

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	1 Tabeller og formler i kjemi – REA3046 Kjemi 2 2 Eget svarark for oppgave 1 og 2
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 2: Eget svarark for oppgave 1 og 2 finner du bakerst i oppgavesettet.
Informasjon om oppgave 1 og oppgave 2	Oppgave 1 har 12 flervalgsoppgaver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Oppgave 2 har åtte påstander med svaralternativene rett og feil. Blankt svar på oppgave 1 og 2 er likeverdig med feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ. Skriv svarene for oppgave 1 og 2 på eget svarark i vedlegg 2, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svararket skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.
Informasjon om vurderingen	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. De to delene av svaret, del 1 og del 2, blir vurdert under ett. Se eksamensveiledningen med vurderingskriterier til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.

Vurdering og vekting	<p>Del 1 teller omtrent 40 prosent, og del 2 teller omtrent 60 prosent av hele settet. Vektingen tilsvarer omtrent tidsbruken.</p> <p>På del 1 er forventet tidsbruk på oppgave 1, 2 og 3 til sammen 1 time og på oppgave 4 og 5 til sammen 1 time.</p> <p>Vektingen på del 2 er fordelt omtrent likt på oppgave 6, 7, 8 og 9, omtrent 45 minutter per oppgave. Deloppgavene på oppgave 6, 7 og 8 vektet omtrent likt.</p> <p>Alle oppgaver med unntak av oppgave 1 og 2 vil kreve begrunnelse av svaret.</p> <p>Noen oppgaver vil kunne løses på ulike måter, siden du selv velger hvilke problemstillinger du vil drøfte. Dette gjelder særlig oppgave 9. Ulike tilnærminger kan derfor gi like høy måloppnåelse.</p> <p>Se eksamensveiledningen på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>
Kilder	<p>Se kildeliste på side 51.</p> <p>Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.</p>

Del 1

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

Oppgave 1. Flervalgsoppgaver

a) Syrer og baser

Hva er den korresponderende basen til natriumdihydrogenfosfat, NaH_2PO_4 ?

- A H_3PO_4
- B H_2PO_4^-
- C HPO_4^{2-}
- D PO_4^{3-}

b) Syrer og baser

En basisk løsning med pH på omtrent 9 ble laget ved å løse 1 mol av et salt i 1 liter vann.

Hvilket salt ble løst i vann?

- A NaHSO_4
- B NaCH_3COO
- C NaOH
- D NaCl

c) Buffer

Hvilken kombinasjon av stoffer løst i vann kan gi en buffer?

- A NaOH og HNO_3
- B NaOH og NaNO_3
- C NaOH og NaNO_2
- D NaOH og NH_4Cl

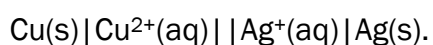
d) Redoksreaksjoner

Hvilken redoksreaksjon er spontan?

- A $\text{Sn}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Sn} + \text{Zn}^{2+}$
- B $2\text{Na}^+ + \text{Fe} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Fe}^{2+}$
- C $2\text{Ag} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{Ni}$
- D $\text{Cu} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Zn}$

e) Redoksreaksjoner

Cellediagrammet til en galvanisk celle er

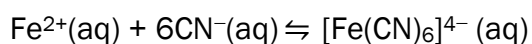


Hvilken påstand om cellen er riktig?

- A Batterikapasiteten påvirkes av massen til sølvelektroden.
- B Når cellen leverer strøm, skjer reaksjonen $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq})$
- C Cellespenningen er ca. 0,46 V.
- D En saltbro som inneholder glukose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, vil fungere godt.

