

Eksamen

24.11.2025

REA3046 Kjemi 2



Se eksamenstips på baksiden!

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timar. Del 1 skal leverast inn etter 2 timar. Del 2 skal leverast inn seinast etter 5 timar. Du kan begynne å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.
Tillatne hjelpemiddel under eksamen	Del 1: skrivesaker, passar, linjal og vinkelmålar Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå ope internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemiddel under eksamen, har du ikkje lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måtar å utveksle informasjon med andre på er ikkje tillatne. Du kan ikkje bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarande teknologi.
Bruk av kjelder	Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal du alltid føre dei opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei. Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel på både lærebøker og annan litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	1 Tabellar og formalar i kjemi – REA3046 Kjemi 2 2 Eige svarark for oppgåve 1 og 2
Vedlegg som skal leverast inn	Vedlegg 2: Eige svarark for oppgåve 1 og 2 finn du bakerst i oppgåvesettet.
Informasjon om oppgåve 1 og oppgåve 2	Oppgåve 1 har 12 fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre eitt rett svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve. Oppgåve 2 har åtte påstandar med svaralternativa rett og feil. Blankt svar på oppgåve 1 og 2 er likeverdig med feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med eitt svaralternativ. Skriv svara for oppgåve 1 og 2 på eige svarark i vedlegg 2, som ligg heilt til sist i oppgåvesettet. Svararket skal rivast laus frå oppgåvesettet og leverast inn. Du skal altså ikkje levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.
Informasjon om vurderinga	Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret. Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt. Sjå eksamensrettleiinga med vurderingskriterium til sentralt gitt skriftleg eksamen. Eksamensrettleiinga finn du på nettsidene til Utdanningsdirektoratet.

Vurdering og vekting	Del 1 tel omtrent 40 prosent, og del 2 tel omtrent 60 prosent av heile settet. Vektinga tilsvarear omtrent tidsbruken. På del 1 er forventa tidsbruk på oppgåve 1, 2 og 3 til saman 1 time og på oppgåve 4 og 5 til saman 1 time. Vektinga på del 2 er fordelt omtrent likt på oppgåve 6, 7, 8 og 9, omtrent 45 minutt per oppgåve. Deloppgåvene på oppgåve 6, 7 og 8 blir vekta omtrent likt. Alle oppgåvene med unntak av oppgåve 1 og 2 vil krevje grunngiving av svaret. Nokre oppgåver vil kunne løysast på ulike måtar, sidan du sjølv vel kva problemstillingar du vil drøfte. Dette gjeld særleg oppgåve 9. Ulike tilnærmingar kan derfor gi like høg måloppnåing. Sjå eksamensrettleiinga på nettsidene til Utdanningsdirektoratet.
Kjelder	Sjå kjeldeliste på side 56. Andre grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Skriv svara for oppgåve 1 og 2 på eige svarskjema i vedlegg 2.
(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

Oppgåve 1 Fleirvalsoppgåver

a) Oksidasjonstal

Alle sambindingane nedanfor inneheld krom.
I kva alternativ har krom oksidasjonstal +V?

- A $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$
- B Cr_2O_5
- C K_2CrO_4
- D $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

b) Redoksreaksjon

Ei løysning inneheld eit oppløyst salt. Det blir bobla hydrogengass, $\text{H}_2(\text{g})$, gjennom løysninga, og det skjer ein reaksjon.

Kva for eit salt er det i løysninga?

- A natriumklorid, NaCl
- B mangan(II)klorid, MnCl_2
- C kopar(II)klorid, CuCl_2
- D nikkel(II)klorid, NiCl_2

c) Syrer og basar

Kva for ei av desse vassløysningane vil ha pH nærmast 8?

- A 1 mol/L $\text{NaOH}(\text{aq})$
- B 1 mol/L $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
- C 1 mol/L $\text{HNO}_3(\text{aq})$
- D 1 mol/L $\text{NaCH}_3\text{COO}(\text{aq})$

d) Buffer

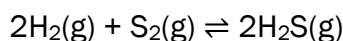
Ein buffer er laga ved å løyse fast natriumhydroksid, NaOH, i ei løysning av eddiksyre, CH₃COOH. pH i bufferløysninga er 5,46.

Kva for ei av desse påstandane om denne bufferen er rett?

- A $\frac{[\text{basisk komponent}]}{[\text{sur komponent}]} = \frac{1}{5}$
- B Øvre buffergrense er 6,46.
- C $[\text{sur komponent}] < [\text{basisk komponent}]$
- D OH⁻ er basisk bufferkomponent.

e) Likevekt

0,10 mol H₂(g) og 0,10 mol S₂(g) blir leidd inn i ein tom behaldar med volumet 1,0 L. Gassane reagerer i ein reversibel reaksjon og dannar H₂S(g). Systemet oppnår likevekt ved høg temperatur:



Kva for ei av radene A–D i tabellen viser rett uttrykk for konsentrasjonane ved likevekt?

	[H ₂]	[S ₂]	[H ₂ S]
Svaralternativ:			
A	0,20 – 2x	0,10 – x	2x
B	0,10 – 2x	0,10 – x	2x
C	0,10 – x	0,10 – x	x
D	0,10 – x	0,10 – x	2x

f) Løysingsevne

Du har ei vassprøve som inneheld sulfation, SO_4^{2-} .
Du feller ut sulfat ved å tilsetje eit anna salt.
Etter utfellinga filtrerer du vassprøva.

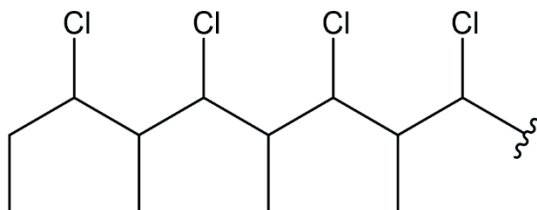
Kva for eit salt eignar seg best som fellingsmiddel?

- A NaCl
- B CuCl_2
- C AgCl
- D CaCl_2

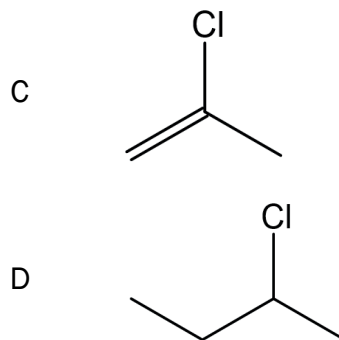
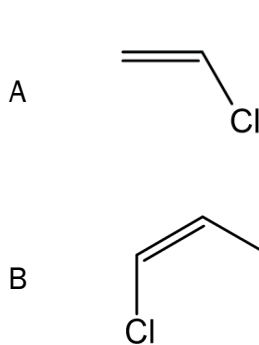


g) Polymerar

Figuren nedanfor viser starten på addisjonspolymeren PVDC. Han held fram mot høgre.



Kva for ein monomer kan brukast for å danne polymeren PVDC?



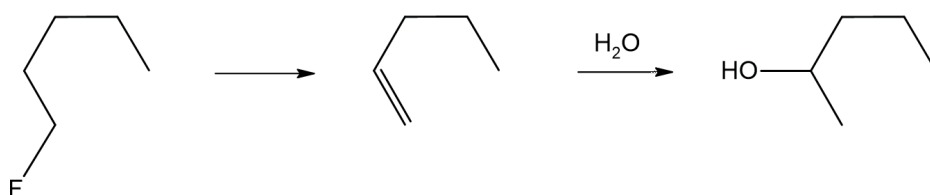
h) Organisk kjemi

Kva for ein av desse reaksjonane kan gi 3-klorpentan som produkt?

- A addisjon av HCl til pent-2-en
- B eliminasjon av HCl frå 2-klorpentan
- C hydrolyse av esteren 3-klorpentyletanat
- D pentan-2-ol som reagerer med HCl i ein substitusjonsreaksjon

i) Organisk kjemi

Nedanfor er ein syntese vist i to trinn.



Kva for nokre reaksjonstypar er viste her?

- A eliminasjon og så kondensasjon
- B addisjon og så kondensasjon
- C eliminasjon og så addisjon
- D eliminasjon og så substitusjon

j) Utbytte

0,16 mol av aminosyra serin reagerte med 0,2 mol av aminosyra glutamat. Etterpå blei blandinga av produkt separert. Utbyttet av dipeptidet med serin og glutamat var 25 %.

Kor mykje hadde blitt danna av dette dipeptidet?

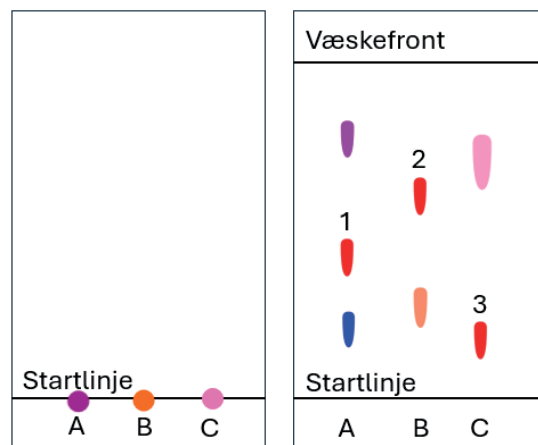
- A 0,04 mol
- B 0,05 mol
- C 0,08 mol
- D 0,09 mol

k) Kromatografi

For å finne ut kva fargestoff som var brukte i nokre tusjar, blei det gjennomført papirkromatografi. Figur 1 viser papiret ved start og etter kromatograferinga.

Her er to påstandar om resultatet:

- i) Flekkane merkte 1, 2 og 3 ser like ut og fargestoffa i desse flekkane har difor same strukturformel.
- ii) Tusj A er ei blanding av to ulike fargestoff.



Vurder om påstandane ovanfor er rette eller ikkje.

- A Ingen er rette.
- B Berre i) er rett.
- C Berre ii) er rett.
- D Begge er rette.

Figur 1.

Tynnsjiktplate før og etter kromatograferinga

l) Grøn kjemi

Esteren etyletanat har ei lang rekkje bruksområde og har til no vore produsert frå fossile karbonkjelder. Ein ny synteseveg i fleire trinn bruker bioetanol som utgangsstoff. I tillegg treng ein berre eit oksidasjonsmiddel og konsentrert svovelsyre for å lage produktet.

Her er to påstandar om grøn kjemi og denne syntesen:

- i) Vi bruker fornybare ressursar ved bruk av bioetanol.
- ii) I syntesen blir det berre brukt trygge kjemikaliar.

Vurder om påstandane ovanfor er rette eller ikkje.

- A Ingen er rette.
- B Berre i) er rett.
- C Berre ii) er rett.
- D Begge er rette.

Oppgave 2 Rett/feil-oppgåver

a) Spontanitet

Tabell 1. Termodynamiske data for oppløysing av salt i vatn ved temperaturen 298 K.

