

Vatten, syror och baser

Genomarbetade exempel – Starka och svaga syror/baser, koncentration och spädning

Worked Example 5A

I ett kemilaboratorium finns två flaskor med syror: en med saltsyra (HCl) och en med ättiksyra (CH_3COOH). Båda lösningarna har samma koncentration. En elev tillsätter pH-indikatorn BTB i båda lösningarna. Saltsyran ger en tydligt gul färg medan ättiksyran ger en gulgrön färg.

(a) Vilken av de två syrorna är en stark syra och vilken är en svag syra? Förklara vad skillnaden innebär på molekylnivå.

(b) Förklara varför de två lösningarna ger olika färg med BTB, trots att de har samma koncentration.

Worked Example 5B

Maria arbetar med två basiska lösningar: natriumhydroxid (NaOH) och ammoniak (NH_3) löst i vatten. Båda lösningarna har samma koncentration. Hon mäter pH-värdet med ett elektroniskt pH-instrument och får pH 13 för natriumhydroxiden och pH 11 för ammoniaklösningen.

(a) Vilken av baserna är stark och vilken är svag? Förklara hur du avgör detta.

(b) Förklara på molekylnivå varför natriumhydroxid ger högre pH än ammoniak vid samma koncentration.

Worked Example 5C

I ett laboratorium finns två E-kolvar med saltsyra. Kolv A innehåller saltsyra med pH 1 och kolv B innehåller saltsyra med pH 4. Samma volym saltsyra finns i båda kolvarna.

(a) Vilken kolv innehåller den mest koncentrerade syran? Motivera med hjälp av pH-skalan.

(b) Hur många gånger fler vätejoner finns det i kolv A jämfört med kolv B? Förklara hur du räknar ut det.

Worked Example 5D

Erik har en bägare med koncentrerad saltsyra (HCl) som har pH 1. Han vill göra lösningen mindre frätande. Han har tillgång till rent vatten och en lösning av natriumhydroxid (NaOH).

(a) Beskriv två olika metoder Erik kan använda för att göra lösningen mindre frätande. Vad händer med pH-värdet i varje fall?

(b) Om Erik väljer att blanda saltsyran med natriumhydroxid: vilka joner finns i lösningen efter neutralisationen, och vilket ämne har bildats?

Svar och tankeprocess

Worked Examples 5A-5D

Worked Example 5A - Stark och svag syra

Tankeprocess

- Eftersom båda syrorna har samma koncentration men ger olika pH-värden, måste skillnaden bero på hur många vätejoner (H^+) varje syra avger i vatten.
- Vi vet att en stark syra avger nästan alla sina vätejoner när den löses i vatten. Saltsyra (HCl) är en stark syra.
- En svag syra avger däremot bara en liten del av sina vätejoner. Ättiksyra (CH_3COOH) är en svag syra.
- Därför har saltsyralösningen fler fria vätejoner och alltså lägre pH. BTB visar detta genom att bli tydligt gul.
- Ättiksyralösningen har färre fria vätejoner och ett pH närmare 7, vilket gör att BTB får en gulgrön nyans.

Svar

- (a) Saltsyra (HCl) är en stark syra - den avger nästan alla sina vätejoner i vatten. Ättiksyra (CH_3COOH) är en svag syra - den avger bara en liten del av sina vätejoner.
- (b) Trots samma koncentration avger saltsyran fler vätejoner (H^+) eftersom den är stark. Fler vätejoner ger lägre pH och tydligare gul färg med BTB. Ättiksyran avger färre vätejoner eftersom den är svag, vilket ger ett högre pH och en gulgrön färg.

Worked Example 5B - Stark och svag bas

Tankeprocess

- Eftersom båda baserna har samma koncentration men ger olika pH-värden, måste skillnaden bero på hur många hydroxidjoner (OH^-) som bildas.
- Vi vet att en stark bas innehåller hydroxidjoner som frigörs helt när basen löses i vatten. Natriumhydroxid (NaOH) är en stark bas.
- En svag bas innehåller inte hydroxidjoner direkt, utan bildar dem genom att ta upp vätejoner från vattenmolekyler. Ammoniak (NH_3) är en svag bas.
- Reaktionen för ammoniak i vatten är: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$. Men bara en del av ammoniaken reagerar.
- Därför bildar natriumhydroxid fler hydroxidjoner, vilket ger högre pH (mer basiskt).

Svar

- (a) Natriumhydroxid (NaOH) är en stark bas - alla hydroxidjoner frigörs i vatten. Ammoniak (NH_3) är en svag bas - den bildar bara en del hydroxidjoner i vatten.

(b) När NaOH löses i vatten frigörs alla Na^+ och OH^- direkt. Ammoniak bildar hydroxidjoner genom att ta vätejoner från vattenmolekyler, men bara en liten del av ammoniaken reagerar. Därför blir koncentrationen av OH^- lägre i ammoniaklösningen, och pH blir lägre (pH 11 mot pH 13).