f) Oksidasjonstall

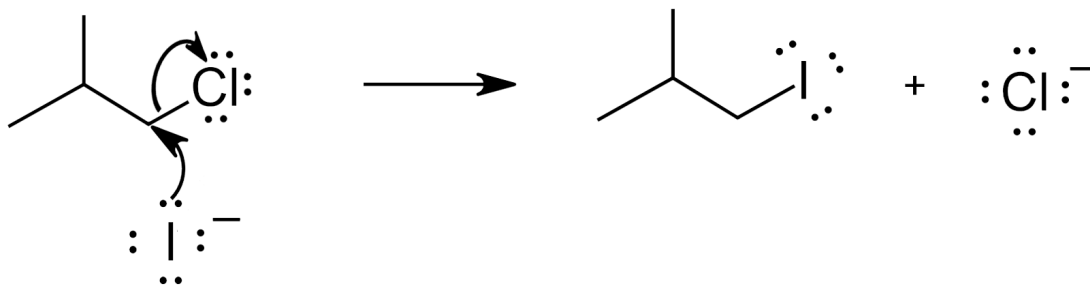
Jernioner, Fe^{2+} , og cyanid, CN^- , kan danne et kompleksion i vann:



Hva er oksidasjonstallet til jern i $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$?

- A +II
- B +III
- C +V
- D +VI

g) Organisk kjemi



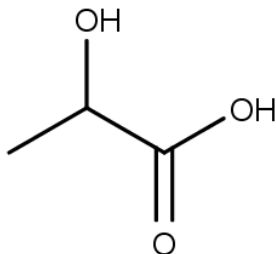
Figur 1. Reaksjonsmekanisme

Ta utgangspunkt i reaksjonsmekanismen i figur 1. Hvilken påstand er riktig?

- A Reaksjonen er en addisjonsreaksjon.
- B I⁻ overfører et elektronpar til klor slik at det dannes Cl⁻.
- C I⁻ fungerer her som en elektrofil.
- D Elektronparet i C-Cl-bindingen overføres til klor slik at det dannes Cl⁻.

h) Biologiske makromolekyl

Melkesyre, vist i figur 2, kan brukes som monomer til å lage en bioplastpolymer.



Figur 2. Melkesyre

Hvilken påstand om polymeren er riktig?

- A Det vil dannes en addisjonspolymer med sidegrupper av metyl (-CH₃).
- B Det vil dannes en addisjonspolymer med sidegrupper av hydroksyl (-OH).
- C Det vil dannes en kondensasjonspolymer med sidegrupper av metyl (-CH₃).
- D Det vil dannes en kondensasjonspolymer med sidegrupper av hydroksyl (-OH).

k) Løselighet

Hvilket av følgende salter er *minst* løselig i vann?

- A kalsiumnitrat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- B bly(II)karbonat, PbCO_3
- C natriumkarbonat, Na_2CO_3
- D kvikksølv(I)karbonat, Hg_2CO_3

l) Usikkerhet og feilkilder

Konsentrasjonen til en saltsyreløsning, $\text{HCl}(\text{aq})$, ble bestemt ved tre parallelle titreringer med en løsning av natriumhydroksid, $\text{NaOH}(\text{aq})$. I ettertid viste det seg at konsentrasjonen av $\text{NaOH}(\text{aq})$ var lavere enn oppgitt.

Vurder om disse påstandene er riktige:

- i) Dette er et eksempel på en tilfeldig feil.
- ii) Den beregnede konsentrasjonen av $\text{HCl}(\text{aq})$ ble for høy.

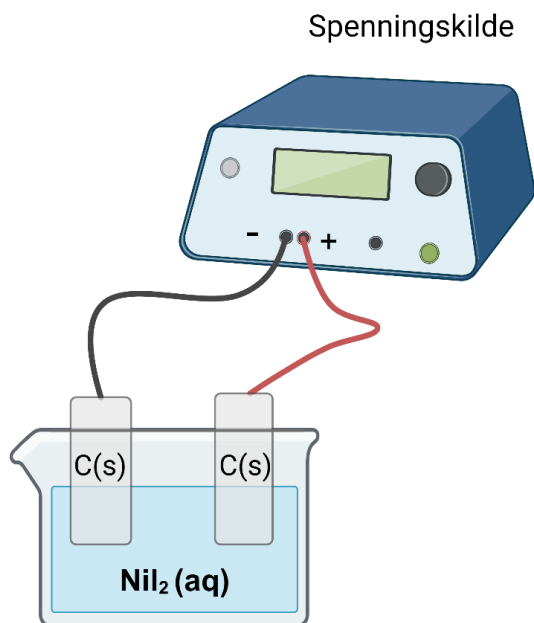
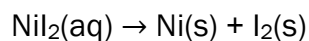
Hvilke av påstandene er riktige?

