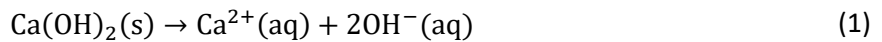


OPLØSELIGHED AF CALCIUMHYDROXID

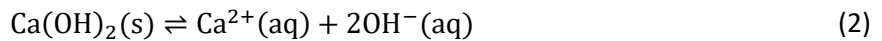
Calciumhydroxid har den kemiske formel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ og kendes også under navnet portlandit. Det er en meget vigtig del af beton, hvor det dannes under hærdningsprocessen.

Ved denne undersøgelse skal opløselighedsproduktet for og opløseligheden af calciumhydroxid i vand bestemmes.

Calciumhydroxid er et fast stof og kan opløses i vand, men der er en grænse for, hvor meget man kan opløse. Den grænse skal bestemmes i dette eksperiment. Tilsætter man en tilstrækkelig stor mængde calciumhydroxid til en bestemt mængde vand, får man en mættet opløsning. For den del som går i opløsning skriver vi reaktion (1).



Da der er overskud af calciumhydroxid, indstilles ligevægten skrevet i (2) efter noget tid.

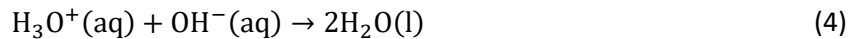


Husk på at ionproduktet er givet ved de aktuelle stofmængdekonzentrationer som $[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^{-}]^2$ og at i en mættet opløsning ved ligevægt er opløselighedsproduktet er givet ved (3).



Måling af $[\text{OH}^{-}]$ i en mættet opløsning

Det er kendt at den stærke base OH^{-} (hydroxid) reagerer med den stærke syre H_3O^{+} (oxonium) ved reaktionen (4).



Således kan man ved en titreranalyse med stærk syre som titrator bestemme, hvor meget hydroxid der er i analyseopløsningen, som er udtaget fra en mættet opløsning af calciumhydroxid opløst i vand. Noter at titreringsreaktionen (4) viser, at da man starter med analyseopløsning med en given stofmængde hydroxid (basisk opløsning med pH over 7), så bliver stofmængden af hydroxid mindre, når den stærke syre tilsættes. Ved ækvivalenspunktet har man en opløsning ved neutralt pH, da reaktionen (4) neutraliserer pH i analyseopløsningen, idet der dannes vand. Ved hjælp af en kolorimetrisk titrering, hvor en pH-indikator benyttes, kan man således måle stofmængden og bestemme stofmængdekonzentrationen af hydroxid i opløsningen. Med den viden kender man også stofmængden og stofmængdekonzentration af calcium(2+) i opløsningen.

OPGAVE: Omsæt ordene ovenfor til en eller flere tegninger, hvor du tegner burette, konisk kolbe, relevante molekyler og viser at pH ændres.

Når man har bestemt den aktuelle stofmængdekonzentration af hydroxid, $[\text{OH}^{-}]$ i en opløsning, og dermed også kender den aktuelle stofmængdekonzentration af calcium(2+), $[\text{Ca}^{2+}]$ i den samme opløsning kan man bestemme ionproduktet og opløseligheden af calciumhydroxid i g pr. 100 mL opløsning.

EKSPERIMENTELT

APPARATUR

- Termometer
- Sprøjte med kanyle og slange
- Tragt og filtrerpapir
- 50 mL måleglas
- Konisk kolbe, 100 mL
- Magnetomrører
- Magnet
- Stativ og klemmer
- Burette

KEMIKALIER

- Mættet opløsning af calciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, i blue cap flaske
- 0,100 M saltsyre, HCl
- pH indikator, bromthymolblå

SIKKERHED

- Kittel og **briller** bæres ved forsøget
- Calciumhydroxid virker ætsende og kan forårsage **alvorlig øjenskade**
- 0,100 M saltsyre virker ætsende

AFFALD

- Væsken i den koniske kolbe hældes i vasken.
- Buretten tømmes og opløsningen hældes i vasken.
- Skyl derefter buretten to gange med demineraliseret vand og lad buretten stå i stativet.

