

# Del 1

**Skriv svarene for oppgave 1 og 2 på eget svarark i vedlegg 2.**  
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

## Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

### a) Oksidasjonstall

---

I hvilken av disse forbindelsene har arsen oksidasjonstall +5?

- A arsentriklorid,  $\text{AsCl}_3$
- B natriumarsenat,  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$
- C arsin,  $\text{AsH}_3$
- D natriumarsenitt,  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$

### b) Bufferløsninger

---

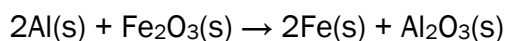
En bufferløsning har pH 4,83. Konsentrasjonen til den sure og den basiske komponenten er lik. Hva er den sure komponenten i denne bufferen?

- A ammonium,  $\text{NH}_4^+$
- B etansyre,  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- C dihydrogenfosfat,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
- D butansyre,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$

### c) Redoksreaksjon

---

En reaksjon mellom aluminium og jern(III)oksid gir jern og aluminiumoksid som produkt slik reaksjonsligningen viser:



Hva er reduksjonsmiddelet i denne reaksjonen?

- A  $\text{Al(s)}$
- B  $\text{Fe(s)}$
- C  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$
- D  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$

d) Organiske reaksjoner

---

Hvilken reaksjon er en hydrolyse?

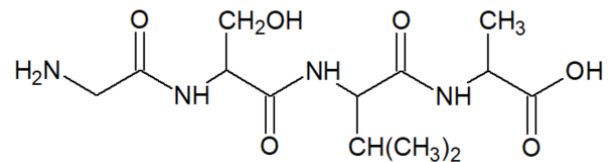
- A  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- B  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HF}$
- C  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HOCH}_2\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- D  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

e) Peptid

---

Hvilken aminosyrerekkefølge passer til peptidet i figur 1?

- A Gly-Val-Ser
- B Asn-Val-Ser
- C Asn-Ser-Val-Asp
- D Gly-Ser-Val-Ala



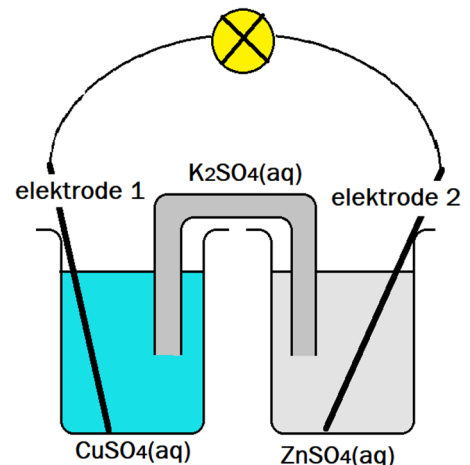
Figur 1

f) Elektrokjemi

---

Figur 2 viser en galvanisk celle. Hvilken av påstandene A–D er riktig?

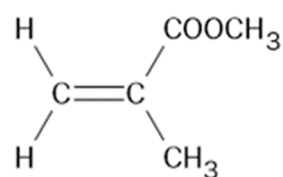
- A Elektrode 1 er sølv og elektrode 2 er sink.
- B Elektrode 1 er kobber og elektrode 2 er grafitt.
- C Elektrode 1 er sink og elektrode 2 er sølv.
- D Både elektrode 1 og 2 er sink.



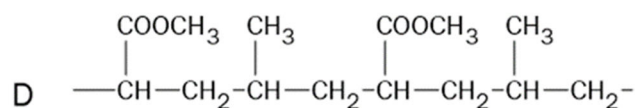
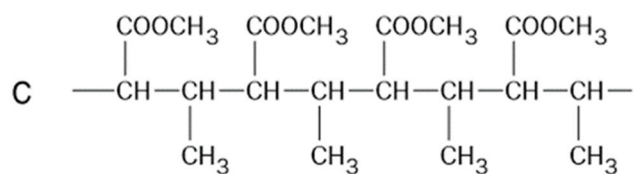
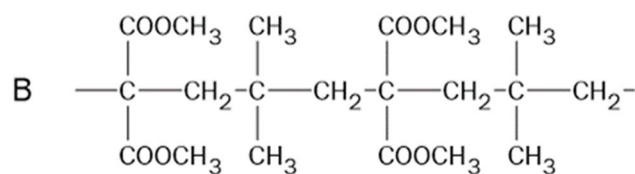
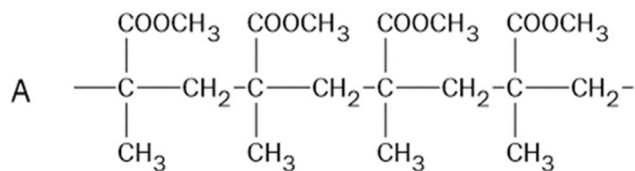
Figur 2