- A bare i
- B bare ii
- C begge to er riktige
- D ingen er riktige

Oppgave 2 Rett/feil-oppgaver

a) Redoksreaksjoner

Saltet nikkell(II)jodid, $\text{NiI}_2(\text{s})$, ble løst i et kar med rent vann. To elektroder av grafitt ble koblet til en justerbar spenningskilde, slik figur 4 viser. Spenningen ble økt til denne reaksjonen begynte:



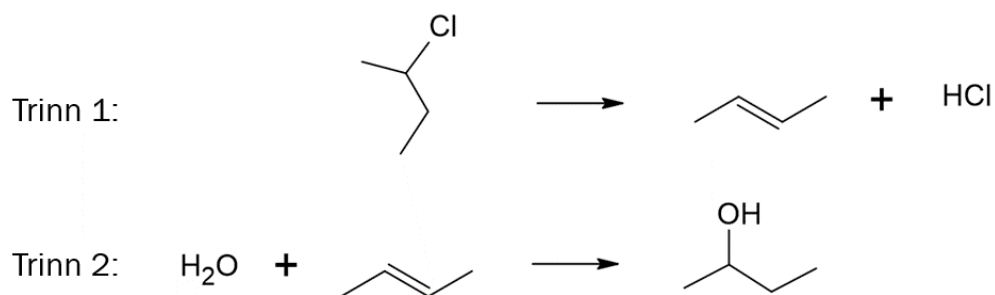
Figur 4. Elektrolyse av NiI_2 med to elektroder av grafitt, $\text{C}(\text{s})$, koblet til justerbar spenningskilde.

Vurder om hver av påstandene er rett eller feil, og kryss av på svararket.

- I Det dannes nikkelmetall ved den positive elektroden.
- II Elektrolysen krever en spenning på minst 0,80 V.
- III For å danne 60 g nikkell trengs det ca. 2,0 mol elektroner.
- IV I elektrolysen blir jodid, I^- , redusert.

b) Organiske reaksjoner

Figur 5 viser en syntese i to trinn.



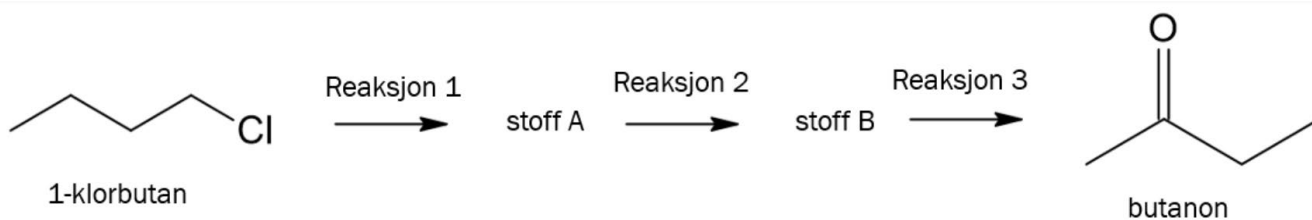
Figur 5. Syntese av 2-klorbutan til butan-2-ol

Vurder om hver av påstandene er rett eller feil, og kryss av på svararket.

- I Trinn 1 er en addisjonsreaksjon.
- II Reaksjonen i trinn 2 kan gi to ulike produkter og dermed redusere utbyttet i syntesen.
- III Destillasjon kan brukes til å fjerne rester av vann i reaksjonsblandingen etter trinn 2.
- IV Produktet etter trinn 2 kan oksideres til et keton.

Oppgave 3

For å danne butanon fra 1-klorbutan skjer det en syntese i tre trinn, som vist i figur 6. I løpet av syntesen skjer det en oksidasjon, eliminasjon og addisjon. Du skal sortere disse i riktig rekkefølge.



