

Bestemmelse af phosphorsyre i cola

Formål

At bestemme phosphorsyreindholdet i cola og at undersøge titrerkurven for en trivalent syre.

Indledning

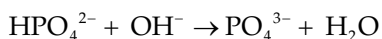
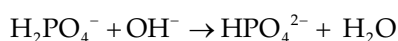
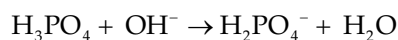
Hydrogenphosphat, HPO_4^{2-} , og fosfat, PO_4^{3-} , er med til at regulere pH i blodet sammen med proteiner og HCO_3^- . Vi kan ikke få så meget plasma at vi kan bestemme koncentrationerne i blodet, derfor vil vi bruge cola som udgangspunkt for undersøgelsen af en titrercurve for phosphorsyre.

I de 'rigtige' colaer Coca-cola, Jolly cola og Pepsi, er der to syrer, carbonsyre, H_2CO_3 , og phosphorsyre, H_3PO_4 . I billige colaer som Las Cola og andre, er der også citronsyre. For at kunne bestemme phosphorsyre, H_3PO_4 , i en cola må vi kun have den syre i opløsningen, derfor kan vi kun bestemme phosphorsyreindholdet i Coca-cola, Pepsi og Jolly cola.

Teori

For at bestemme indholdet af phosphorsyre, H_3PO_4 , laves en potentiometrisk syre-basetitrering hvor der titreres med 0,1 M NaOH, samtidig med at pH-værdien registreres.

Phosphorsyren, H_3PO_4 , vil reagere med NaOH efter følgende reaktionsskemaer.



Titrerkurven for H_3PO_4 skal have tre lodrette spring i pH-værdierne. Et spring for hver af de tre protoner som syren kan afgive. På den titrercurve som fremkommer ved dette forsøg, vil der kun være to spring svarende til afgivelsen af hver af de to første protoner, da NaOH er for svag en base til at kunne fjerne den sidste proton fra H_3PO_4 .

Inden titreringen for phosphorsyre begynder, skal vi have fjernet carbonsyre, H_2CO_3 , fra colaen. Carbonsyre vil også reagere med NaOH, og det vil give et forkert resultat da vi ikke kan skelne mellem de to syrer, når man laver en potentiometrisk syre-basetitrering.

Materialer

Apparatur

- pH-meter
- Burette
- Stativ
- Magnetomrører
- Evt. vandstrålepumpe
- 300 mL bægerglas
- 250 mL måleglas
- Vaskeflaske

Kemikalier

- Cola
- 0,1 M NaOH

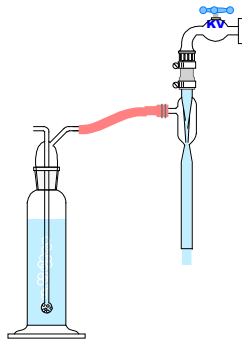
Fremgangsmåde

Indledning

Afmål 150 mL cola i et 250 mL måleglas. Da du skal være præcis, skal du sørge for at colaen bruser af inden du aflæser volumen.

Hæld colaen i en vaskeflaske som forbindes til en vandstrålepumpe, se figur 1.

Luk op for vandhanen så der bobler en kraftig luftstrøm gennem colaen. Lad gennemboblingen fortsætte i 10 min., så kan du være sikker på at luftstrømmen har fjernet så godt som al carbon-syre, H_2CO_3 fra colaen.



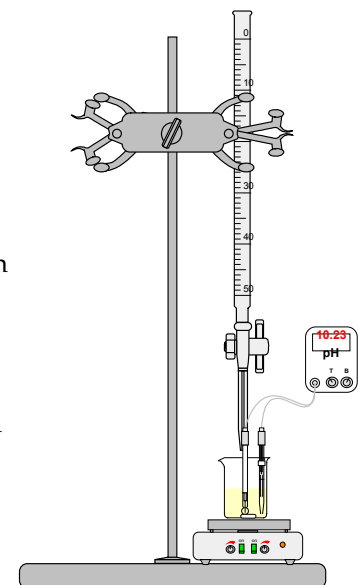
Figur 1. Vaskeflaske med vandstrålepumpe.

Titration

Hæld colaen fra vaskeflasken over i et 250 mL bægerglas og gennemfør den potentiometriske syre-basetitrering med 0,1 M NaOH, se opstillingen på figur 2.

Lav en tabel med sammenhængende værdier for tilsat volumen NaOH, mL NaOH og pH.

Vær opmærksom på at der vil fremkomme en kraftig pH-stigning mellem pH = 4 og pH = 5 og en igen senere mellem pH = 9 og pH = 10. Titrer forsigtigt, dvs. tilsæt kun 0,2 mL ad gangen fra pH 4 til pH 5 og igen senere.



Figur 2. Opstilling.

Resultater

Lav selv en større tabel

mL NaOH	pH

Bearbejdning

1. Ud fra resultaterne skal du lave en graf i Excel med mL NaOH på x-aksen og pH på y-aksen.
2. Ækvivalenspunktet er det sted på kurven hvor der er tilsat lige så meget NaOH som der er syre.
Phosphorsyre har altså tre ækvivalenspunkter.
Ved hvilken pH-værdi forekommer 1. ækvivalenspunkt?
Ved hvilken pH-værdi forekommer 2. ækvivalenspunkt?
Passer disse to ækvivalenspunkter med det forventede?
3. Er der anvendt lige store volumener NaOH fra titreringens start og til 1. ækvivalenspunkt og mellem 1. og 2. ækvivalenspunkt?
4. En kemiker vil forvente at der er anvendt lige store volumener NaOH fra start til 1. ækvivalenspunkt og mellem de to ækvivalenspunkter.
Hvorfor det?
5. Brug volumen af 0,1 M NaOH som er tilsat ved 1. ækvivalenspunkt, til at beregne koncentrationen af H_3PO_4 i colaen.
6. Omregn koncentrationen af H_3PO_4 i colaen til mg H_3PO_4 pr. L cola.
7. Ifølge 'Fortegnelsen over godkendte tilsætningsstoffer til levnedsmidler' ('Positivlisten') må cola indeholde 625 mg H_3PO_4 pr. 100 mL. Sammenlign jeres resultater med positivlistens.
8. Brug grafen til at finde phosphorsyrens to første pK_s -værdier.
9. Brug de to pK_s -værdier, samt $\text{pK}_s = 12,67$, til at beregne ved hvilke pH-værdier ækvivalenspunkterne præcist skal være.

Konklusion

Hvad er konklusionen på forsøget?

Fejlkilder

Hvorfor passer pK_s -værdier ikke med tabelværdierne?

Hvorfor er andet ækvivalenspunkt ikke tydeligt?

Hvad kan årsagerne være til at den bestemte masse phosphorsyre ikke passer med den faktiske?