner och eftersom sulfatjonerna inte reagerar i reaktionen, så kan vi förenkla ytterligare;



Nu gör vi en tabell och beräknar koncentrationen av svavelsyran;

	2NaOH (eller enbart 2OH ⁻):		H ₂ SO ₄ (eller enbart H ₃ O ⁺):
c =	0,30 mol/dm ³	c =	n / V = 0,002775 / 0,020 dm ³ ≈ 0,14 mol/dm ³
V =	18,5 cm ³ = 0,0185 dm ³	V =	20,0 cm ³ = 0,020 dm ³
n =	V · c = 0,0185 dm ³ · 0,30 mol/dm ³ = 0,00555 mol	n =	0,0055 mol / 2 = 0,002775 mol
			Molförhållandet mellan syran och basen är 2:1

Koncentrationen svavelsyra i svavelsyralösningen är 0,14 mol/dm³.