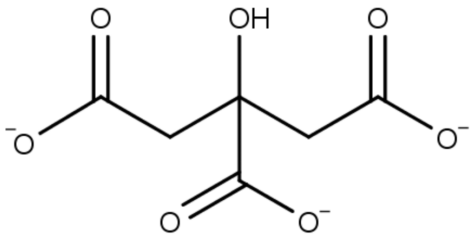
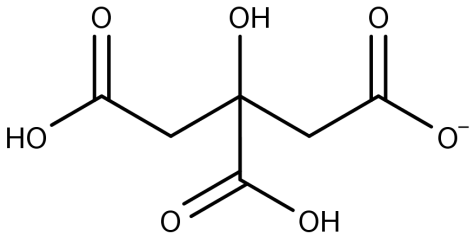
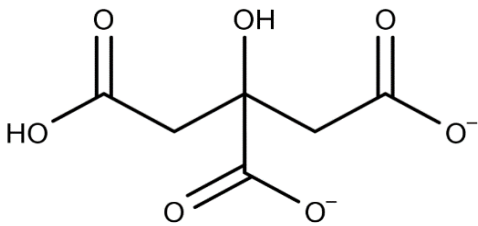
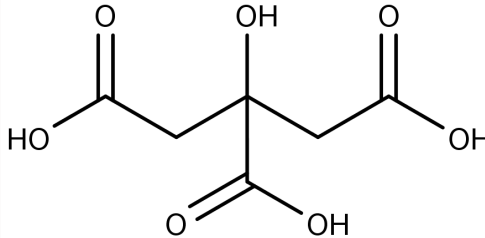
Figur 6. Syntese av butanon

- skriv reaksjonstypene for reaksjon 1, 2 og 3
- tegn strukturformlene til stoff A og B

Oppgave 4

Huden vår har en naturlig pH på cirka 5,5. De rengjørende ingrediensene i såpe og sjampo er ofte basiske stoffer, så for å gi produktene ønsket pH tilsetter man ofte sitronsyre eller natriumsalter av sitronsyre, se tabell 1.

Tabell 1. Strukturformlene for sitronsyre og natriumsalter av sitronsyre

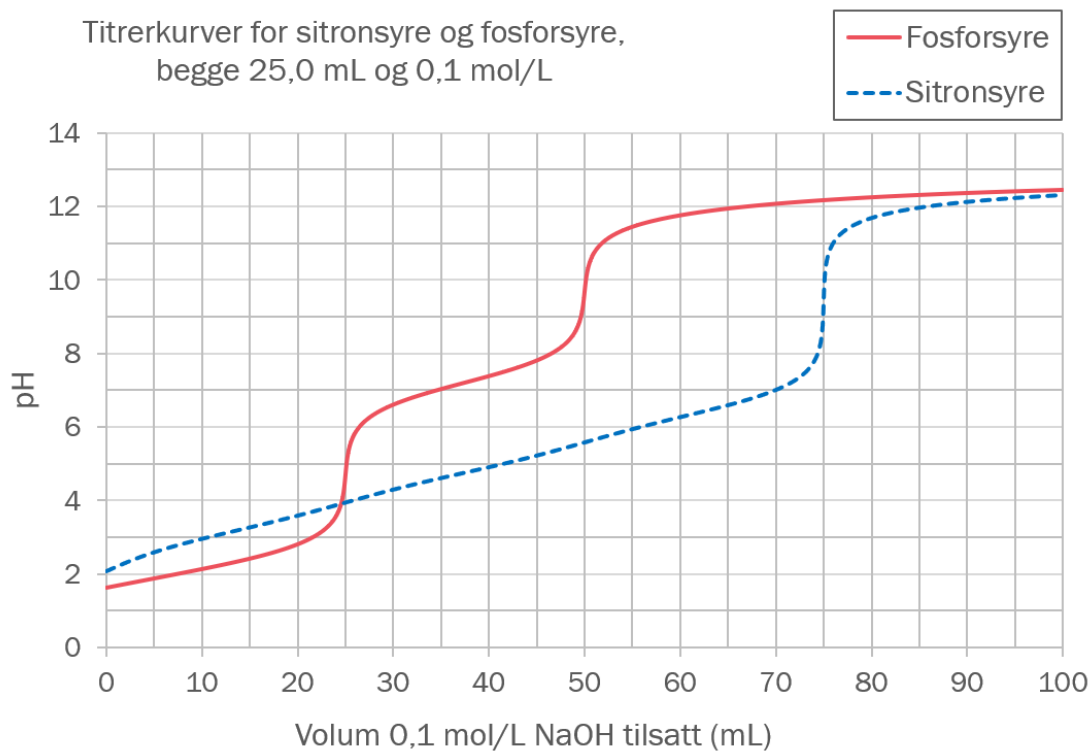
A Trinatriumsitrat	B Natriumdihydrogensitrat
3Na^+ 	Na^+ 
C Dinatriumhydrogensitrat	D Sitronsyre
2Na^+ 	