Reaksjonslikning		Endring i entalpi ΔH i kJ/mol	Produktet av temperatur og entropiendring $T \cdot \Delta S$ i kJ/mol	Endring i fri energi ΔG i kJ/mol
A	$\text{LiF(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{Li}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$	4,9	−10,8	15,7
B	$\text{KBr(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$	19,8	26,5	−6,7
C	$\text{CsI(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{Cs}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$	33,6	36,1	−2,5

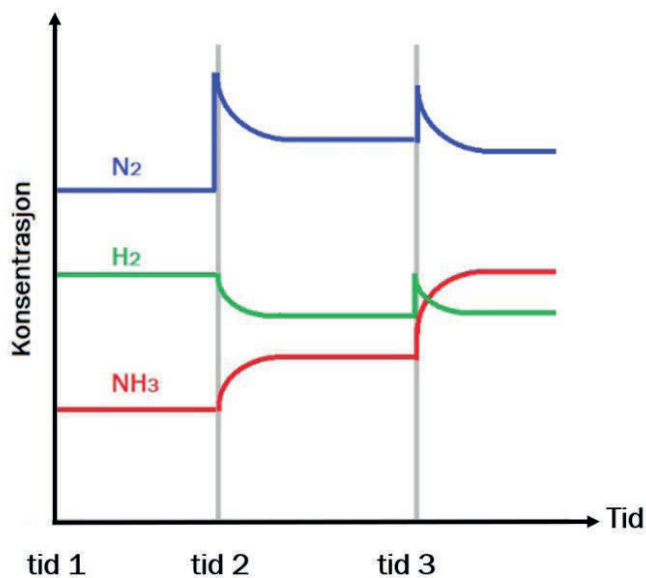
Vurder om kvar av påstandane er rett eller feil, og kryss av på svararket.

- I Når KBr(s) blir løyst i vatn, vil temperaturen i vatnet stige.
- II Når reaksjon C skjer, aukar entropien i systemet.
- III Ingen av salta blir løyste spontant i vatn ved 298 K.
- IV Ved 25 °C vil endringa i fri energi for reaksjon C vere mindre enn 0.

b) Likevekter

I ein lukka behaldar har du ei blanding av nitrogen, $N_2(g)$, hydrogen, $H_2(g)$, og ammoniakk, $NH_3(g)$. Ammoniakk er produktet i reaksjonen.

Figur 2 viser konsentrasjonen av gassane i behaldaren ved ulike tidspunkt.



Figur 2. Reaksjonsforløp

Vurder om kvar av påstandane er rett eller feil, og kryss av på svararket.

- I Likevektskonstanten blir skrive slik: $K = \frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$
- II Ved tid 1 er det likevekt mellom gassane i behaldaren.
- III Ved tid 2 blir det tilført nitrogengass til behaldaren. Då er reaksjonskvotienten $Q < K$.
- IV Ved tid 3 aukar trykket i behaldaren.

Oppgåve 3

Amylase er ei gruppe enzym som bryt ned stivelse i fordøyinga. Spytt inneheld amylase, noko som gjer at fordøyinga startar allereie i munnhola.

Stivelse kan påvisast med jodløysning. Jod vil farge ei stivelsesløysning blåsvart. Dersom det ikkje er stivelse til stades, vil løysninga bli gulbrun.

I eit forsøk skulle elevane observere enzymaktiviteten til amylase ved ulike temperaturar, stivelseskonsentrasjonar og spyttmengder.

Spytt, stivelsesløysning og vatn blei blanda samstundes i tre ulike reagensrøyr, sjå tabell 2. Røyra stod i vassbad med ulik temperatur. Etter to minutt blei det tilsett same mengde jodløysning til alle røyra, og det blei ein tydeleg forskjell i fargen mellom dei tre røyra.

Tabell 2. Oversikt over forsøksvilkår

	Røyr 1	Røyr 2	Røyr 3
Temperatur, °C	37	37	95
Andel stivelse	1 %	0,1 %	1 %
Andel spytt	9 %	90 %	90 %

Ranger reagensrøyra etter kor mørk fargen blei etter tilsetjing av jodløysning. Start med den lysaste løysninga. Grunngi svaret ditt.

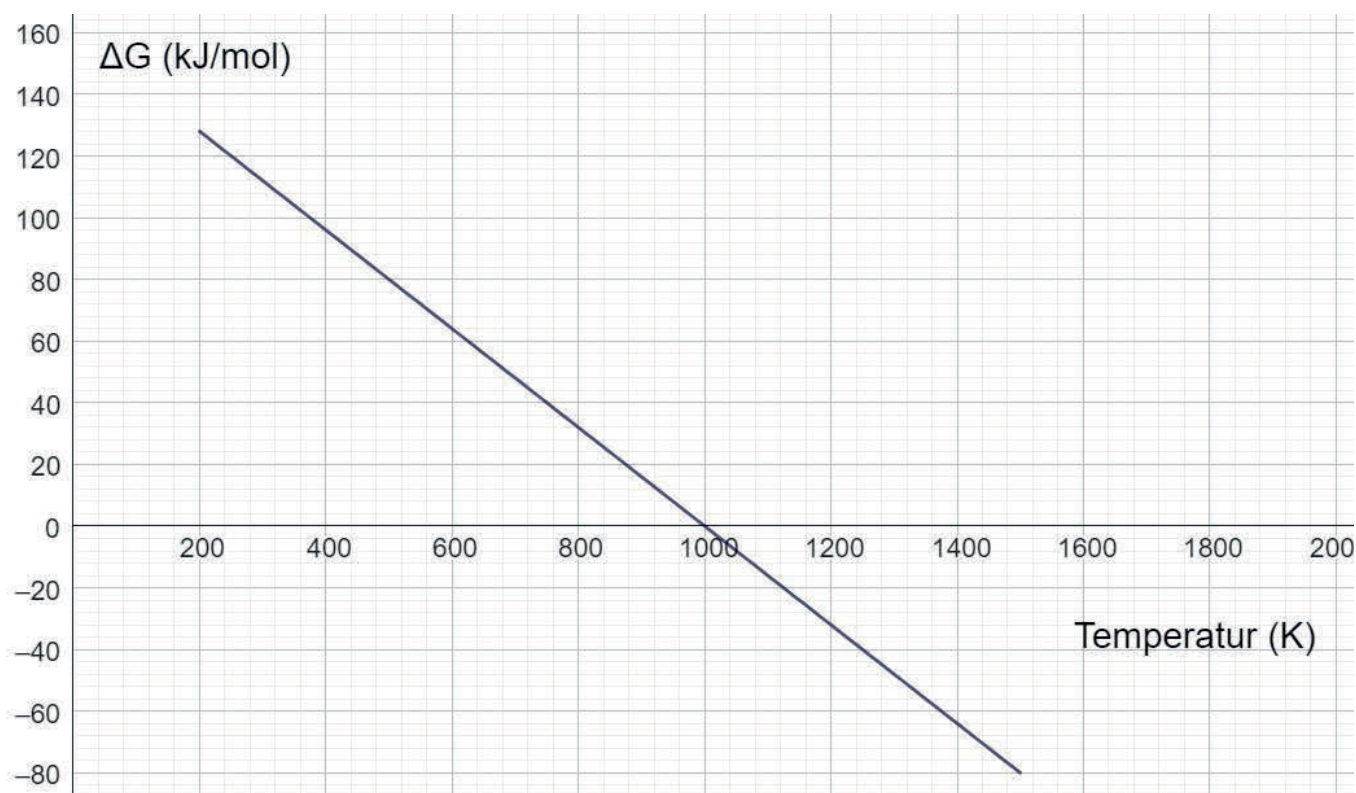
Oppgave 4

Kalsiumkarbonat, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, er den mest utbreidde og mest utnyttede kalsiumsambindinga i jordskorpa. Kalsiumkarbonat er ein hovudbestanddel i kalkstein og er viktig for tenner og skjelett. Kalsiumkarbonat kan under bestemte vilkår dekomponere til kalsiumoksid, CaO , og karbondioksid, CO_2 :



- a) Bruk reaksjonslikninga til å grunngi at entropiendringa, ΔS , for reaksjonen er positiv.

Figur 3 viser korleis endringa i fri energi, ΔG , avheng av temperaturen for dekomponeringa av kalsiumkarbonat frå 200 K til 1500 K.



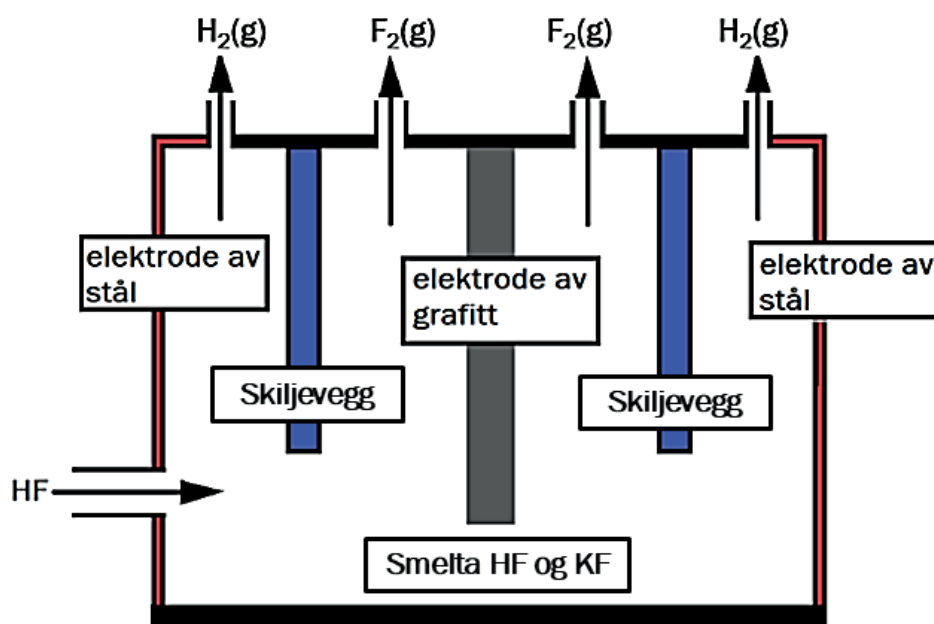
Figur 3. Endring i fri energi, ΔG , som funksjon av temperatur.

- b) Bruk figur 3 til å avgjere ved kva temperaturar kalsiumkarbonat spontant vil dekomponere.

Oppgåve 5

Fluor, F_2 , kan framstillast gjennom elektrolyse av ei blanding av smelta hydrogenfluorid, HF, og kaliumfluorid, KF. I elektrolysen blir det også danna hydrogen, H_2 .

Figur 4 viser ei forenkla skisse av elektrolysekaret. Ytterveggane av stål fungerer som den eine elektroden, og i karet er det plassert ein elektrode av grafitt. Fluorgass og hydrogengass blir leidd ut gjennom egne røyr.



Figur 4. Elektrolyse av hydrogenfluorid og kaliumfluorid.

- Skriv halvreaksjonen for reaksjonen som skjer ved grafittelektroden.
- Avgjer kva for ein elektrode som er katode i elektrolysekaret.
- Kor mange gram fluor kan maksimalt dannast dersom det blir danna 4 g hydrogen?

