

Kvalitetskontroll på en livsmedelsfabrik

Målgrupp: Arbetet är utvecklat till gymnasiets kurs KE6, där man bekantar sig med beräkningarna för syra-basjämviktsreaktioner.

Längd: 45 min

Motivation: I det här arbetet bekantar man sig med syra-bastitrering. Eleven jobbar i kvalitetsgranskningslaboratoriet på en livsmedelsfabrik. Dagens uppgift är att bestämma ättiksyrakoncentrationen för den framställda livsmedelsättikan och att granska om det bestämda värdet motsvarar koncentrationen på etiketten.

Inlärningsändamål: Målet är att lära sig om experimentellt arbete i ett laboratorium och grundprinciperna i titrering.

Nyckelord: Syra – Bas – Titrering

SÄKERHET OCH AVFALLSHANTERING

- Laboratorierock, skyddshandskar och -glasögon
- Natriumhydroxid är ett torkande och frätande ämne. Skölj stänk omedelbart med riklig mängd vatten. Kontakta läkare vid behov
- Lösningarna som bildas i arbetet kan hällas i avloppet

BERÄTTELSE

Du jobbar i kvalitetsgranskningslaboratoriet i en livsmedelsfabrik. På produktionslinjen har man nyss fått klart en sats med livsmedelsättika. Din uppgift är att ta reda på om satsens ättiksyrakoncentration är rätt.

INLEDANDE FRÅGOR

Varför är det viktigt att kontrollera kvaliteten hos produkter?

I livsmedelsfabriker vill man hindra att fel uppstår. Man ställer krav för kvaliteten för råvaror och livsmedel, och leverantörerna förväntas uppfylla dessa krav.

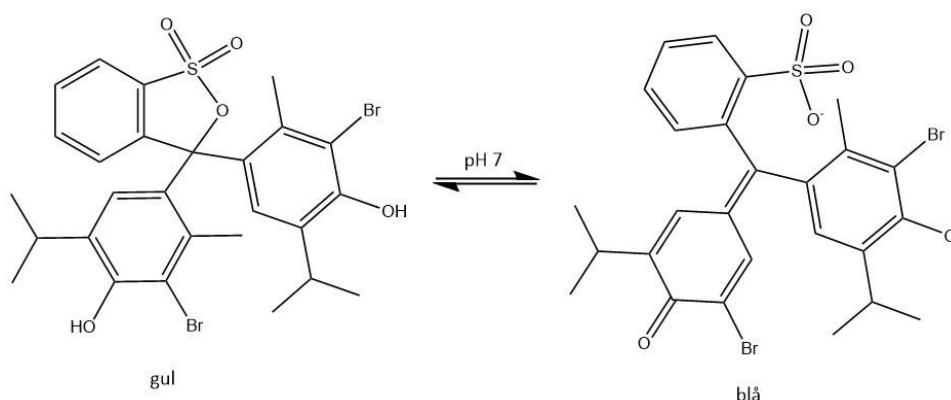
Fundera på hurdana kemiska metoder det finns för att bestämma ättikans ättiksyrakoncentration.

Titration är det lättaste och vanligaste sättet att bestämma lösningens ättiksyrakoncentration, men bestämningen kan också göras bland annat med kromatografiska eller gravimetriska metoder. Titration är snabbt och förutsätter betydligt mindre förberedelser och sampelpreparering än andra metoder.