- a) Vurder om alle stoffene i tabellen ovenfor kan brukes til å senke pH-verdien i en såpeblanding.
- b) Du har laget en buffer ved å blande 1 mol dinatriumhydrogensitrat (C) med 1,5 mol trinatriumsitrat (A) og fortynnet med vann til 1,0 L. Så tilsetter du 0,7 mol NaOH(s).

Vurder om du fortsatt er innenfor bufferområdet.

- c) Figur 7 viser to titerkurver, en for sitronsyre titrert med natriumhydroksid, NaOH(aq), og en for fosforsyre, H₃PO₄, titrert med NaOH(aq). Begge syrene har konsentrasjonen 0,1 mol/L og volum 25,0 mL. I motsetning til fosforsyre har sitronsyre en gradvis økning fra pH 2 til pH 8.

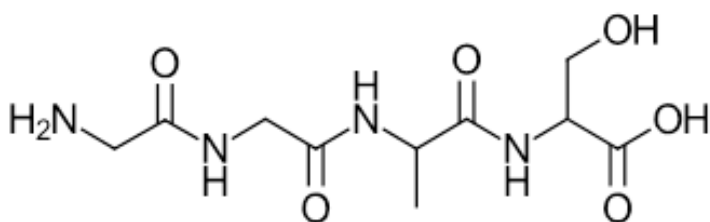
Forklar kort hvorfor det er en slik forskjell.



Figur 7. Titreer kurver for 25,0 mL 0,1 mol/L sitronsyre (stiplet, blå) og 25,0 mL 0,1 mol/L fosforsyre (heltrukken, rød)

Oppgave 5

a) Figur 8 viser et peptid. Hvilke aminosyrer består peptidet av?



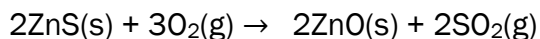
Figur 8. Strukturformelen til et peptid

b) Forklar hvordan en sekundærstruktur kan oppstå i et polypeptid.

Del 2

Oppgave 6

Sinkoksid, ZnO, blir dannet når sinkulfid ZnS reagerer med oksygen, O₂:

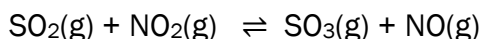


Når 2 mol sinkulfid reagerer med 3 mol oksygen er entalpiendringen, ΔH , lik -883 kJ.

a) Bruk termodynamiske data fra vedlegget til å:

- vise at entropiendringen, ΔS , er -147 J/K når 2 mol sinkulfid reagerer
- undersøke om reaksjonen skjer spontant ved 25 °C

Svoveldioksid, SO₂, reagerer videre i en ny beholder:



Likevektskonstanten K for denne reaksjonen ved en bestemt temperatur er 7,2.

