Syre-baseindikatorers farver og brug ved kolorimetrisk titrering

Journaløvelse

# Formål

Formålet er at iagttage tre syre-baseindikatorers farver i opløsninger med forskellig pH-værdier, og undersøge betydningen af valg af syre-baseindikatorer ved kolorimetrisk syre-basetitrering.

# Teori

Et kemisk stof, hvis farve afhænger af en opløsnings surhedsgrad (pH værdien), kan anvendes som syre-baseindikator. I praksis skal farveskiftet dels være så tydeligt, at farveskiftet nemt kan iagttages, og dels være i et snævert pH-område. Der kendes en del plantefarver, som kan benyttes som syre-baseindikatorer, fx farvestoffet i rødkål, men ofte anvendes syntetisk fremstillet syre-baseindikatorer, som fx methylrødt og phenolphthalein.

Syre-baseindikatorer er selv svage syrer. Afhængig af pH-værdien i en opløsning vil syre-baseindikatoren ændre lidt i dets kemiske struktur, således at lys absorberes (optages) på lidt forskellige bølgelængder. Herved kan de forskellige kemiske opbygninger give årsag til forskellige farvede opløsninger. På figur 1 er princippet illustreret med phenolphthalein.



Figur : Syre-baseindikatoren phenolphthalein

Syre-baseindikatorer kan anvendes til at give et godt bud på en opløsnings pH-værdi, som det fx kendes fra universalindikatorpapir[[1]](#footnote-1). Men den vigtigste anvendelse af syre-baseindikatorer sker ved kolorimetrisk syre-basetitrering[[2]](#footnote-2). Ved den kolorimetriske titrering skal ækvivalenspunktet bestemmes, og dette gøres ved at observere et farveskift i opløsningen. Farveskiftet skyldes, at syre-baseindikatoren skifter struktur og derved farve (opløsningen farve ændres herved). Ækvivalenspunktet skal herefter benyttes til at bestemme koncentrationen af en syre eller en base.

Syre-baseindikatorerne er som sagt svage syrer. Deres styrke som svag syre kan angives ved deres $pK\_{s}$ værdi (syrens styrkeeksponent). Jo større dette tal er, jo svagere er syren. En syre-baseindikator vil normalt have et farveskrift i et $pH$-interval omkring syrens $pK\_{s}$ værdi:

1. farve 1, når opløsningens $pH$-værdi er mindre end $pK\_{s}-1$
2. farve 2, når opløsningens $pH$-værdi er større end $pK\_{s}+1$
3. en blanding mellem de to farver, når $pH$ ligger i området mellem $pK\_{s}-1$ og $pK\_{s}+1$.

Man siger, at omslaget sker i intervallet $\left[pK\_{s}-1, pK\_{s}+1\right]$. Det er i dette interval, at der sker en ændring i opløsningens farve på grund af indikatoren.

Ved en kolorimetrisk syre-basetitrering er det vigtigt, at syre-baseindikatoren vælges fornuftigt. Ellers vil man få en forkert bestemmelse af koncentrationen af fx syren, som undersøges. Generelt kan man sige, at hvis en opløsning af en stærk syre eller en stærk base titreres, så vil man som regel kunne benytte syre-baseindikatorer, som slår om i $pH$ intervallet mellem ca. 4 og ca. 10. Hvis det er en opløsning af en svag syre, vil man normalt benytte en syre-baseindikator, som har et farveomslag ved $pH$ over 7 (typisk 8-10). Hvis det er en opløsning af en svag base, vil man normalt benytte en syre-baseindikator, som har et farveomslag ved $pH$ under 7 (typisk 4-6).

Ved titrering skelnes mellem titrator og titrand. Titrator er den opløsning, der titreres med. Det vil sige i dette forsøg natrium(1+)hydroxid. Titranden er den er opløsning, hvis koncentration af et bestemt stof, som skal bestemmes. Det vil sige i dette forsøg en af syrerne saltsyre og ethansyre. I ækvivalenspunktet er der tilsat lige så stor en stofmængde af titrator, som der oprindeligt var af titrand. Det vil sige i dette forsøg er der i ækvivalenspunktet tilsat lige så stor en stofmængde natrium(1+)hydroxid, som der oprindeligt var af saltsyre henholdsvis ethansyre. I praksis aflæses volumen af tilsat natrium(1+)hydroxid på buretten.