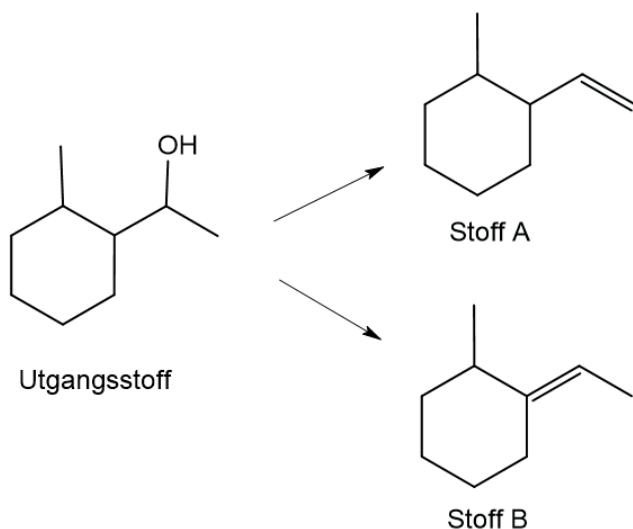
Del 2

Oppgave 6

- a) Berekn pH i ei 0,80 mol/L løysning av salpetersyring, HNO_2 .
- b) Til 1,0 L av løysninga i a) blir det tilsett 8,0 g natriumhydroksid, NaOH .
- Kva er syre og base i dette buffersystemet?
 - Berekn pH i bufferen som blir danna.
- c) Ein elev lagar ein annan buffer ved å blande 10,0 g $\text{NH}_4\text{Cl(s)}$ i 500 mL 0,70 mol/L ammoniakkløysning, $\text{NH}_3(\text{aq})$. Du kan gå ut frå at volumet ikkje endrar seg. Berekn stoffmengda sterk base denne bufferen toler.

Oppgåve 7

Nedanfor blir det vist produkt som *kan* dannast ved eliminasjon av vatn frå utgangsstoffet.



Tabell 3. Informasjon om stoffa.

	Kjemisk formel	Molar masse, g/mol	Kokepunkt-intervall, �C *
Utgangsstoff	C ₉ H ₁₈ O	142,2	201–217
Stoff A	C ₉ H ₁₆	124,2	137–151
Stoff B	C ₉ H ₁₆	124,2	148–162

* Kokepunktene er ikkje eintydig bestemte.

- I ein syntese startar du med 5,00 g av utgangsstoffet. Det blir danna 2,30 g av stoff B, som er det ønskete produktet. Berekn det prosentvise utbyttet av stoff B.
- Reaksjonen er syrekatalysert og har eit karbokation som reaktivt mellomprodukt. Bruk det du kan om elektrostatiske krefter til   vise korleis karbokationet blir danna.
- Etter ein syntese har du ei blanding av utgangsstoffet, stoff A og stoff B. Vurder om det er mogleg   separere blandinga med ein kromatografisk metode.

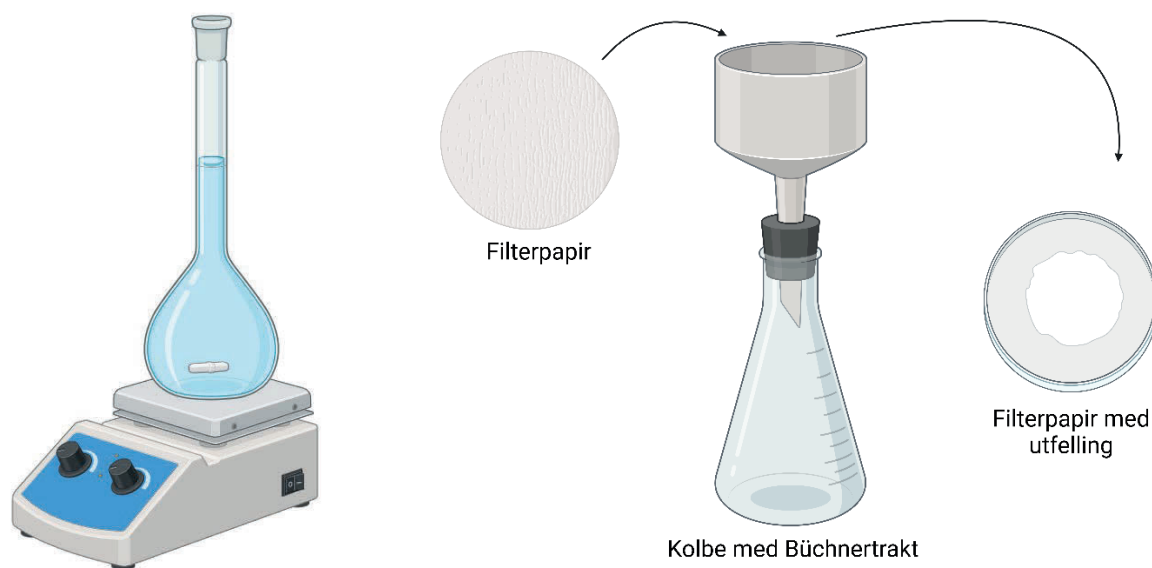
Oppgave 8

Ei gruppe elever vil undersøke løysingsevna til vassfritt magnesiumkarbonat, MgCO_3 , ved to ulike pH-verdiar. Løysingsevna blir først undersøkt i reint vatn og deretter i ei bufferløysning som ikkje inneheld nokon av iona i saltet, sjå tabell 4. Begge løysningane har romtemperatur.

Dei utformar denne prosedyren:

1. Veg eit filterpapir. Legg det i ei Büchnertrakt over ein kolbe som vist i figur 5.
2. Veg opp nøyaktig 2,000 g av saltet og overfør det til ein 1000 mL målekolbe. Tilset vatn** til målemerket.
3. Rør blandinga i 2 minutt med ein magnetrørrar.
4. Fjern røremagneten og filtrer blandinga. Skyl målekolben med 200–300 mL vatn** for å få alle restar av uoppløyst salt over til filteret.
5. Lat filterpapiret med det uoppløyste saltet tørke, og veg det etter tørking.

** For undersøkinga ved pH 2,5 blir vatn erstatta med bufferløysning.



Figur 5. Utstyr brukt i forsøket

Tabell 4. Oversikt over løysningar og resultat.

	Buffer	Vatn
pH-verdi	2,5	7
Vekt av filterpapir (g)	0,842	0,968
Vekt av filterpapir og salt etter tørking (g)	2,517	2,772

- Berekn løysingsevna til saltet ved begge pH-verdiane, og forklar kvifor løysingsevna ikkje er lik. Oppgi svara i mol/L.
- Rekn ut løysingsevna til MgCO_3 i reint vatn ved å bruke K_{sp} -verdien frå tabellvedlegget. Drøft eventuelle avvik frå den eksperimentelle verdien du fann i oppgåve a).
- Kva kan elevane gjere for å få meir pålitelege resultat? Foreslå minst éi forbetring av prosedyren.

Oppgave 9

Mange leiker og hushaldningsartiklar inneheld knappcellebatteri, sjå figur 6. Ein god del av desse blir brukte i gjenstandar som ikkje er barnesikra, som til dømes spelande bursdagskort, fjernkontrollar eller batteridrivne «stearinlys».

Kvart år er det fleire hundre barn som blir alvorleg skadde etter å ha fått i seg slike batteri, ofte i nase, munn eller øyre. Årleg dør fleire barn av skadane. Det farlegaste er dersom batteriet set seg fast i matrøyet, fordi det berre i løpet av få timar kan gi store etseskadar. Batteriet gjer som regel mindre skade dersom det kjem heilt ned i magesekken, sjå figur 7.



Figur 6.
Døme på to knappcellebatteri:
CR2032 litiumbatteri.
Den positive polen er markert.
Diameter: 20 mm
Tjukn: 3,2 mm
Spenning: 3 V
Batterikapasitet: 200 mAh

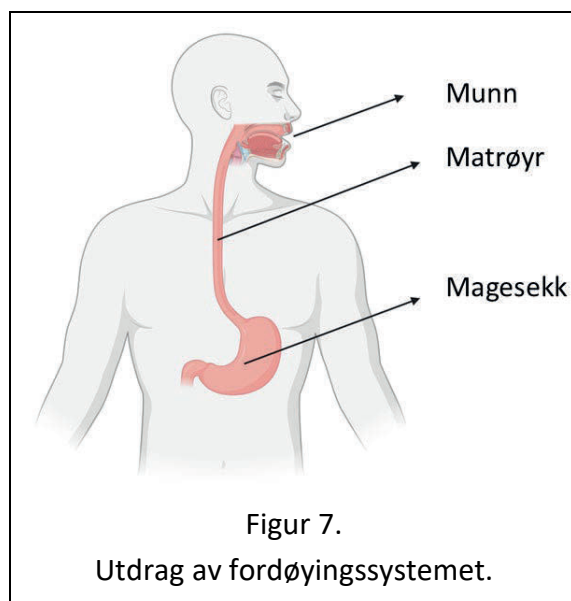
Batteri som gir mykje straum gjer størst skade. Straumen frå batteriet kan elektrolysere vatnet som finst i det fuktige og salthaldige miljøet i matrøyet. Ein har funne ut at etseskadane blir aller størst ved den negative polen til batteriet. [1]

Det viktigaste ein gjer, er å komme så raskt som mogleg til sjukehus for å få fjerna batteriet. Giftinformasjonen anbefaler å gi litt honning fleire gonger inntil ein kjem fram til sjukehuset. [2] Honning er ei litt seig blanding av ulike sukkerartar.

Det er gjort forsøk på matrøyr frå gris som tyder på at jamn tilførsel av sitronjuice (pH 2,2) kan avgrense skadane. [1] (NB: For mykje drikke i magesekken kan gi problem om ein må leggjast i narkose for fjerning av batteriet.)

Det kan vere vanskeleg å sjå forskjell på brannskadar og etseskadar, og ein har lurt på om skadane kan komme av at det blir utvikla varme når OH^- blir nøytralisert av H^+ i matrøyet:
$$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad , \Delta H = -57 \text{ kJ/mol}$$

Du kan gå ut frå at matrøyet hos eit barn veg rundt 35 g. Den spesifikke varmekapasiteten til vevet i matrøyet er $3,50 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$. [3]



Figur 7.
Utdrag av fordøyingssystemet.

Skriv ein kjemifagleg tekst som tek utgangspunkt i informasjonen på førre side. Du skal bruke kjemikompetansen din til å gjere greie for og drøfte eitt eller fleire av punkta nedanfor:

- Skriv likningane for det som skjer når vatnet i matrøyret blir elektrolysert. Kva for nokre skadelege stoff blir danna, og kva for eit av dei ser ut til å gjere aller størst skade? Beskriv eventuelt korleis desse kan reagere med proteina som matrøyret er bygd opp av.
- Kor mykje base kan dannast dersom eit nytt CR2032-batteri (figur 6) blir ståande fast i matrøyret til det er utladd? Kva blir pH dersom du går ut frå at basen blir løyst i 10 mL væske?
- Diskuter kva som kan vere grunnen til at honning og sitronjuice ser ut til å avgrense batteriskadane. Er det rimeleg at batteriet gjer mindre skade i magesekken?
- Vurder om skadane på matrøyret kan komme av varmen som blir frigjord i nøytraliseringsreaksjonen.
- Kva kan skje dersom du dryper øyredropar (0,9 % NaCl) på eit lite batteri som står fast i øyret?

Svaret ditt bør innehalde reaksjonslikningar, utrekningar og figurar der dette er relevant. Svaret ditt kan gjerne vere på omtrent 250 ord, men det er det faglege innhaldet og ikkje lengda på teksten som blir vurdert.

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	Del 1 teller omtrent 40 prosent, og del 2 teller omtrent 60 prosent av hele settet. Vektingen tilsvarer omtrent tidsbruken. 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. Vektingen på del 2 er fordelt omtrent likt på oppgavene 6, 7, 8 og 9, omtrent 45 minutter per oppgave. Deloppgavene på oppgave 6, 7 og 8 vektas omtrent likt. Alle oppgaver med unntak av oppgave 1 og 2 vil kreve begrunnelse av svaret. 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. Se eksamensveiledningen på Utdanningsdirektoratets nettsider.
Kilder	Se kildeliste på side 56. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.