Worked Example 5C - Koncentrerad och utspädd syra

Tankeprocess

- Eftersom båda kolvarna innehåller saltsyra, som är en stark syra, beror skillnaden i pH enbart på koncentrationen – alltså hur mycket syra som finns löst i vattnet.
- Vi vet att pH-skalan visar koncentrationen av vätejoner. Lägre pH innebär fler vätejoner.
- Kolv A har pH 1 och kolv B har pH 4. Alltså har kolv A fler vätejoner och är mer koncentrerad.
- pH-skalan är logaritmisk: varje steg nedåt innebär 10 gånger fler vätejoner.
- Skillnaden mellan pH 4 och pH 1 är 3 steg. Alltså har kolv A $10 \times 10 \times 10 = 1\,000$ gånger fler vätejoner än kolv B.

Svar

- (a) Kolv A (pH 1) innehåller den mest koncentrerade syran. Lägre pH-värde innebär fler vätejoner i lösningen, vilket betyder högre koncentration.
- (b) Skillnaden är 3 pH-steg (från pH 4 till pH 1). Eftersom antalet vätejoner ökar med en faktor 10 för varje steg neråt på skalan blir det: $10 \times 10 \times 10 = 1\,000$. Kolv A har alltså 1 000 gånger fler vätejoner än kolv B.

Worked Example 5D - Neutralisation och spädning

Tankeprocess

- Eftersom Erik vill göra syran mindre frätande behöver han minska koncentrationen av vätejoner. Det finns två sätt att göra detta.
- Metod 1: Späda syran med vatten. Enligt SIV-regeln (Syra I Vatten) ska man alltid hålla syran i vattnet, inte tvärtom. Spädning minskar koncentrationen av vätejoner men syran förblir sur (pH ökar mot 7 men når aldrig 7).
- Metod 2: Neutralisera syran med en bas, till exempel natriumhydroxid (NaOH). Då reagerar vätejoner (H^+) med hydroxidjoner (OH^-) och bildar vatten. pH ökar mot 7 och kan nå exakt 7 om rätt mängd bas tillsätts.
- Vid neutralisation av HCl med NaOH bildas vatten (H_2O) och det blir natriumjoner (Na^+) och kloridjoner (Cl^-) kvar i lösningen. Tillsammans utgör de natriumklorid – vanligt koksalt.

Svar

- (a) Metod 1 – Spädning: Erik håller syran i vatten (SIV-regeln). pH-värdet ökar mot 7 men lösningen förblir sur. Metod 2 – Neutralisation: Erik tillsätter natriumhydroxid (NaOH). Vätejoner och hydroxidjoner reagerar och bildar vatten. Om rätt mängd bas tillsätts kan pH nå 7 (neutralt).
- (b) Efter neutralisationen finns natriumjoner (Na^+) och kloridjoner (Cl^-) kvar i lösningen – det vill säga natriumklorid (NaCl), vanligt koksalt, löst i vatten. Dessutom har vatten (H_2O) bildats av vätejonerna och hydroxidjonerna: $H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightarrow H_2O + Na^+ + Cl^-$

Övningsuppgifter

Tänk på samma sätt som i de genomarbetade exemplen ovan

Instruktion: Använd samma tankeprocess som i de genomarbetade exemplen. Identifiera först vilken typ av syra eller bas det handlar om (stark/svag), tänk sedan på vad som händer med jonerna i vatten, och koppla slutligen till pH-värde och observerbara egenskaper.

Uppgift 1

I ett experiment blandas citronsyra ($C_6H_8O_7$) och saltsyra (HCl) i varsin bägare med lika mycket vatten. Båda bägarna innehåller samma mängd syra. En elev mäter pH i båda bägarna och får pH 3 i citronsyran och pH 1 i saltsyran.

- Förklara varför saltsyran har lägre pH-värde trots att mängden syra är lika.
- Hur många gånger fler vätejoner finns det i saltsyralösningen jämfört med citronsyralösningen?

Uppgift 2

Adam har en flaska med svavelsyra (H_2SO_4) som har pH 2. Han vill göra lösningen neutral. Han har tillgång till natriumhydroxid (NaOH).

- Skriv en reaktionsformel som visar vilka joner som reagerar vid neutralisationen.
- Svavelsyra avger två vätejoner per molekyl. Förklara varför det kan behövas mer natriumhydroxid för att neutralisera svavelsyra jämfört med saltsyra vid samma koncentration.

Uppgift 3

Kolsyra (H_2CO_3) bildas när koldioxid löses i vatten. Kolsyra är en svag syra. Vatten som nyss kolsyrats har ungefär pH 4. Om man låter en flaska kolsyrat vatten stå öppen minskar kolsyran med tiden.

- Vad händer med pH-värdet i flaskan när kolsyran försvinner? Motivera ditt svar.
- Förklara på molekylnivå varför kolsyra inte ger lika lågt pH som saltsyra vid samma koncentration.

Uppgift 4

Gabriel påstår att "en stark syra är alltid farligare än en svag syra". Hans kompis Sara svarar att det inte stämmer och ger ett motexempel: "En utspädd stark syra kan vara mindre frätande än en koncentrerad svag syra."

- Förklara skillnaden mellan begreppen stark/svag och koncentrerad/utspädd när det gäller syror.

(b) Använd dina kunskaper om vätejoner och pH för att förklara varför Sara har rätt. Ge ett konkret exempel.