I beholderen er det

0,20 mol/L SO₂

0,75 mol/L NO₂

1,3 mol/L SO₃

1,7 mol/L NO

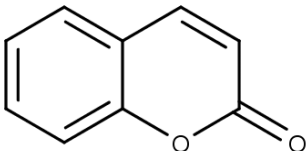
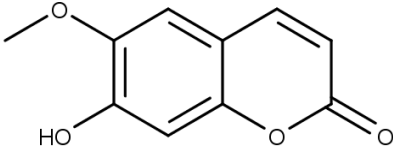
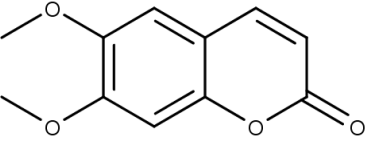
b) Vis at det ikke er likevekt i beholderen. Hvilken vei vil likevekten forskyves?

c) Etter en stund oppnår systemet likevekt. Hva er konsentrasjonen av NO i beholderen nå?

Oppgave 7

Tabellen viser tre forbindelser som man finner i noen planter. Forbindelse C kan syntetiseres fra B.

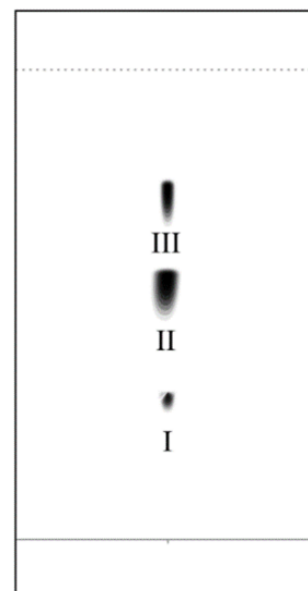
Tabell 2. Planteforbindelser og tabellverdier

Forbindelse A	Forbindelse B	Forbindelse C
Kumarin	Scopoletin	Scoparon
		
$C_9H_6O_2$	$C_{10}H_8O_4$	$C_{11}H_{10}O_4$
$M_m = 146,14 \text{ g/mol}$	$M_m = 192,16 \text{ g/mol}$	$M_m = 206,197 \text{ g/mol}$

- a) Hvilken type reaksjon skjer når forbindelse B reagerer med metanol?
- b) Syntesen startet med 64 g av forbindelse B og et overskudd av metanol. Utbyttet i reaksjonen var 48 %. Hvor mange gram av forbindelse C ble dannet?

En blanding av de tre forbindelsene i tabell 2 ble separert med tynnsjikt-kromatografi, se figur 9. Det er benyttet en polar stasjonær fase og en upolar mobil fase.

- c)
- Finn ut hvilken av forbindelsene som har lavest retardasjonsfaktor, R_f , se figur 9.
 - Tegn en skisse av hvordan tynnsjiktplaten ville ha sett ut dersom man i stedet hadde benyttet en upolar stasjonær fase og en polar mobil fase.

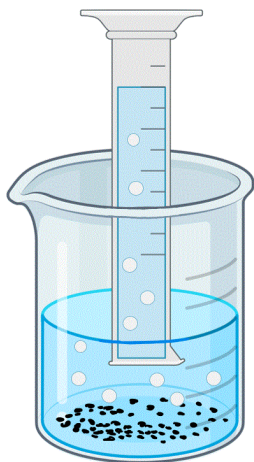


I forbindelse B
II forbindelse C
III forbindelse A

Figur 9. Tynnsjiktplate

Oppgave 8

En klasse fikk i oppgave å finne masseprosenten til mangan, Mn(s) , i en legering. De fikk også opplyst at av metallene i legeringen var det bare mangan som ville reagere med saltsyre, HCl(aq) , og at det ville bli dannet en gass når mangan reagerte med saltsyre.



Figur 10. Oppsamling av gassbobler i målesylinder

En gruppe elever løste oppgaven slik:

- 1 De veide opp små biter av legeringen, til sammen 1,376 g.
- 2 De målte opp 100 mL 3,0 mol/L HCl(aq) med en målesylinder.
- 3 De tømte HCl -løsningen over i et begerglass og la bitene i løsningen.
- 4 De samlet opp gassbobler fra reaksjonen i en 100-mL-målesylinder fylt med vann og snudd opp ned, som vist i figur 10.