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) Oksidasjonstall

Alle forbindelsene nedenfor inneholder krom.
I hvilket alternativ har krom oksidasjonstall +V?

- A $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$
- B Cr_2O_5
- C K_2CrO_4
- D $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

b) Redoksreaksjon

En løsning inneholder et oppløst salt. Det bobles hydrogengass, $\text{H}_2(\text{g})$, gjennom løsningen, og det skjer en reaksjon.

Hvilket salt er det i løsningen?

- A natriumklorid, NaCl
- B mangan(II)klorid, MnCl_2
- C kobber(II)klorid, CuCl_2
- D nikkel(II)klorid, NiCl_2

c) Syrer og baser

Hvilken av disse vannløsningene vil ha pH nærmest 8?

- A 1 mol/L $\text{NaOH}(\text{aq})$
- B 1 mol/L $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$
- C 1 mol/L $\text{HNO}_3(\text{aq})$
- D 1 mol/L $\text{NaCH}_3\text{COO}(\text{aq})$

d) Buffer

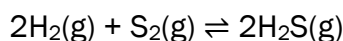
En buffer er laget ved å løse fast natriumhydroksid, NaOH, i en løsning av eddiksyre, CH₃COOH. pH i bufferløsningen er 5,46.

Hvilken av disse påstandene om denne bufferen er riktig?

- A $\frac{[\text{basisk komponent}]}{[\text{sur komponent}]} = \frac{1}{5}$
- B Øvre buffergrense er 6,46.
- C $[\text{sur komponent}] < [\text{basisk komponent}]$
- D OH⁻ er basisk bufferkomponent.

e) Likevekt

0,10 mol H₂(g) og 0,10 mol S₂(g) ledes inn i en tom beholder med volumet 1,0 L. Gassene reagerer i en reversibel reaksjon og danner H₂S(g). Systemet oppnår likevekt ved høy temperatur:



Hvilken av radene A–D i tabellen viser riktig uttrykk for konsentrasjonene ved likevekt?

	[H ₂]	[S ₂]	[H ₂ S]
Svaralternativer:			
A	0,20 – 2x	0,10 – x	2x
B	0,10 – 2x	0,10 – x	2x
C	0,10 – x	0,10 – x	x
D	0,10 – x	0,10 – x	2x

f) Løselighet

Du har en vannprøve som inneholder sulfationer, SO_4^{2-} .
Du feller ut sulfat ved å tilsette et annet salt.
Etter utfellingen filtrerer du vannprøven.

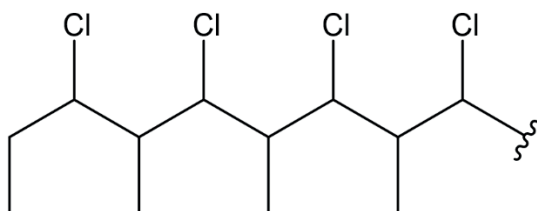
Hvilket salt egner seg best som fellingsmiddel?

- A NaCl
- B CuCl_2
- C AgCl
- D CaCl_2

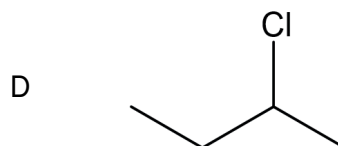
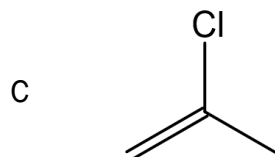
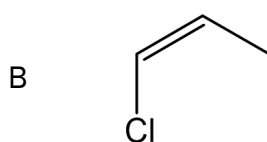
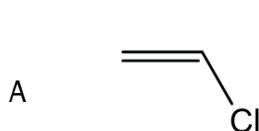


g) Polymerer

Figuren nedenfor viser starten på addisjonspolymeren PVDC. Den fortsetter mot høyre.



Hvilken monomer kan brukes for å danne polymeren PVDC?



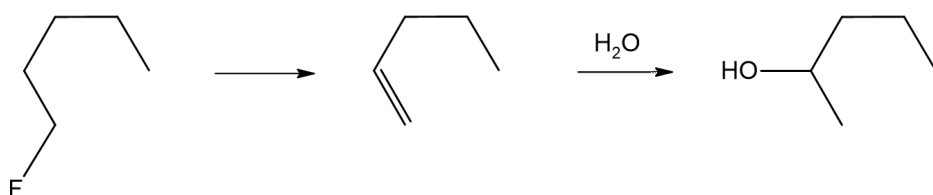
h) Organisk kjemi

Hvilken av disse reaksjonene kan gi 3-klorpentan som produkt?

- A addisjon av HCl til pent-2-en
- B eliminasjon av HCl fra 2-klorpentan
- C hydrolyse av esteren 3-klorpentyletanat
- D pentan-2-ol som reagerer med HCl i en substitusjonsreaksjon

i) Organisk kjemi

Nedenfor vises en syntese i to trinn.



Hvilke reaksjonstyper er vist her?

- A eliminasjon og så kondensasjon
- B addisjon og så kondensasjon
- C eliminasjon og så addisjon
- D eliminasjon og så substitusjon

j) Utbytte

0,16 mol av aminosyren serin reagerte med 0,2 mol av aminosyren glutamat. Etterpå ble blandingen av produkter separert. Utbyttet av dipeptidet med serin og glutamat var 25 %.

Hvor mye hadde blitt dannet av dette dipeptidet?

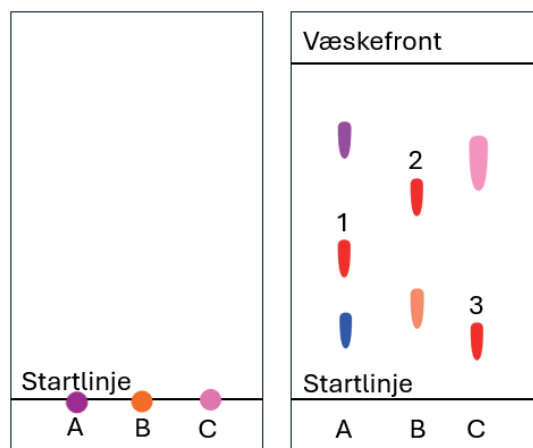
- A 0,04 mol
- B 0,05 mol
- C 0,08 mol
- D 0,09 mol

k) Kromatografi

For å finne ut hvilke fargestoffer som var brukt i noen tusjer, ble det gjennomført papirkromatografi. Figur 1 viser papiret ved start og etter kromatograferingen.

Her er to påstander om resultatet:

- i) Flekkene merket 1, 2 og 3 ser like ut og fargestoffene i disse flekkene har derfor samme strukturformel.
- ii) Tusj A er en blanding av to ulike fargestoffer.



Vurder om påstandene ovenfor er riktige eller ikke.

- A Ingen er riktige.
- B Bare i) er riktig.
- C Bare ii) er riktig.
- D Begge er riktige.

Figur 1.
Tynnsjiktplate før og etter
kromatograferingen

l) Grønn kjemi

Esteren etyletanat har en lang rekke bruksområder og har til nå vært produsert fra fossile karbonkilder. En ny syntesevei i flere trinn bruker bioetanol som utgangsstoff. I tillegg trenger man bare et oksidasjonsmiddel og konsentrert svovelsyre for å lage produktet.

Her er to påstander om grønn kjemi og denne syntesen:

- i) Vi bruker fornybare ressurser ved bruk av bioetanol.
- ii) I syntesen brukes bare trygge kjemikalier.

Vurder om påstandene ovenfor er riktige eller ikke.

- A Ingen er riktige.
- B Bare i) er riktig.
- C Bare ii) er riktig.
- D Begge er riktige.

Oppgave 2 Rett/feil-oppgaver

a) Spontanitet

Tabell 1. Termodynamiske data for oppløsning av salter i vann ved temperaturen 298 K.

Reaksjonsligning		Endring i entalpi ΔH i kJ/mol	Produktet av temperatur og entropiendring $T \cdot \Delta S$ i kJ/mol	Endring i fri energi ΔG i kJ/mol
A	$\text{LiF(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{Li}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$	4,9	– 10,8	15,7
B	$\text{KBr(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$	19,8	26,5	– 6,7
C	$\text{CsI(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{Cs}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$	33,6	36,1	– 2,5

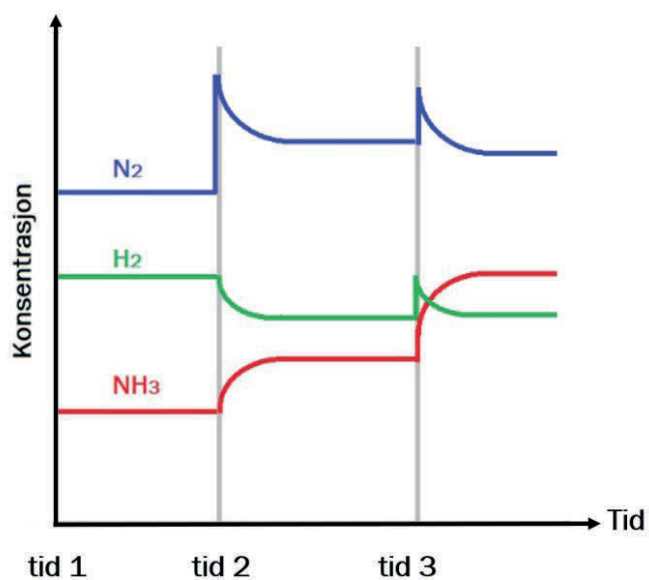
Vurder om hver av påstandene er rett eller feil, og kryss av på svararket.

- I Når KBr(s) løses i vann, vil temperaturen i vannet stige.
- II Når reaksjon C skjer, øker entropien i systemet.
- III Ingen av saltene løses spontant i vann ved 298 K.
- IV Ved 25 °C vil endringen i fri energi for reaksjon C være mindre enn 0.

b) Likevekter

I en lukket beholder har du en blanding av nitrogen, $N_2(g)$, hydrogen, $H_2(g)$, og ammoniakk, $NH_3(g)$. Ammoniakk er produktet i reaksjonen.

Figur 2 viser konsentrasjonen av gassene i beholderen ved ulike tidspunkter.



Figur 2. Reaksjonsforløp

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

- I Likevektskonstanten skrives: $K = \frac{[NH_3]}{[N_2][H_2]}$
- II Ved tid 1 er det likevekt mellom gassene i beholderen.
- III Ved tid 2 tilføres nitrogengass til beholderen. Da er reaksjonskvotienten $Q < K$.
- IV Ved tid 3 økes trykket i beholderen.

Oppgave 3

Amylase er en gruppe enzymer som bryter ned stivelse i fordøyelsen. Spytt inneholder amylase, noe som gjør at fordøyelsen starter allerede i munnhulen.

Stivelse kan påvises med jodløsning. Jod vil farge en stivelsesløsning blåsort. Dersom det ikke er stivelse til stede, vil løsningen bli gulbrun.

I et forsøk skulle elevene observere enzymaktiviteten til amylase ved ulike temperaturer, stivelseskonsentrasjoner og spyttmengder.

Spytt, stivelsesløsning og vann ble blandet samtidig i tre ulike reagensrør, se tabell 2. Rørene sto i vannbad med ulik temperatur. Etter to minutter ble det tilsatt samme mengde jodløsning til alle rørene, og det ble en tydelig forskjell i fargen mellom de tre rørene.