g) Polymer

Metylmetakrylat, figur 3, polymeriserer til polymeren PMMA. Hvilket av alternativene A - D viser strukturen til PMMA?



Figur 3



h) Organiske reaksjoner

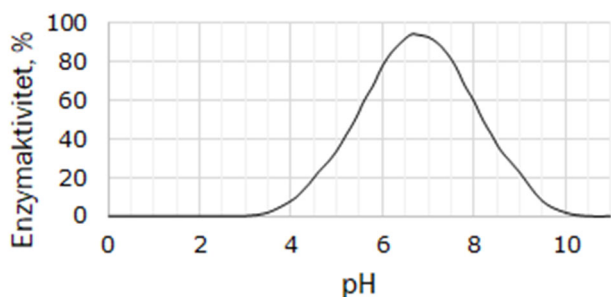
Til 1 mol propen adderes et ukjent stoff. Produktet som dannes, veier ca. 39 g. Dette er et utbytte på 50 %. Hvilket av stoffene adderes til propen?

- A H<sub>2</sub>
- B H<sub>2</sub>O
- C HCl
- D Br<sub>2</sub>

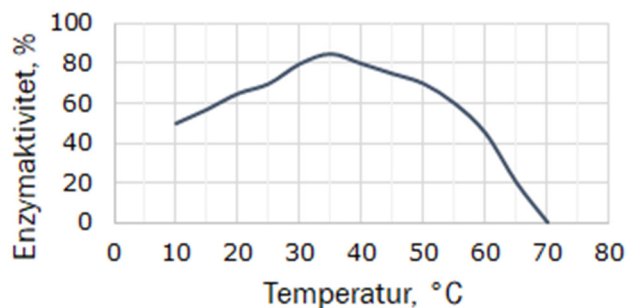
i) Enzym

---

Grafene i figur 4 og 5 viser hvordan enzymaktiviteten til enzymet amylase endres med pH og temperatur.



Figur 4



Figur 5

Hvilken kombinasjon av buffer og temperatur vil gi høyest enzymaktivitet for amylase?

	Buffer	Temperatur, °C
A	$\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$	30
B	$\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$	60
C	$\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$	30
D	$\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$	60

j) Løselighet

---

I hvilken løsning er saltet magnesiumhydroksid,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , minst løselig?

- A 0,10 mol/L KOH(aq)
- B 0,10 mol/L NaCl(aq)
- C 0,10 mol/L HCl(aq)
- D 0,10 mol/L  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (aq)

k) Entropi

---

I hvilken av reaksjonene under øker entropien mest?

- A  $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
- B  $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{O}^{2-}(\text{aq})$
- C  $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$
- D  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaCl}(\text{s})$