Da boblingen stoppet, hadde de samlet opp 72 mL gass.

- a) Ta utgangspunkt i halvreaksjoner fra spenningsrekka. Skriv en balansert reaksjonsligning for reaksjonen mellom saltsyre og mangan.

Det molare volumet til en gass ved romtemperatur er 24,5 L/mol.

- b) Bruk dataene som elevene fant, til å finne masseprosenten av mangan i legeringen. (dersom du mangler svar fra oppgave 8a, kan du anta at molforholdet mellom mangan og gass er 1:1)
- c) Diskuter hvilken feilkilde som vil ha størst påvirkning på resultatet, og foreslå én forbedring av gjennomføringen.

Oppgave9

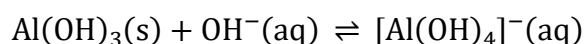
Utslipp av fosforholdig avløpsvann fra landbruk og husholdninger til innsjøer og fjorder kan føre til dårlig vannkvalitet. Det er derfor et krav om rensing av slikt avløpsvann. I Norge fjernes i snitt 66 % av fosforet, og i 2020 var det totale utslippet av fosfor etter rensing 1480 tonn. [1]

Fosfor i ulike fosfatforbindelser er både et viktig næringsstoff for planter og en begrenset ressurs. Avfallet fra rensesprosessen bør derfor gjenvinnes og brukes som gjødsel og til jordforbedring i landbruket.

Kjemisk rensing

I mange renselanlegg fjernes fosforforbindelser ved kjemisk rensing. Avløpsvannet tilsettes lettløselig aluminiumsulfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, og fosfor blir felt ut i form av fosfat, PO_4^{3-} . Avløpsvannet er svakt surt, og mye av fosforet finnes som dihydrogenfosfat, H_2PO_4^- (aq). Derfor tilsettes avløpsvannet natriumhydroksid, NaOH, til pH cirka 12 før man tilsetter aluminiumsulfat. Natriumhydroksid, NaOH, framstilles i stor skala ved elektrolyse av en vannløsning av natriumklorid, NaCl.

For å få felt ut tilstrekkelig mengde fosfat fra avløpsvannet må man i praksis bruke minst dobbel stoffmengde aluminium i forhold til fosfat. Det er fordi ionene av aluminium også binder seg til blant annet OH^- . Saltet aluminiumhydroksid, $\text{Al}(\text{OH})_3$, har lavest løselighet ved pH 5,7–6,7 og løses både i sure og basiske løsninger. Ved høy pH innstiller denne likevekten seg:



Før det rensede vannet slippes ut, må pH-en reguleres ned. [2]

Biologisk rensing

Det er nylig blitt utviklet en ny rensesprosess der fosforforbindelser blir rensed ved hjelp av fosforspisende bakterier. Bakteriene vokser på små plastbiter som avløpsvannet føres gjennom. På plastbitene danner det seg en fosforholdig biofilm som etter hvert løsner og blir en del av avløpsslammet. Fosforet gjenvinnes fra slammet som struvitt. Struvitt er en krystall bestående av ammonium, magnesium og fosfat, $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. En fordel med denne rensesprosessen er at man reduserer bruken av kjemikalier kraftig. I tillegg kan fosforet som gjenvinnes gjennom denne prosessen, lettere tas opp av plantene enn fosfor som felles ut ved kjemisk rensing. [3]

Skriv en kjemifaglig tekst som tar utgangspunkt i fjerning av fosfor fra avløpsvann. Du skal bruke kjemikompetansen din til å gjøre rede for og drøfte ett eller flere av punktene nedenfor:

- fellingsreaksjoner i den kjemiske rensesprosessen
- behovet for pH-regulering i den kjemiske rensesprosessen
- kjemikaliemengden i rensesprosessene med bakgrunn i prinsippene for grønn kjemi
- sammenligne rensesprosessene med bakgrunn i prinsippene for grønn kjemi

Svaret ditt bør inneholde reaksjonsligninger, utregninger eller figurer der det er relevant. Svaret bør være på omtrent 250 ord.