Tabell 2. Oversikt over forsøksbetingelser

	Rør 1	Rør 2	Rør 3
Temperatur, °C	37	37	95
Andel stivelse	1 %	0,1 %	1 %
Andel spytt	9 %	90 %	90 %

Ranger reagensrørene etter hvor mørk fargen ble etter tilsetning av jodløsning. Start med den lyseste løsningen. Begrunn svaret ditt.

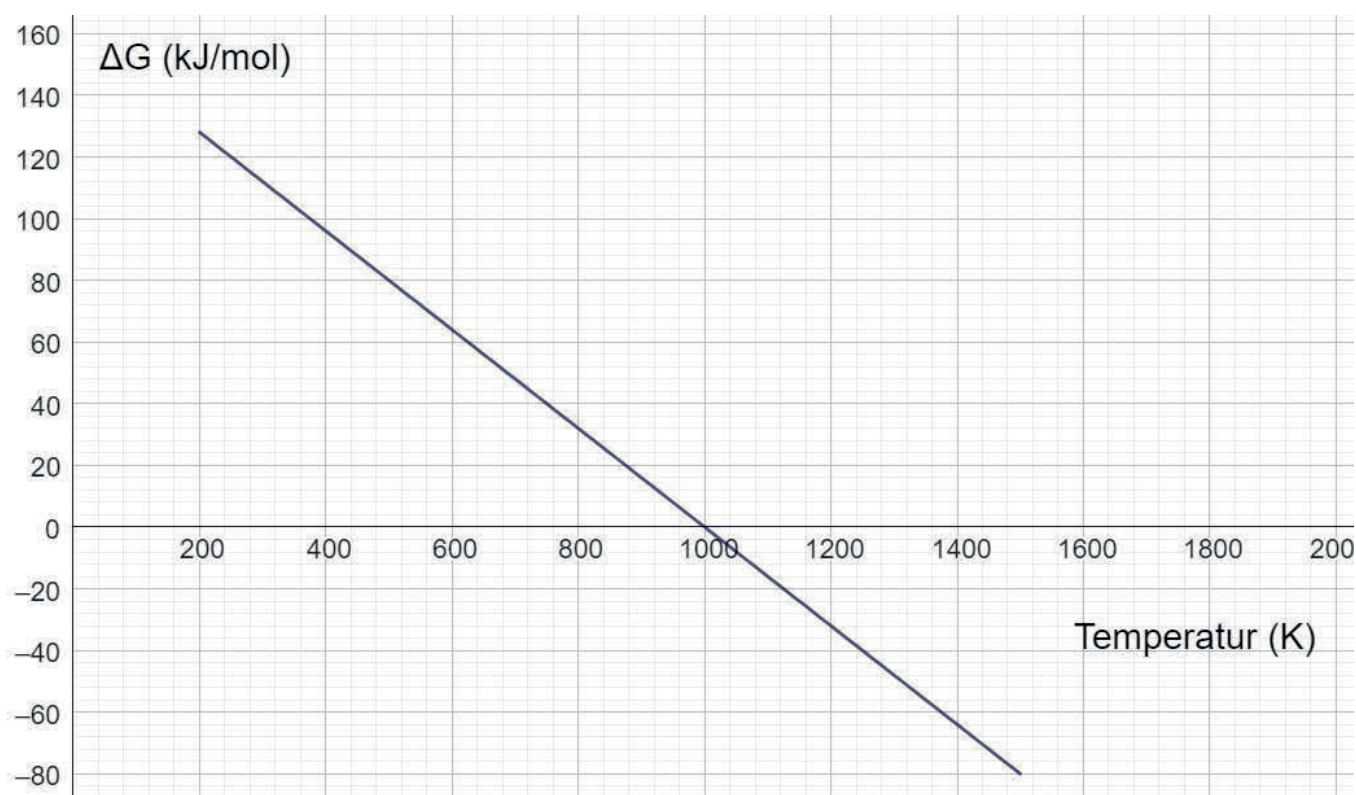
Oppgave 4

Kalsiumkarbonat, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, er den mest utbredte og mest utnyttede kalsiumforbindelsen i jordskorpa. Kalsiumkarbonat er en hovedbestanddel i kalkstein og er viktig for tenner og skjelett. Kalsiumkarbonat kan under bestemte betingelser dekomponere til kalsiumoksid, CaO , og karbondioksid, CO_2 :



- a) Bruk reaksjonsligningen til å begrunne at entropiendringen, ΔS , for reaksjonen er positiv.

Figur 3 viser hvordan endringen i fri energi, ΔG , avhenger av temperaturen for dekomponeringen av kalsiumkarbonat fra 200 K til 1500 K.



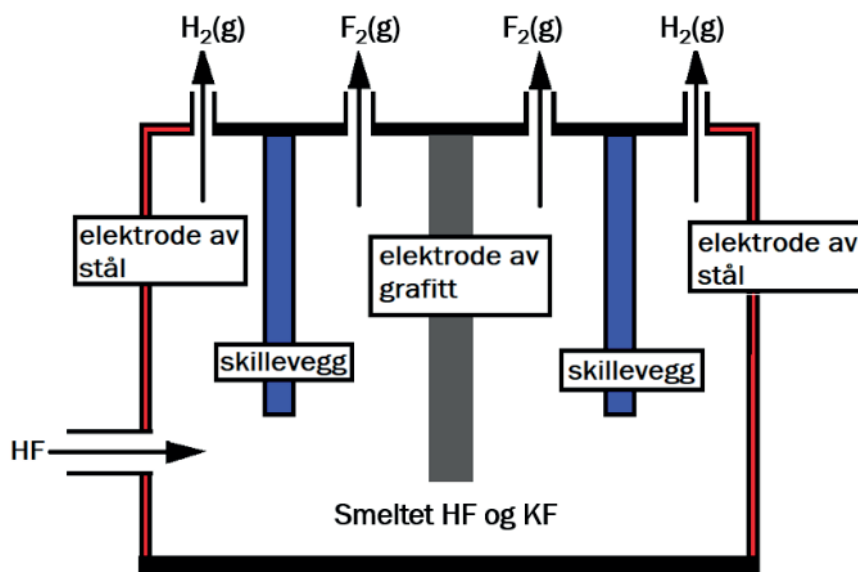
Figur 3. Endring i fri energi, ΔG , som funksjon av temperatur.

- b) Bruk figur 3 til å avgjøre ved hvilke temperaturer kalsiumkarbonat spontant vil dekomponere.

Oppgave 5

Fluor, F_2 , kan framstilles gjennom elektrolyse av en blanding av smeltet hydrogenfluorid, HF, og kaliumfluorid, KF. I elektrolysen blir det også dannet hydrogen, H_2 .

Figur 4 viser en forenklet skisse av elektrolysekarret. Ytterveggene av stål fungerer som den ene elektroden, og i karet er det plassert en elektrode av grafitt. Fluorgass og hydrogengass ledes ut gjennom egne rør.



Figur 4. Elektrolyse av hydrogenfluorid og kaliumfluorid.

- Skriv halvreaksjonen for reaksjonen som skjer ved grafittelektroden.
- Avgjør hvilken elektrode som er katode i elektrolysekarret.
- Hvor mange gram fluor kan maksimalt dannes dersom det dannes 4 g hydrogen?

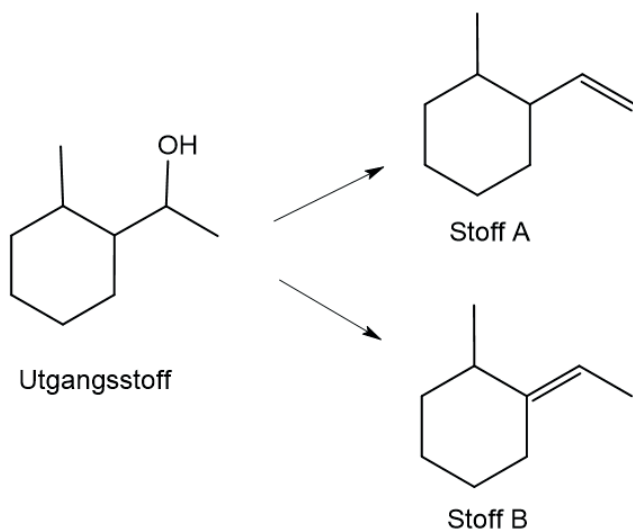
Del 2

Oppgave 6

- a) Beregn pH i en 0,80 mol/L løsning av salpetersyring, HNO_2 .
- b) Til 1,0 L av løsningen i a) tilsettes 8,0 g natriumhydroksid, NaOH .
- Hva er syre og base i dette buffersystemet?
 - Beregn pH i bufferen som dannes.
- c) En elev lager en annen buffer ved å blande 10,0 g $\text{NH}_4\text{Cl(s)}$ i 500 mL 0,70 mol/L ammoniakkløsning, $\text{NH}_3(\text{aq})$. Du kan anta at volumet ikke endres.
Beregn stoffmengden sterk base denne bufferen tåler.

Oppgave 7

Nedenfor vises produkter som *kan* dannes ved eliminasjon av vann fra utgangsstoffet.



Tabell 3. Informasjon om stoffene.

	Kjemisk formel	Molar masse, g/mol	Kokepunkt-intervall, °C *
Utgangsstoff	$C_9H_{18}O$	142,2	201–217
Stoff A	C_9H_{16}	124,2	137–151
Stoff B	C_9H_{16}	124,2	148–162

* Kokepunktene er ikke entydig bestemt.

- a) I en syntese starter du med 5,00 g av utgangsstoffet. Det dannes 2,30 g av stoff B, som er det ønskede produktet. Beregn det prosentvise utbyttet av stoff B.
- b) Reaksjonen er syrekatalysert og har et karbokation som reaktivt mellomprodukt. Bruk det du kan om elektrostatiske krefter til å vise hvordan karbokationet dannes.
- c) Etter en syntese har du en blanding av utgangsstoffet, stoff A og stoff B. Vurder om det er mulig å separere blandingen med en kromatografisk metode.

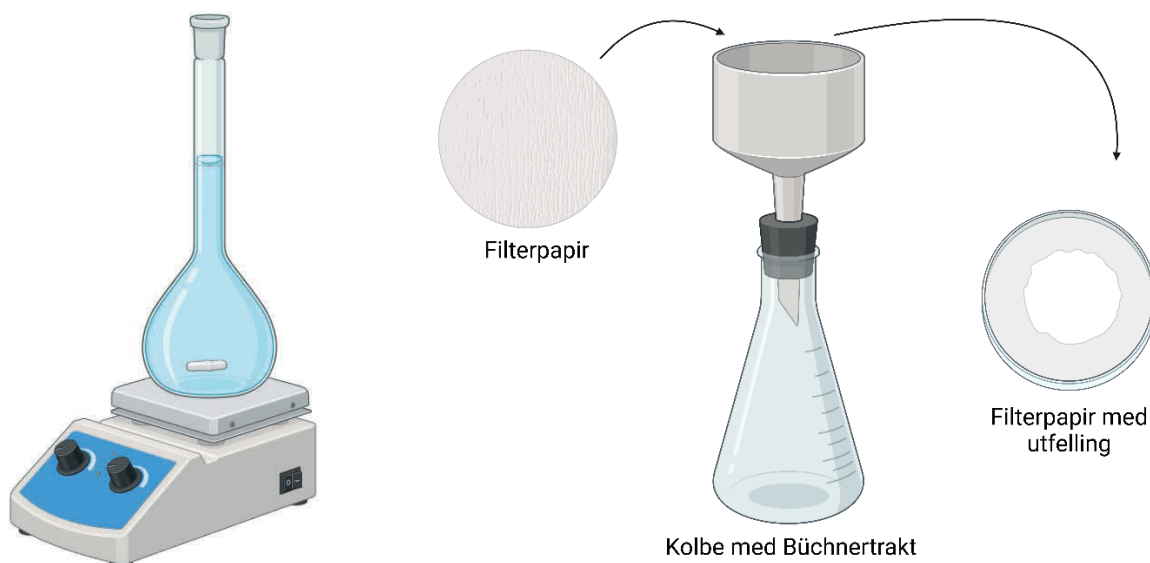
Oppgave 8

En gruppe elever vil undersøke løseligheten til vannfritt magnesiumkarbonat, MgCO_3 , ved to ulike pH-verdier. Løseligheten undersøkes først i rent vann og deretter i en bufferløsning som ikke inneholder noen av ionene i saltet, se tabell 4. Begge løsningene har romtemperatur.