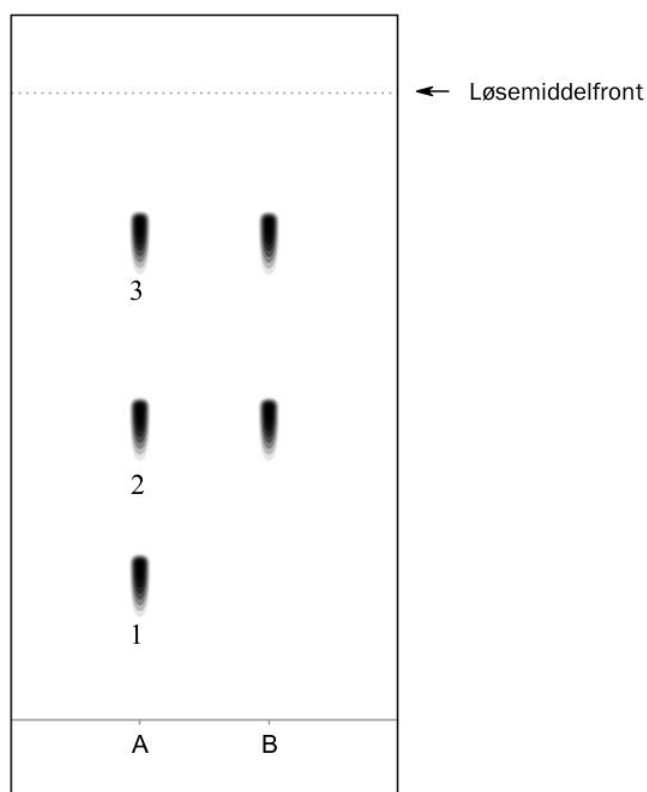
l) Kromatografi

---

Tynnsjiktplaten i figur 6 viser separasjon av prøve A og prøve B.

Hvilken påstand er riktig?

- A Prøve B inneholder samme stoffblanding som prøve A.
- B Stoff 2 har  $R_F = 0,50$ .
- C Stoff 3 har  $R_F = 8$ .
- D Prøve B inneholder kun ett av de samme stoffene som prøve A.



Figur 6

## Oppgave 2 Rett/feil-oppgaver

### a) Organiske reaksjoner

En type smakstilsetning i margarin er butan-2,3-dion. Denne forbindelsen framstilles som beskrevet under og i figur 7:

- But-3-en-2-ol reagerer med hydrogenklorid til B.
- B blir oksidert til 3-klor-butan-2-on.
- 3-klor-butan-2-on reagerer med hydroksidioner til 3-hydroksy-butan-2-on i en substitusjonsreaksjon.
- 3-hydroksy-butan-2-on reagerer videre til butan-2,3-dion.