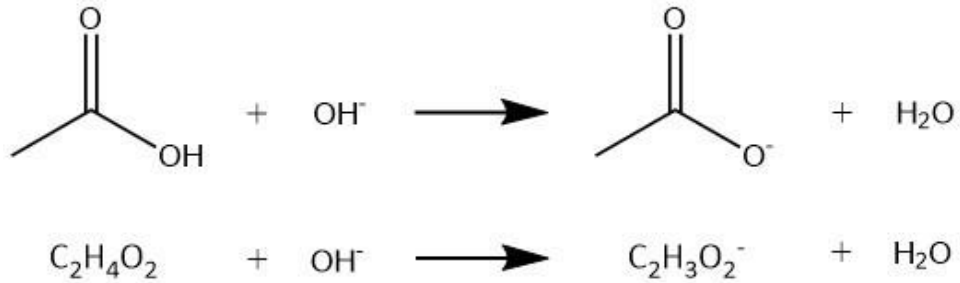
BAKGRUND

Ättikspritens ättiksyrakoncentration kan bestämmas genom titration. I titration tillsätter man i provet av en titrant (ett reagens vars koncentration man känner till), som reagerar med analyten (ämnet som undersöks) i provet. Man tillsätter av titranten tills alla analytmolekyler i provet har reagerat. Med hjälp av titreringsförbruket kan man sedan beräkna mängden analytmolekyler i provet. För att kunna se slutpunkten för titrationen använder man ofta indikatorer. Indikatorer är föreningar som byter färg då de kemiska omständigheterna, så som pH, i lösningen ändras.

Det finns flera olika slags titrimetriska metoder. I det här arbetet gör man en syra-bastitrering, i vilket man bestämmer syra- eller baskoncentrationen i ett prov genom att tillsätta bas- eller syra lösning vars koncentration man känner till i provet. Mellan syran och basen sker det en neutraliseringsreaktion i vilket det utöver konjugarsyran och -basen bildas vatten. Reaktionens slut- eller ekvivalenspunkt indikeras med hjälp av en pH-indikator. pH-indikatorer är organiska föreningar vars färg beror på lösningens pH. De innehåller ofta funktionella grupper som kan motta och avge vätejoner. Då föreningen mottar eller avger en vätejon ändrar dess struktur, vilket får även dess färg att ändra. I bilden nedan kan man se bromtymolblå-indikatorns struktur och färg i sur (till vänster) och i basisk (till höger) lösning.



I det här arbetet titreras ättiksyras koncentration med 1 M natriumhydroxidlösning. Nedan kan du se reaktionen som sker i reaktionen. Ättiksyran ($C_2H_4O_2$) som finns i provet reagerar med hydroxidjoner (OH^-) så att det bildas en acetyljon ($C_2H_3O_2^-$) och vatten. Titreringens slutpunkt kan ses med hjälp av bromtymolblåindikator (BTB). I början är lösningen sur och indikatorn ger lösningen en gul färg. När man tillsätter natriumhydroxid i lösningen neutraliseras ättiksyran och när man tillsatt tillräckligt med natriumhydroxid blir lösningen basisk och indikatorn byter färg från gul till blå.



REAGENS

- 1 M natriumhydroxid
- Ättiksprit
- Jonbytt vatten
- BTB-indikatorlösning

MATERIAL

- 100 ml erlenmeyerkolv
- 5 ml fullpett
- Byrett
- Våg
- Magnetomrörare
- Magnetstav



UTFÖRANDET AV ARBETET

FRAMSTÄLLING AV LÖSNINGAR (LÄRAREN)