Til sidst beregnes af koncentrationen af syre ud fra titreringen. Til dette benyttes formlen:
$$n\_{syre}=n\_{NaOH}$$

$$c\_{syre}·V\_{syre}=c\_{NaOH}·V\_{NaOH}$$

$$⇕$$

$$$$

hvor $c\_{NaOH}$ er koncentrationen af natrium(1+)hydroxid (her 0,100 m), $V\_{NaOH}$ er det tilsatte volumen af natrium(1+)hydroxid (aflæses på buretten) og $V\_{syre}$ er det tilsatte volumen af syren (her 10,0 mL).

**Apparatur og Kemikalier**

Reagensglas, burette, konisk kolbe (fx 100 mL), magnetomrører, magnet, fuldpipette (fx 20,0 mL).

Syre-baseindikatorer (methylrødt, phenolphthalein og bromthymolblåt), opløsninger med forskellige surhedsgrader, saltsyre (fx 0,100 m $HCl$), ethansyre (eddikesyre) (fx 0,100 m $CH\_{3}COOH$), natrium(1+)hydroxid (fx 0,100 m $NaOH$)

**Affald:** Alt affald må hældes i vasken.

**Eksperimentelt**

Først skal tre syre-baseindikatorers farver i tre opløsninger bestemmes. Dernæst gennemføres kolorimetriske titreringer med forskellige syre-baseindikatorer og syrer.

**1. Syre-baseindikatorers farver**

Benyt 3 reagensglas. Hvert glas fyldes med ca. 3 mL af en opløsning med en bestemt pH værdi. Der tilsættes nogle dråber syre-baseindikator, og opløsningens farve iagttages. Vask reagensglassene af og gennemfør med næste syre-baseindikator:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **pH værdi****Indikator** | **Ca. 2** | **Ca. 7** | **Ca. 11** |
| **Methylrødt** |  |  |  |
| **Bromthymolblåt** |  |  |  |
| **Phenolphthalein** |  |  |  |

**2. Kolorimetrisk titrering**

1. Burette fyldes med 0,100 m NaOH.
2. Med fuldpipette afmåles 10,0 mL syre (der prøves dels med saltsyre og dels med ethansyre), som overføres til en konisk kolbe. Der tilsættes ca. 20 mL demineraliseret vand og 3-4 dråber syre-baseindikator (**der prøves med dels methylrødt og dels phenolphthalein**).
3. En magnet placeres i den koniske kolbe, og magnetomrører startes.
4. Der titreres indtil et farveskift iagttages. Dvs. ækvivalenspunktet er opnået.
5. Det tilsatte volumen af natriumhydroxid aflæses på buretten, koncentrationen af syre beregnes.
6. Forsøget gentages med en ny indikator eller ny syre.

**Behandling af resultater og diskussion**

**1. Syre-baseindikatorers farver**

I hvilket $pH$ område slår de tre forskellige syre-baseindikatorer om?
(sammenlign med tabellen i BasisKemi B, side 314 eller Databogen, side 34).

**Methylrødt:**

**Bromthymolblåt:**

**Phenolphthalein:**

**2. Kolorimetrisk titrering**

**Beregn koncentrationen af saltsyre ud fra de to titreringer:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Indikator** | $$V\_{NaOH}/mL$$ | $$c\_{syre}/m$$ |
| **Methylrødt** |  |  |
| **Phenolphthalein** |  |  |

**Beregn koncentrationen af ethansyre ud fra de to titreringer:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Indikator** | $$V\_{NaOH}/mL$$ | $$c\_{syre}/m$$ |
| **Methylrødt** |  |  |
| **Phenolphthalein** |  |  |

**Diskuter resultaterne:**

1. I et universalindikatorpapir benyttes forskellige syre-baseindikatorer. Hver af disse indikatorer har forskellige farver afhængigt af surhedsgraden i en opløsning. Derved kan der laves en sammenhæng mellem pH værdien og forskellige farver på universalindikatorpapiret. [↑](#footnote-ref-1)
2. Navnet kolorimetrisk titrering kommer selvfølgelig fra engelsk, colour. Titreringen skal iagttages ved en ændring i opløsningens farve. [↑](#footnote-ref-2)