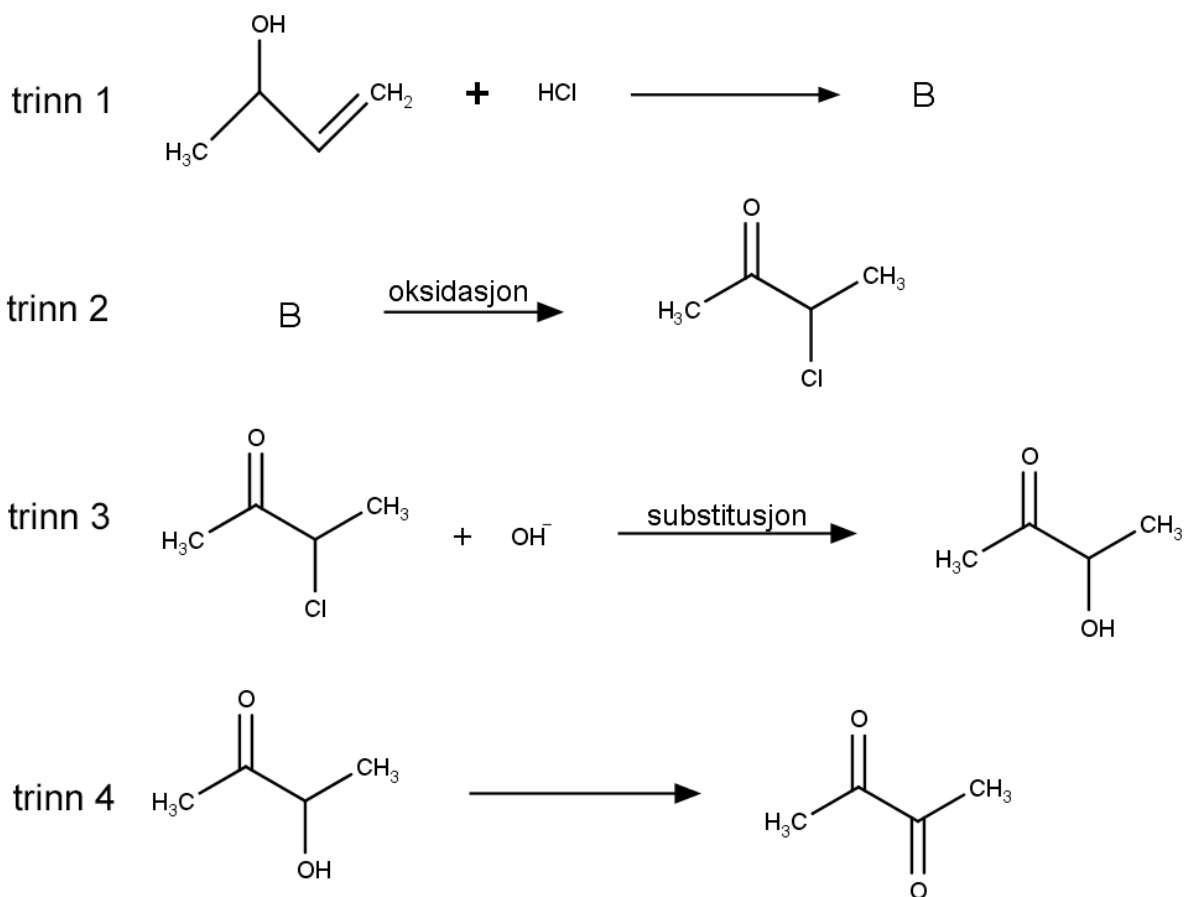
#### FAKTABOKS

##### nukleofil

stoff som danner kovalente bindinger med et elektronfattig atom/ion ved å donere elektronpar.

##### elektrofil

stoff som danner kovalente bindinger med et elektronrikt atom/ion ved å motta elektronpar.



Figur 7

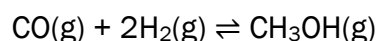
Vurder om hver av påstandene er rett eller feil. (Kryss av på svararket.)

- I Hovedproduktet i trinn 1 er 4-klor-butan-2-ol.
- II I trinn 3 er hydroksidionet,  $\text{OH}^-$ , en nukleofil.
- III Trinn 4 er en eliminasjonsreaksjon.
- IV I trinn 4 øker stoffets løselighet i fett.

b) Termokjemi

---

Metanol, CH<sub>3</sub>OH, kan produseres industrielt av karbonmonoksid, CO, og hydrogen, H<sub>2</sub>.  
Reaksjonsligningen er



For reaksjonen er reaksjonsentalpien  $\Delta H_r^\circ = -90,5 \text{ kJ}$  og reaksjonsentropien  $\Delta S_r^\circ = -219 \text{ J/K}$  ved temperaturen 298 K. (Anta at  $\Delta H_r^\circ$  og  $\Delta S_r^\circ$  endres lite ved temperaturendring.)

Vurder om hver av påstandene er rett eller feil. (Kryss av på svararket.)

- I Reaksjonen er endoterm fra venstre mot høyre.
- II Entropien øker i denne reaksjonen.
- III Ved temperatur 1000 K er reaksjonen spontan.
- IV Likevektskonstanten har benevnningen (mol/L)<sup>-2</sup>.

### Oppgave 3

Du har 0,1 mol/L løsninger av HCl, HCOOH, NaHSO<sub>4</sub> og NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO.

Ranger løsningene etter økende pH. Begrunn svaret ditt kort.

## Oppgave 4

Rust ble fjernet fra en gammel gjenstand av jern ved elektrolyse. Elektroden A er den rustne gjenstanden, og elektrode B består av rustfritt stål, se figur 8. Reaksjonen foregår i en vannløsning av natriumkarbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Reaksjonen som skjer ved gjenstanden av jern, er

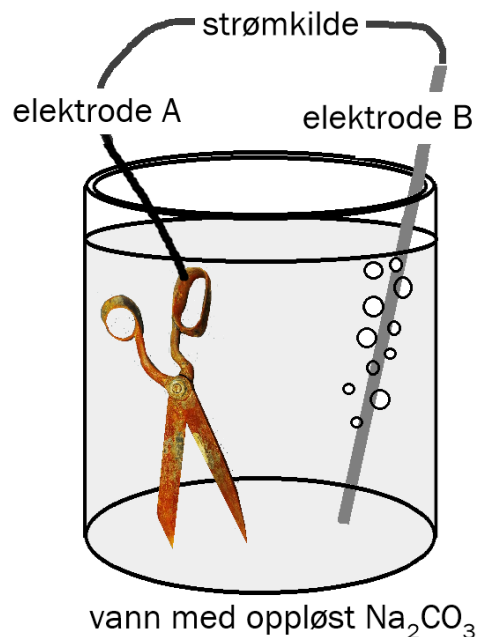


Rust blir redusert til jern.