De utformer denne prosedyren:

1. Vei et filterpapir. Legg det i en Büchnertrakt over en kolbe, som vist i figur 5.
2. Vei opp nøyaktig 2,000 g av saltet og overfør det til en 1000 mL målekolbe. Tilsett vann** til målemerket.
3. Rør blandingen i 2 minutter med en magnetrører.
4. Fjern røremagneten og filtrer blandingen. Skyll målekolben med 200–300 mL vann** for å få alle rester av uoppløst salt over til filteret.
5. La filterpapiret med det uoppløste saltet tørke, og vei det etter tørking.

** For undersøkelsen ved pH 2,5 blir vannet erstattet med bufferløsning.



Figur 5. Utstyr brukt i forsøket

Tabell 4. Oversikt over løsninger og resultater.

	Buffer	Vann
pH-verdi	2,5	7
Vekt av filterpapir (g)	0,842	0,968
Vekt av filterpapir og salt etter tørking (g)	2,517	2,772

- Beregn løseligheten til saltet ved begge pH-verdiene, og forklar hvorfor løseligheten ikke er lik. Oppgi svarene i mol/L.
- Regn ut løseligheten til MgCO_3 i rent vann ved å bruke K_{sp} -verdien fra tabellvedlegget. Drøft eventuelle avvik fra den eksperimentelle verdien du fant i oppgave a).
- Hva kan elevene gjøre for å få mer pålitelige resultater? Foreslå minst én forbedring av prosedyren.

Oppgave 9

Mange leker og husholdningsartikler inneholder knappcellebatterier, se figur 6. En god del av disse brukes i gjenstander som ikke er barnesikret, som for eksempel spillende bursdagskort, fjernkontroller eller batteridrevne «stearinlys».

Hvert år er det flere hundre barn som blir alvorlig skadet etter å ha fått i seg slike batterier, ofte i nese, munn eller ører. Årlig dør flere barn av skadene. Det farligste er dersom batteriet setter seg fast i spiserøret, fordi det bare i løpet av få timer kan gi store etseskader. Batteriet gjør som regel mindre skade dersom det kommer helt ned i magesekken, se figur 7.



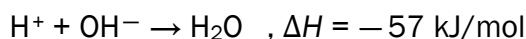
Figur 6.
Eksempel på to knappcellebatterier: CR2032 litiumbatterier. Den positive polen er markert. Diameter: 20 mm
Tykkelse: 3,2 mm
Spenning: 3 V
Batterikapasitet: 200 mAh

Batterier som avgir mye strøm gjør størst skade. Strømmen fra batteriet kan elektrolysere vannet som finnes i det fuktige og saltholdige miljøet i spiserøret. En har funnet ut at etseskadene blir aller størst ved den negative polen til batteriet. [1]

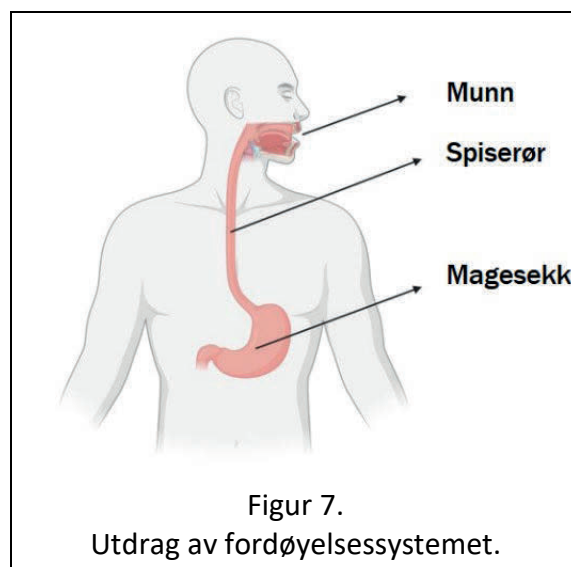
Det viktigste man gjør, er å komme så raskt som mulig til sykehus for å få fjernet batteriet. Giftinformasjonen anbefaler å gi litt honning flere ganger inntil man kommer fram til sykehuset. [2] Honning er en litt seig blanding av ulike sukkerarter.

Det er gjort forsøk på spiserør fra gris som tyder på at jevn tilførsel av sitronjuice (pH 2,2) kan begrense skadene. [1] (NB: For mye drikke i magesekken kan gi problemer om man må legges i narkose for fjerning av batteriet.)

Det kan være vanskelig å se forskjell på brannskader og etseskader, og en har lurt på om skadene kan skyldes at det utvikles varme når OH^- blir nøytralisert av H^+ i spiserøret:



Du kan anta at spiserøret hos et barn veier rundt 35 g. Den spesifikke varmekapasiteten til vevet i spiserøret er $3,50 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$. [3]



Figur 7.
Utdrag av fordøyelsessystemet.

Skriv en kjemifaglig tekst som tar utgangspunkt i informasjonen på forrige side. Du skal bruke kjemikompetansen din til å gjøre rede for og drøfte ett eller flere av punktene nedenfor:

- Skriv ligningene for det som skjer når vannet i spiserøret blir elektrolysert. Hvilke skadelige stoffer dannes, og hvilket av dem ser ut til å gjøre aller størst skade? Beskriv eventuelt hvordan disse kan reagere med proteinene som spiserøret er bygd opp av.
- Hvor mye base kan dannes dersom et nytt CR2032-batteri (figur 6) blir stående fast i spiserøret til det er utladet? Hva blir pH dersom du antar at basen løses i 10 mL væske?
- Diskuter hva som kan være grunnen til at honning og sitronjuice ser ut til å begrense batteriskadene. Er det rimelig at batteriet gjør mindre skade i magesekken?
- Vurder om skadene på spiserøret kan skyldes varmen som blir frigjort i nøytraliseringsreaksjonen.
- Hva kan skje dersom du drypper øredråper (0,9 % NaCl) på et lite batteri som står fast i øret?

Svaret ditt bør inneholde reaksjonsligninger, utregninger eller figurer der det er relevant for svaret ditt. Svaret ditt kan gjerne være på omtrent 250 ord, men det er det faglige innholdet og ikke lengden på teksten som blir vurdert.

Tabeller og formler i REA3046 Kjemi 2

Dette vedlegget kan brukes under både del 1 og del 2 av eksamen.

Innhold

De 12 prinsippene i grønn kjemi	39
Standard reduksjonspotensial ved 25 °C	40
Konstanter og formler	41
Syrekonstanter (K_a) i vannløsning ved 25 °C.....	42
Basekonstanter (K_b) i vannløsning ved 25 °C.....	43
Syre-base-indikatorer	44
Sammensatte ioner, navn og formel	44
Massetetthet og konsentrasjon til noen væsker	45
Stabile isotoper for noen grunnstoffer	45
Løselighetstabell for salter i vann ved 25 °C	46
Løselighetsprodukt (K_{sp}) for salt i vann ved 25 °C	47
α -AMINOSYRER VED pH = 7,4.....	48
Termodynamiske data ved 25 °C.	50
Organiske forbindelser	51
Grunnstoffenes periodesystem	55
Svar oppgave 1 / oppgave 1.....	59
Svar oppgave 2/oppgave 2.....	59
Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgåva:.....	60
Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgaven:.....	60

De 12 prinsippene i grønn kjemi

- 1. Avfallsforebygging:** Avfallsforebygging har som mål å redusere eller eliminere avfall fra kjemiske prosesser for å øke ressurseffektiviteten og redusere miljøpåvirkningen. Eksempler er å minimere mengden avfall, gjenbruk og resirkulering av avfallsmateriale.
- 2. Atomøkonomi:** Synteser bør designes slik at atomer som inngår i utgangsstoffene i størst mulig grad inngår i det endelige produktet.
- 3. Mindre farlige kjemiske synteser:** Fremstilling av kjemiske stoffer og materialer bør være minst mulig farlige for menneskers helse og for miljøet.
- 4. Lag tryggere kjemikalier:** Fremstillingen av kjemiske stoffer og materialer bør optimaliseres slik at stoffene som brukes og dannes har ønsket funksjon og er mest mulig effektive samtidig som skadelige effekter på helse og miljø minimaliseres.
- 5. Bruk tryggere løsemidler og hjelpestoffer:** Løsemidler og andre hjelpestoffer er stoffer som brukes for å lette eller forbedre reaksjonsprosessen, uten å være direkte involvert i reaksjonen. Bruken av løsemidler og andre hjelpestoffer bør unngås der det er mulig. Når slike stoffer er nødvendig, bør man velge de som er minst skadelige for helse og miljø.
- 6. Energieffektivitet:** Kjemiske prosesser bør designes slik at de krever minst mulig energi. Målet er at synteser utføres ved romtemperatur og vanlig trykk.
- 7. Bruk fornybare råmaterialer:** Hvis mulig, bruk fornybare råmaterialer.
- 8. Minimer derivatisering:** Ved å begrense bruken av mellomtrinn eller reaksjonsprodukter som ikke inngår direkte i det ønskede sluttproduktet fra kjemiske synteser, kan mengden avfall fra og ressurser som brukes i syntesen reduseres. Dette kan også redusere risikoen for forurensning og uønskede biprodukter og gi lavere energiforbruk.
- 9. Katalyse:** Katalyse er prosessen med å øke hastigheten på en kjemisk reaksjon ved å bruke en katalysator. Katalysatorer gjør det mulig å produsere større mengder av en ønsket forbindelse på kortere tid, og med mindre energi- og materialkostnader. Katalysatorer kan også forbedre effektiviteten av en reaksjon ved å favorisere dannelsen av ønsket produkt over uønskede biprodukter.
- 10. Design for nedbryting:** Kjemiske stoffer og materialer må designes slik at når de ikke lenger kan brukes, brytes de ned til ufarlige stoffer som ikke akkumulerer i miljøet.
- 11. Sanntidsanalyse og overvåking:** Analytiske metoder må forbedres slik at det blir mulig å overvåke og kontrollere prosesser i sanntid og før farlige stoffer dannes.
- 12. Tryggere kjemikalier og prosesser for ulykkesforebygging:** For å minimere risikoen for uhell og ulykker bør man velge trygge prosesser og trygge kjemikalier.