1 M NaOH: Lös upp 3,9998 g natriumhydroxid ($M=39,998$ g/mol) i 100 milliliter jonbytt vatten.

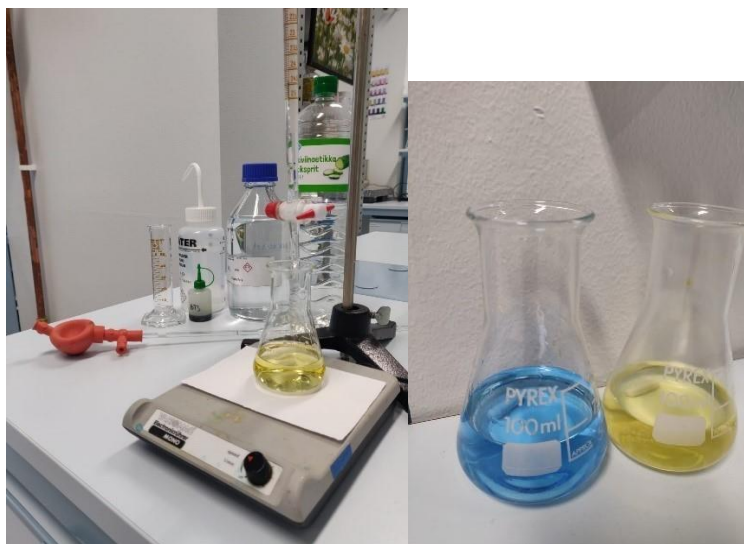
BTB-indikatorlösning: Lös upp 50 mg bromtymolblå-indikator (BTB) i 4 milliliter 0,02 M NaOH-lösning. Tillsätt 20 ml etanol (95 %) och låt reagera en stund. Späd ut lösningen till 100 ml med jonbytt vatten.

FRAMSTÄLLNING AV PROVET

Pipettera 5 milliliter ättiksprit i en erlenmeyerkolv. Tillsätt cirka 50 milliliter jonbytt vatten. OBS! Om du vill beräkna den exakta massprocenten ättika måste du också väga massan för ättikspriten.

UTFÖRANDET AV TITRERINGEN

Tillsätt lite BTB-indikatorlösning i erlenmeyerkolven, samt en magnetstav. Starta magnetomrörningen och titrera med 1 M NaOH-lösning. I ekvivalenspunkten byter lösningen färg från gul till blå. Avläs NaOH-förbrukningen från byrettens skala och skriv upp den.



BERÄKNING AV RESULTAT

Beräkna ättikspritens ättiksyrakoncentration (mol/l) och massprocent. Om du inte vägt ditt ättikspritprov kan du approximera att provets densitet är 1 g/ml (= 1 kg/m³).

NaOH-förbrukningen vid ekvivalenspunkten = $V(\text{förbrukning}) =$ ml

$V(\text{prov}) = 5$ ml

$m(\text{prov}) =$ g

$c(\text{NaOH}) = 1$ M

$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$ = 60,052 g/mol

Vi använder först titreringsförbrukningen och NaOH-lösningens koncentration för att beräkna substansmängden natriumhydroxid, $n(\text{NaOH})$.

$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{förbrukning})$

Från reaktionen som gavs i avsnittet Bakgrund får vi att $n(\text{NaOH}) = n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$. När vi vet substansmängden ättiksyra i ättikspritprovet kan vi beräkna dess ättiksyrakoncentration.

$$c(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{V(\text{prov})}$$

Till sist konverterar vi ättiksyrakoncentrationen till massprocent $m\text{-}\%(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$. För att göra detta måste vi beräkna ättiksyrans massa $m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$ och approximera ättikspritprovets massa $m(\text{prov})$. Man kan också använda i beräkningarna den exakta massan för provet om man känner till den. Ättiksyrans massa beräknas med hjälp av dess substansmängd och molmassa.

$$m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$$

Ättikspritprovets massa approximeras med hjälp av densiteten $\rho(\text{prov})$ och volymen. Eftersom ättikspritlösningen är en utspädd vattenlösning kan vi approximera att provets densitet är 1 g/ml ($= 1 \text{ kg/m}^3$). Ättiksyrans massprocent fås med formeln:

$$m\text{-}\%(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{m(\text{prov})} \cdot 100\% \approx \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)}{\rho(\text{prov}) \cdot V(\text{prov})} \cdot 100\%$$

SAMMANFATTANDE FRÅGOR

Motsvarar den beräknade ättiksyrakoncentrationen koncentrationen som anges i produktdatabladet (etiketten)? Om inte, vad kunde skillnaden bero på?

Ättikspritens ättiksyrakoncentration är ungefär 10 %. Skillnaden kan bero på att produkten är felaktig, men i det här fallet är det mer sannolikt att skillnaden beror på bestämmingens noggrannhet och misstag i utförandet av analysen.