- Hva er katode i denne cellen?
- Hvilken vei går elektronene gjennom den ytre lederen?

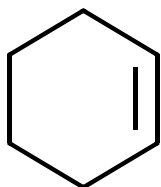
Elektrode B av rustfritt stål reagerer *ikke* i denne elektrolysen. Det er vann som reagerer og danner en gass.

- Skriv reaksjonsligningen for halvreaksjonen som skjer ved elektrode B.



Figur 8

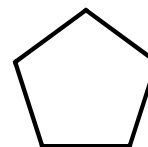
## Oppgave 5



Sykloheksen



Heks-1-en



Syklopentan

Figur 9

En væskeblanding består av forbindelsene sykloheksen, heks-1-en og syklopentan, se figur 9. For å bestemme de relative mengdene av de ulike forbindelsene skal det gjøres en analyse av blandingen med en gaskromatograf. Stoffene blir varmet opp.

- Forklar hvilken av forbindelsene i blandingen som får lengst retensjonstid. Lag også en skisse av kromatogrammet.
- Pek på utfordringer som kan oppstå om hydrogen brukes som bæregass i analysen i stedet for helium.



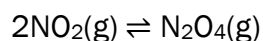
BLANK SIDE

## Del 2

### Oppgave 6

- a) Beregn pH i en 0,10 mol/L løsning av salpetersyring,  $\text{HNO}_2(\text{aq})$ .

En beholder på 1,0 L inneholder 0,078 mol nitrogendioksid,  $\text{NO}_2$ , og 0,061 mol dinitrogenetraoksid,  $\text{N}_2\text{O}_4$ , ved en gitt temperatur. Følgende likevekt har innstilt seg:

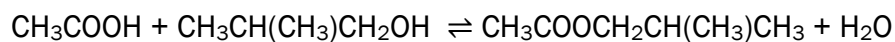


- b) Vis at likevektskonstanten  $K = 10 \text{ (mol/L)}^{-1}$  ved denne temperaturen.
- c) Hva blir likevektskonsentrasjonene av gassene om du reduserer volumet av beholderen til 0,50 L og temperaturen holdes konstant?

### Oppgave 7

2-metylpropyletanat finnes naturlig i små mengder i bringebær, og det kan virke som et løsemiddel.