Standard reduksjonspotensial ved 25 °C

Halvreaksjon				
oksidert form	+ ne^-	→	redusert form	E° målt i V
F_2	+ $2e^-$	→	$2F^-$	2,87
$O_3 + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$O_2 + H_2O$	2,08
$S_2O_8^{2-}$	+ $2e^-$	→	$2SO_4^{2-}$	2,01
$H_2O_2 + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$2H_2O$	1,78
Ce^{4+}	+ e^-	→	Ce^{3+}	1,72
$PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+$	+ $2e^-$	→	$PbSO_4 + 2H_2O$	1,69
$MnO_4^- + 4H^+$	+ $3e^-$	→	$MnO_2 + 2H_2O$	1,68
$2HClO + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$Cl_2 + 2H_2O$	1,61
$MnO_4^- + 8H^+$	+ $5e^-$	→	$Mn^{2+} + 4H_2O$	1,51
$BrO_3^- + 6H^+$	+ $6e^-$	→	$Br^- + 3H_2O$	1,42
Au^{3+}	+ $3e^-$	→	Au	1,40
Cl_2	+ $2e^-$	→	$2Cl^-$	1,36
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+$	+ $6e^-$	→	$2Cr^{3+} + 7H_2O$	1,36
$O_2 + 4H^+$	+ $4e^-$	→	$2H_2O$	1,23
$MnO_2 + 4H^+$	+ $2e^-$	→	$Mn^{2+} + 2H_2O$	1,22
$2IO_3^- + 12H^+$	+ $10e^-$	→	$I_2 + 6H_2O$	1,20
Pt^{2+}	+ $2e^-$	→	Pt	1,18
Br_2	+ $2e^-$	→	$2 Br^-$	1,09
$NO_3^- + 4H^+$	+ $3e^-$	→	$NO + 2H_2O$	0,96
$2Hg^{2+}$	+ $2e^-$	→	Hg_2^{2+}	0,92
$Cu^{2+} + I^-$	+ e^-	→	$CuI(s)$	0,86
Hg^{2+}	+ $2e^-$	→	Hg	0,85
$ClO^- + H_2O$	+ $2e^-$	→	$Cl^- + 2OH^-$	0,84
Hg_2^{2+}	+ $2e^-$	→	$2Hg$	0,80
Ag^+	+ e^-	→	Ag	0,80
Fe^{3+}	+ e^-	→	Fe^{2+}	0,77
$O_2 + 2H^+$	+ $2e^-$	→	H_2O_2	0,70
I_2	+ $2e^-$	→	$2I^-$	0,54
Cu^+	+ e^-	→	Cu	0,52
$H_2SO_3 + 4H^+$	+ $4e^-$	→	$S + 3H_2O$	0,45
$O_2 + 2H_2O$	+ $4e^-$	→	$4OH^-$	0,40
$Ag_2O + H_2O$	+ $2e^-$	→	$2Ag + 2OH^-$	0,34

oksidert form	+ ne ⁻	→	redusert form	E° målt i V
Cu ²⁺	+ 2e ⁻	→	Cu	0,34
SO ₄ ²⁻ + 10H ⁺	+ 8e ⁻	→	H ₂ S(aq) + 4H ₂ O	0,30
SO ₄ ²⁻ + 4H ⁺	+ 2e ⁻	→	H ₂ SO ₃ + H ₂ O	0,17
Cu ²⁺	+ e ⁻	→	Cu ⁺	0,16
Sn ⁴⁺	+ 2e ⁻	→	Sn ²⁺	0,15
S + 2H ⁺	+ 2e ⁻	→	H ₂ S(aq)	0,14
S ₄ O ₆ ²⁻	+ 2e ⁻	→	2S ₂ O ₃ ²⁻	0,08
2H ⁺	+ 2e ⁻	→	H ₂	0,00
Fe ³⁺	+ 3e ⁻	→	Fe	-0,04
Pb ²⁺	+ 2e ⁻	→	Pb	-0,13
Sn ²⁺	+ 2e ⁻	→	Sn	-0,14
Ni ²⁺	+ 2e ⁻	→	Ni	-0,26
PbSO ₄	+ 2e ⁻	→	Pb + SO ₄ ²⁻	-0,36
Cd ²⁺	+ 2e ⁻	→	Cd	-0,40
Cr ³⁺	+ e ⁻	→	Cr ²⁺	-0,41
Fe ²⁺	+ 2e ⁻	→	Fe	-0,45
S	+ 2e ⁻	→	S ²⁻	-0,48
2CO ₂ + 2H ⁺	+ 2e ⁻	→	H ₂ C ₂ O ₄	-0,49
Zn ²⁺	+ 2e ⁻	→	Zn	-0,76
2H ₂ O	+ 2e ⁻	→	H ₂ + 2OH ⁻	-0,83
Mn ²⁺	+ 2e ⁻	→	Mn	-1,19
ZnO + H ₂ O	+ 2e ⁻	→	Zn + 2OH ⁻	-1,26
Al ³⁺	+ 3e ⁻	→	Al	-1,66
Mg ²⁺	+ 2e ⁻	→	Mg	-2,37
Na ⁺	+ e ⁻	→	Na	-2,71
Ca ²⁺	+ 2e ⁻	→	Ca	-2,87
K ⁺	+ e ⁻	→	K	-2,93
Li ⁺	+ e ⁻	→	Li	-3,04

Konstanter og formler

Avogadros tall: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Molvolumet av en gass: $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$ ved 0 °C og 1 atm,
 $24,5 \text{ L/mol}$ ved 25 °C og 1 atm

Faradays konstant: $F = 96485 \text{ C/mol}$

Universell gasskonstant: $R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

Sammenheng ΔG^0 og K : $\Delta G^0 = -R \cdot T \cdot \ln K$, der K er likevektskonstanten

Sammenheng ΔG og E^0 : $\Delta G = -n \cdot F \cdot E^0$, der E^0 er standard cellepotensialet

Syrekonstanter (K_a) i vannløsning ved 25 °C

Navn	Formel	K_a	pK_a
Acetylsalisylsyre	$C_8H_7O_2COOH$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	3,48
Ammoniumion	NH_4^+	$5,6 \cdot 10^{-10}$	9,25
Asorbinsyre	$C_6H_8O_6$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	4,04
Hydrogenaskorbation	$C_6H_7O_6^-$	$2,0 \cdot 10^{-12}$	11,7
Benzosyre	C_6H_5COOH	$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
Benzylsyre (2-fenyleddiksyre)	$C_6H_5CH_2COOH$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	4,31
Borsyre	$B(OH)_3$	$5,4 \cdot 10^{-10}$	9,27
Butansyre	$CH_3(CH_2)_2COOH$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	4,83
Eplesyre (malinsyre)	$HOOCCH_2CH(OH)COOH$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	3,40
Hydrogenmalation	$HOOCCH_2CH(OH)COO^-$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	5,11
Etansyre (eddiksyre)	CH_3COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,76
Fenol	C_6H_5OH	$1,0 \cdot 10^{-10}$	9,99
Fosforsyre	H_3PO_4	$6,9 \cdot 10^{-3}$	2,16
Dihydrogenfosfation	$H_2PO_4^-$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	7,21
Hydrogenfosfation	HPO_4^{2-}	$4,8 \cdot 10^{-13}$	12,32
Fosforsyrting	H_3PO_3	$5,0 \cdot 10^{-2}$	1,3
Dihydrogenfosfittion	$H_2PO_3^-$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	6,70
Ftalsyre (benzen-1,2-dikarboksyisyre)	$C_6H_4(COOH)_2$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	2,94
Hydrogenftalation	$C_6H_4(COOH)COO^-$	$3,7 \cdot 10^{-6}$	5,43
Hydrogencyanid (blåsyre)	HCN	$6,2 \cdot 10^{-10}$	9,21
Hydrogenfluorid (flussyre)	HF	$6,3 \cdot 10^{-4}$	3,20
Hydrogenperoksid	H_2O_2	$2,4 \cdot 10^{-12}$	11,62
Hydrogensulfation	HSO_4^-	$1,0 \cdot 10^{-2}$	1,99
Hydrogensulfid	H_2S	$8,9 \cdot 10^{-8}$	7,05
Hydrogensulfidion	HS^-	$1,0 \cdot 10^{-19}$	19
Hypoklorsyre (underklorsyrting)	$HClO$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	7,40
Karbonsyre	H_2CO_3	$4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
Hydrogenkarbonation	HCO_3^-	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Klorsyrting	$HClO_2$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	1,94
Kromsyre	H_2CrO_4	$1,8 \cdot 10^{-1}$	0,74

Navn	Formel	K_a	pK_a
Hydrogenkromation	HCrO_4^-	$3,2 \cdot 10^{-7}$	6,49
Maleinsyre (<i>cis</i> -butendisyre)	$\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Hydrogenmaleation	$\text{HOOCCH}=\text{CHCOO}^-$	$5,9 \cdot 10^{-7}$	6,23
Melkesyre (2-hydroksypropansyre)	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,86
Metansyre (maursyre)	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Oksalsyre	$(\text{COOH})_2$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
Hydrogenoksalation	$(\text{COOH})\text{COO}^-$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	3,81
Propansyre	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	4,87
Salisylsyre (2-hydroksybenzosyre)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	2,98
Salpetersyrting	HNO_2	$5,6 \cdot 10^{-4}$	3,25
Sitronsyre	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})_3$	$7,4 \cdot 10^{-4}$	3,13
Dihydrogensitration	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})_2\text{COO}^-$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	4,76
Hydrogensitration	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})(\text{COO}^-)_2$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	6,40
Svovelsyrting	H_2SO_3	$1,4 \cdot 10^{-2}$	1,85
Hydrogensulfittion	HSO_3^-	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,2
Vinsyre (2,3-dihydroksybutandisyre, <i>L</i> -tartarsyre)	$(\text{CH}(\text{OH})\text{COOH})_2$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	2,98
Hydrogentartration	$\text{HOOC}(\text{CH}(\text{OH}))_2\text{COO}^-$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	4,34

Basekonstanter (K_b) i vannløsning ved 25 °C.