I LABORATORIET

- Start med at notere temperaturen i det laboratorium, hvor flasken med den mættede opløsning af calciumhydroxid er placeret. Noter denne temperatur.
- Spænd en burette op i et stativ og fyld denne med saltsyre. Husk nulstilling.
- Placer en tragt med filtrerpapir i et 50 mL måleglas. Fra en flaske med en mættet opløsning af calciumhydroxid udtages der med en sprøjte ca. 45-50 mL opløsning fra toppen af opløsningen. Overfør opløsningen til tragten.
- Der opsamles nu 40 mL opløsning i måleglasset. Man kan evt. opsamle lidt mere end 40 mL og justere til 40 mL ved brug af en engangspipette, hvor lidt af opløsningen fjernes.
Opmærksomhed: Noter om opløsningen er mere klar efter filtrering end før filtrering.
- Overfør de 40 mL opløsning til den koniske kolbe og tilføj ca. 5 dråber bromthymolblå til kolben. Opløsningen skal være *svagt* blå. Start nu tildrypning af 0,100 M HCl fra buretten. Ved ækvivalenspunktet ændres farven af opløsningen fra blå til gul. Ækvivalenspunktet bestemmes med en dråbes nøjagtighed og volumen af tilsat 0,100 M HCl noteres i Tabel 1.
- **Forsøget gentages, men denne gang filtrerer man ikke den mættede opløsning.** Noter resultatet for dette forsøg i Tabel 1.

Tabel 1

Forsøg	1 (med filtrering)	2 (uden filtrering)
Volumen 0,100 M HCl/mL		

EFTERBEHANDLING

- Idet man får at vide, at der den udleverede flaske med calciumhydroxid har stået længe i laboratoriet og systemet er ved ligevægt: Hvordan kan man se på indholdet i flasken, at der er tale om en mættet opløsning?
- Hvorfor er det vigtigt, at man udtager prøve fra toppen af flasken og dermed undgår at få bundfald med over i den prøve, der skal analyseres?
- Start med at bestemme $[\text{OH}^-]$ i prøverne med et volumen på 40 mL. Bestem efterfølgende $[\text{Ca}^{2+}]$ i prøverne og beregn ionproduktet. Benyt Tabel 2 til resultaterne. Noter det eksperimentelt bestemte opløselighedsprodukt, $K_o(\text{Ca}(\text{OH})_2)$, i Tabel 3.

Tabel 2

Forsøg	1	2
$[\text{OH}^-]$		
$[\text{Ca}^{2+}]$		
$[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$		

- Bestem dem formelle stofmængdekonzentration af calciumhydroxid i opløsningen, $c(\text{Ca}(\text{OH})_2)$.
- Benyt resultaterne fra undersøgelserne til beregning af opløseligheden af *calciumhydroxid* i molær og i gram pr. 100 mL opløsning. Sammenlign værdien for opløselighed i g pr. 100 mL opløsning med tabelværdien på Wikipedia ([Calcium hydroxide - Wikipedia](#)). Skriv værdierne i Tabel 3. Kommenter på resultatet fra eksperimentet og overvej i den sammenhæng, om forsøget kan forbedres.

Tabel 3

Forsøg	$K_o(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ målt værdi	Opløselighed i M målt værdi	Opløselighed i g/100 mL målt værdi	Opløselighed i g/100 mL Tabelværdi
1				
2				

- Kommenter på og forklar en eventuel forskel mellem forsøg 1 og forsøg 2.
- Undersøg hvordan opløseligheden af calciumhydroxid afhænger af temperaturen. Overvej om dette kan forklare eventuelle afvigelser mellem den eksperimentelle værdi for opløseligheden og tabelværdien. (Vis gerne sammenhængen mellem opløselighed og temperatur på en figur.)
- Undersøgelsen fokuserer på en heterogen ligevægt og opløselighedsproduktet. En anden meget vigtig heterogen ligevægt er fordelingsligevægt. Vis en tegning der illustrerer en fordelingsligevægt og knyt tekst og kommentarer til tegningen.
- Hvilke fejlkilder og usikkerheder er der ved dette eksperiment? Kom (igen) med forslag til forbedringer af eksperimentet.
- Arbejder man med kvalitative eller kvantitative data i dette eksperiment?