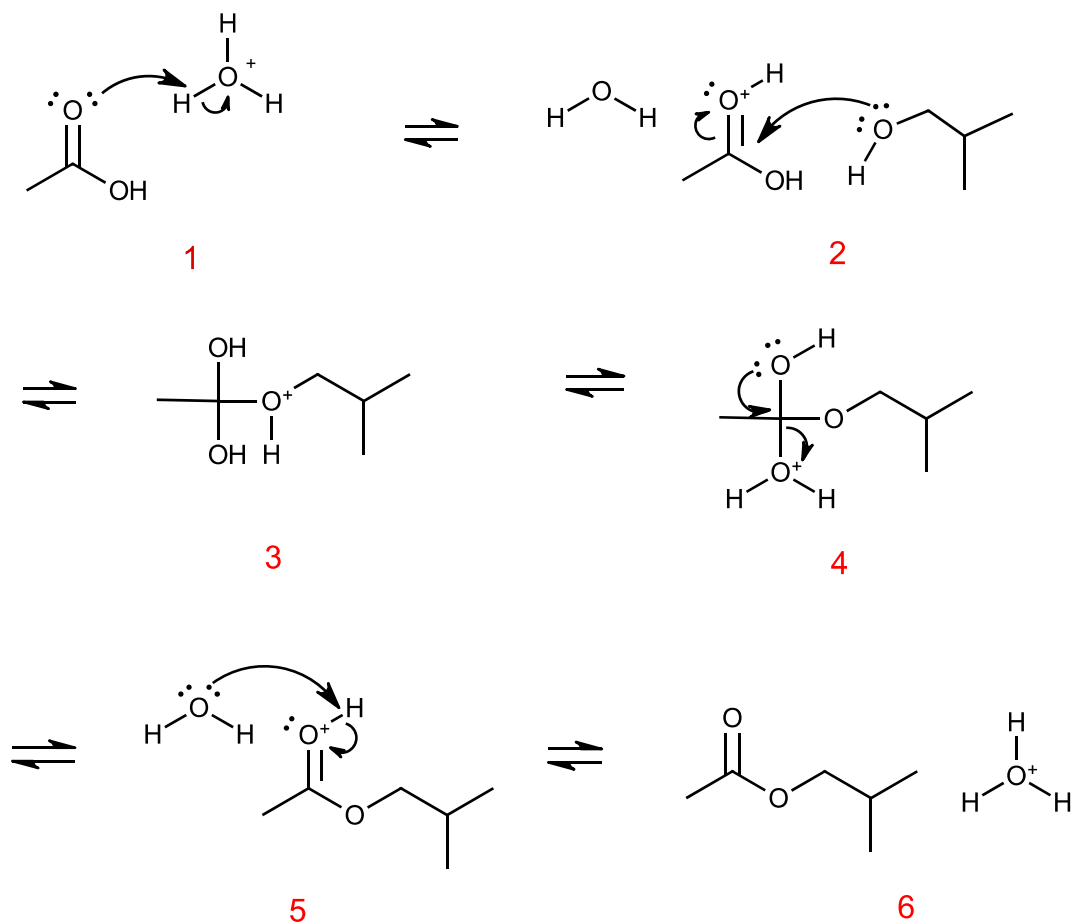
2-metylpropan-1-ol og etansyre kan reagere og danne 2-metylpropyletanat som vist i reaksjonsligningen.



- a) 12 g av hver av reaktantene ble blandet til syntese.

Beregn det teoretiske utbyttet av 2-metylpropyletanat.

Figur 10 viser reaksjonsmekanismen for syntesen av 2-metylpropyletanat fra 2-metylpropan-1-ol og etansyre.



Figur 10. Reaksjonsmekanismen for syntesen av 2-metylpropyletanat.

- b) Beskriv katalysatorens funksjon i syntesen av 2-metylpropyletanat ved å forklare de krumme pilene og noen av trinnene i reaksjonsmekanismen i figuren.

I syntesen av 2-metylpropyletanat kan det skje uønskede reaksjoner. Et eksempel er en eliminasjonsreaksjon fra et av utgangsstoffene.

- c) Skriv reaksjonsligningen for eliminasjonsreaksjonen. Drøft om dette kan være et problem for utbytte og renhet i denne syntesen.

## Oppgave 8

Verdien av løselighetsproduktet,  $K_{sp}$ , til kalsiumhydroksid,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ble bestemt eksperimentelt av en kjemielever.

Kjemieleven gjorde følgende:

- Fast  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ble løst i vann. Ikke alt løste seg opp.
- 50 mL av blandingen ble målt ut med et begerglass og overført til en titrerkolbe.
- Noen dråper av indikatoren metyloransje ble tilsatt til løsningen i titrerkolben.
- En byrette på 50,0 mL ble skylt med vann før den ble fylt med 0,100 mol/L saltsyre,  $\text{HCl}(\text{aq})$ .
- Det ble utført tre titreringer. Volumet av  $\text{HCl}$ , som ble tilsatt for å nå fargeendring, ble notert i tabell 1 under:

Tabell 1. Resultat av titreringer

Titreringsparallel	1	2	3
Forbruk 0,100 mol/L HCl	13 mL	14 mL	11,7 mL

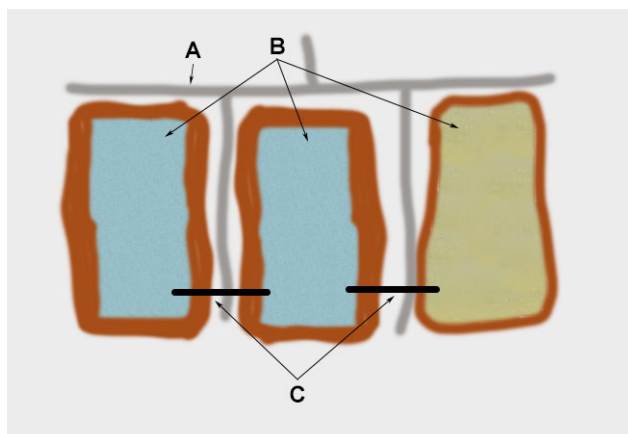
- a) Skriv den balanserte reaksjonsligningen for reaksjonen i titrerkolben.
- b) Bruk kjemielevens data til å finne den eksperimentelle verdien av  $K_{sp}$ . Sammenlign denne med tabellverdien.
- c) Pek på minst tre svakheter i det eleven gjorde for å bestemme  $K_{sp}$ -verdien. Foreslå tre forbedringer i metoden for å redusere usikkerhet og feilkilder.

## Oppgave 9

Denne oppgaven handler om produksjonen av litium, Li, i industriell skala. Litium brukes i økende grad i batteriproduksjon. Litium blir hovedsakelig utvunnet ved to forskjellige metoder. Det kan hentes ut av saltrikt grunnvann med høy litiumkonsentrasjon, eller det kan utvinnes ved gruvedrift, hvor steiner knuses. I dag er over 80 % av litiumproduksjonen utvinning fra saltrikt grunnvann, heretter kalt saltlake. Begge metodene gir sluttproduktet litiumkarbonat,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , som er egnet for frakt.

### Utvinning fra saltlake

Litiumholdig saltlake finner vi nesten utelukkende i høyfjellet i Sør-Amerika. Saltlaken pumpes til store utendørs fordampningsbassenger, hvor saltlaken oppbevares til saltinnholdet er høyt nok til at man kan hente ut litium, rundt 300–7000 ppm. Figur 11 viser en skisse av fordampningsbassenger. Underveis filtreres saltlaken flere ganger med store mengder vann for å fjerne flere uønskede ioner som finnes i saltlaken. Et uønsket ion i saltlaken er magnesiumion,  $\text{Mg}^{2+}$ . Dette fjernes ved tilsetning av natriumkarbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , i siste trinn. I dette trinnet dannes også  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .



- A: bilveier
- B: fordampningsbassenger
- C: pumper og vannrør

Figur 11

### Utvinning fra gruver

Det viktigste råstoffet i gruveproduksjon av litium er mineralet spodumen,  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ , som har et Li-innhold på 1–3 %. Spodumen finnes i store deler av verden.

Spodumen varmes opp til  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  for å gjøre litiumet mer tilgjengelig. Deretter kjøles mineralet ned og finknuses. Finmalt spodumen varmes opp til  $250\text{ }^\circ\text{C}$  og tilsettes konsentrert svovelsyre, slik at det dannes litiumsulfat,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . Denne blandingen renses før det tilsettes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , slik at det dannes  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

### Videreforedling av $\text{Li}_2\text{CO}_3$

Litium selges og fraktes som  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ . Før man kan framstille Li-metall, må  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  omdannes til litiumklorid,  $\text{LiCl}$ . Li-metall kan nå framstilles ved å elektrolysere en smelte av  $\text{LiCl}$ .  $\text{LiCl}$  er vanntiltrekkende og giftig.

(oppgaven fortsetter på neste side)

Skriv en kjemifaglig tekst om denne produksjonen. Besvarelsen din skal ta utgangspunkt i produksjonen av litium i industriell skala, og du skal gjøre rede for og drøfte ett eller flere av punktene under:

- utvinningsmetoder
- risiko, sikkerhet og miljømessige konsekvenser ved produksjon
- framstilling av rent metallisk litium fra litiumkilder
- løselighet
- å dekke Li-behov i det grønne skiftet

Svaret ditt bør inneholde reaksjonsligninger, utregninger eller figurer der det er relevant for svaret ditt. Svaret ditt skal være på omtrent 200–250 ord.