Navn	Formel	K_b	pK_b
Acetation	CH_3COO^-	$5,8 \cdot 10^{-10}$	9,24
Ammoniakk	NH_3	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Metylamin	CH_3NH_2	$4,6 \cdot 10^{-4}$	3,34
Dimetylamin	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	3,27
Trimetylamin	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
Etylamin	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	3,35
Dietylamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	3,16
Trietylamin	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	3,25
Fenylamin (Anilin)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$7,4 \cdot 10^{-10}$	9,13
Pyridin	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	$1,7 \cdot 10^{-9}$	8,77
Hydrogenkarbonation	HCO_3^-	$2,0 \cdot 10^{-8}$	7,65
Karbonation	CO_3^{2-}	$2,1 \cdot 10^{-4}$	3,67

Syre-base-indikatorer

Indikator	Fargeforandring	pH-omslagsområde
Metylfiolett	gul-fiolett	0,0 - 1,6
Tymolblått	rød-gul	1,2 - 2,8
Metyloransje	rød-oransje	3,2 - 4,4
Bromfenolblått	gul-blå	3,0 - 4,6
Kongorødt	fiolett-rød	3,0 - 5,0
Bromkreosolgrønt	gul-blå	3,8 - 5,4
Metylørødt	rød-gul	4,8 - 6,0
Lakmus	rød-blå	5,0 - 8,0
Bromtymolblått	gul-blå	6,0 - 7,6
Fenolrødt	gul-rød	6,6 - 8,0
Tymolblått	gul-blå	8,0 - 9,6
Fenolftalein	fargeløs-rosa	8,2 - 10,0
Alizaringul	gul-lilla	10,1 - 12,0

Sammensatte ioner, navn og formel

Navn	Formel	Navn	Formel
acetat, etanat	CH_3COO^-	jodat	IO_3^-
ammonium	NH_4^+	karbonat	CO_3^{2-}
arsenat	AsO_4^{3-}	klorat	ClO_3^-
arsenitt	AsO_3^{3-}	kloritt	ClO_2^-
borat	BO_3^{3-}	nitrat	NO_3^-
bromat	BrO_3^-	nitritt	NO_2^-
fosfat	PO_4^{3-}	perklorat	ClO_4^-
fosfitt	PO_3^{3-}	sulfat	SO_4^{2-}
hypokloritt	ClO^-	sulfitt	SO_3^{2-}

Massetetthet og konsentrasjon til noen væsker

Forbindelse	Kjemisk formel	Masseprosent konsentrert løsning	Massetetthet ($\frac{\text{g}}{\text{mL}}$)	Konsentrasjon ($\frac{\text{mol}}{\text{L}}$)
Saltsyre	HCl	37	1,18	12,0
Svovelsyre	H ₂ SO ₄	98	1,84	17,8
Salpetersyre	HNO ₃	65	1,42	15,7
Eddiksyre	CH ₃ COOH	96	1,05	17,4
Ammoniakk	NH ₃	25	0,88	14,3
Vann	H ₂ O	100	1,00	55,56

Stabile isotoper for noen grunnstoffer

Grunnstoff	Isotop	Relativ forekomst (%) i jordskorpen	Grunnstoff	Isotop	Relativ forekomst (%) i jordskorpen
Hydrogen	¹ H	99,985	Silisium	²⁸ Si	92,23
	² H	0,015		²⁹ Si	4,67
Karbon	¹² C	98,89	Svovel	³⁰ Si	3,10
	¹³ C	1,11		³² S	95,02
Nitrogen	¹⁴ N	99,634		³³ S	0,75
	¹⁵ N	0,366		³⁴ S	4,21
Oksygen	¹⁶ O	99,762		³⁶ S	0,02
	¹⁷ O	0,038	Klor	³⁵ Cl	75,77
	¹⁸ O	0,200		³⁷ Cl	24,23
			Brom	⁷⁹ Br	50,69
				⁸¹ Br	49,31

Løselighetstabell for salter i vann ved 25 °C

	Br ⁻	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	I ⁻	O ²⁻	OH ⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻
Ag ⁺	U gulhvitt	U hvitt	U gult	U rødt	U lysgult	U svart	-	U svart	T hvitt
Al ³⁺	R hvitt	R hvitt	-	-	R lysgult	U hvitt	U hvitt	R hvitt	R hvitt
Ba ²⁺	L hvitt	L hvitt	U hvitt	U gult	L lysgult	R hvitt	L hvitt	T hvitt	U hvitt
Ca ²⁺	L hvitt	L hvitt	U hvitt	T gult	L hvitt	T hvitt	U hvitt	T hvitt	T hvitt
Cu ²⁺	L grønt	L grønt	U* grønt	U gulbrunt	-	U svart	U blått	U svart	L blått
Fe ²⁺	L gulgrønt	L grønt	U grått	U brunt	L grått	U svart	U grønt	U svart	L grønt
Fe ³⁺	R brunt	R brunt	-	U gult	-	U rødbrun	U brunt	U svart	L brunt
Hg ₂ ²⁺	U hvitt	U hvitt	U gul	U rød	U grønn	-	R svart	-	U gulhvitt
Hg ²⁺	T hvitt	L hvitt	-	U rød	U rødt	U rødt	U hvitt	U svart	R hvitt
Mg ²⁺	L hvitt	L hvitt	U hvitt	L gult	L hvitt	U hvitt	U hvitt	R hvitt	L hvitt
Ni ²⁺	L gulbrun	L grønt	U grønt	U rødbrunt	L svart	U svart	U grønt	U svart	L grønt
Pb ²⁺	T hvitt	T hvitt	U hvitt	U gult	U gult	U gult	U hvitt	U svart	U hvitt
Sn ²⁺	R hvitt	R hvitt	U hvitt	-	R gulrød	U hvit	U hvitt	U brunt	R hvitt
Sn ⁴⁺	R hvitt	R hvitt	-	L gulbrunt	R gulrød	U hvitt	U hvitt	U svart	R hvitt
Zn ²⁺	L hvitt	L hvitt	U hvitt	U gult	L hvitt	U hvitt	U hvitt	U hvitt	L hvitt

U = uløselig. Det løses mindre enn 0,01 g av saltet i 100 g vann.

U* = det dannes et uløselig blandingssalt av CuCO₃ og Cu(OH)₂.

T = tungtløselig. Det løses mellom 0,01 og 1 g av saltet i 100 g vann.

L = lettøselig. Det løses mer enn 1 g av saltet per 100 g vann.

- = Ukjent forbindelse, eller forbindelsen dannes ikke ved utfelling.

R = reagerer med vann.

Løselighetsprodukt (K_{sp}) for salt i vann ved 25 °C

Navn	Kjemisk formel	K_{sp}	Navn	Kjemisk formel	K_{sp}
Aluminiumfosfat	$AlPO_4$	$9,84 \cdot 10^{-21}$	Kopper(II)sulfid	CuS	$8 \cdot 10^{-37}$
Bariumfluorid	BaF_2	$1,84 \cdot 10^{-7}$	Kvikksølv(I)bromid	Hg_2Br_2	$6,40 \cdot 10^{-23}$
Bariumkarbonat	$BaCO_3$	$2,58 \cdot 10^{-9}$	Kvikksølv(I)jodid	Hg_2I_2	$5,2 \cdot 10^{-29}$
Bariumkromat	$BaCrO_4$	$1,17 \cdot 10^{-10}$	Kvikksølv(II)karbonat	Hg_2CO_3	$3,6 \cdot 10^{-17}$
Bariumnitrat	$Ba(NO_3)_2$	$4,64 \cdot 10^{-3}$	Kvikksølv(I)klorid	Hg_2Cl_2	$1,43 \cdot 10^{-18}$
Bariumoksalat	BaC_2O_4	$1,70 \cdot 10^{-7}$	Kvikksølv(II)bromid	$HgBr_2$	$6,2 \cdot 10^{-20}$
Bariumsulfat	$BaSO_4$	$1,08 \cdot 10^{-10}$	Kvikksølv(II)jodid	HgI_2	$2,9 \cdot 10^{-29}$
Bly(II)bromid	$PbBr_2$	$6,60 \cdot 10^{-6}$	Litiumkarbonat	Li_2CO_3	$8,15 \cdot 10^{-4}$
Bly(II)hydroksid	$Pb(OH)_2$	$1,43 \cdot 10^{-20}$	Magnesiumfosfat	$Mg_3(PO_4)_2$	$1,04 \cdot 10^{-24}$
Bly(II)jodid	PbI_2	$9,80 \cdot 10^{-9}$	Magnesiumhydroksid	$Mg(OH)_2$	$5,61 \cdot 10^{-12}$
Bly(II)karbonat	$PbCO_3$	$7,40 \cdot 10^{-14}$	Magnesiumkarbonat	$MgCO_3$	$6,82 \cdot 10^{-6}$
Bly(II)klorid	$PbCl_2$	$1,70 \cdot 10^{-5}$	Magnesiumoksalat	MgC_2O_4	$4,83 \cdot 10^{-6}$
Bly(II)oksalat	PbC_2O_4	$8,50 \cdot 10^{-9}$	Mangan(II)karbonat	$MnCO_3$	$2,24 \cdot 10^{-11}$
Bly(II)sulfat	$PbSO_4$	$2,53 \cdot 10^{-8}$	Mangan(II)oksalat	MnC_2O_4	$1,70 \cdot 10^{-7}$
Bly(II)sulfid	PbS	$3 \cdot 10^{-28}$	Nikkel(II)fosfat	$Ni_3(PO_4)_2$	$4,74 \cdot 10^{-32}$
Jern(II)fluorid	FeF_2	$2,36 \cdot 10^{-6}$	Nikkel(II)hydroksid	$Ni(OH)_2$	$5,48 \cdot 10^{-16}$
Jern(II)hydroksid	$Fe(OH)_2$	$4,87 \cdot 10^{-17}$	Nikkel(II)karbonat	$NiCO_3$	$1,42 \cdot 10^{-7}$
Jern(II)karbonat	$FeCO_3$	$3,13 \cdot 10^{-11}$	Nikkel(II)sulfid	NiS	$2 \cdot 10^{-19}$
Jern(II)sulfid	FeS	$8 \cdot 10^{-19}$	Sinkhydroksid	$Zn(OH)_2$	$3 \cdot 10^{-17}$
Jern(III)fosfat	$FePO_4 \cdot 2H_2O$	$9,91 \cdot 10^{-16}$	Sinkkarbonat	$ZnCO_3$	$1,46 \cdot 10^{-10}$
Jern(III)hydroksid	$Fe(OH)_3$	$2,79 \cdot 10^{-39}$	Sinksulfid	ZnS	$2 \cdot 10^{-24}$
Kalsiumfluorid	CaF_2	$3,45 \cdot 10^{-11}$	Sølv(I)acetat	$AgCH_3COO$	$1,94 \cdot 10^{-3}$
Kalsiumfosfat	$Ca_3(PO_4)_2$	$2,07 \cdot 10^{-33}$	Sølv(I)bromid	$AgBr$	$5,35 \cdot 10^{-13}$
Kalsiumhydroksid	$Ca(OH)_2$	$5,02 \cdot 10^{-6}$	Sølv(I)cyanid	$AgCN$	$5,97 \cdot 10^{-17}$
Kalsiumkarbonat	$CaCO_3$	$3,36 \cdot 10^{-9}$	Sølv(I)jodid	AgI	$8,52 \cdot 10^{-17}$
Kalsiummolybdat	$CaMoO_4$	$1,46 \cdot 10^{-8}$	Sølv(I)karbonat	Ag_2CO_3	$8,46 \cdot 10^{-12}$
Kalsiumoksalat	CaC_2O_4	$3,32 \cdot 10^{-9}$	Sølv(I)klorid	$AgCl$	$1,77 \cdot 10^{-10}$
Kalsiumsulfat	$CaSO_4$	$4,93 \cdot 10^{-5}$	Sølv(I)kromat	Ag_2CrO_4	$1,12 \cdot 10^{-12}$
Kobolt(II)hydroksid	$Co(OH)_2$	$5,92 \cdot 10^{-15}$	Sølv(I)oksalat	$Ag_2C_2O_4$	$5,40 \cdot 10^{-12}$
Kopper(I)bromid	$CuBr$	$6,27 \cdot 10^{-9}$	Sølv(I)sulfat	Ag_2SO_4	$1,20 \cdot 10^{-5}$
Kopper(I)klorid	$CuCl$	$1,72 \cdot 10^{-7}$	Sølv(I) sulfid	Ag_2S	$8 \cdot 10^{-51}$
Kopper(I)oksid	Cu_2O	$2 \cdot 10^{-15}$	Tinn(II)hydroksid	$Sn(OH)_2$	$5,45 \cdot 10^{-27}$
Kopper(I)jodid	CuI	$1,27 \cdot 10^{-12}$			
Kopper(II)fosfat	$Cu_3(PO_4)_2$	$1,40 \cdot 10^{-37}$			
Kopper(II)hydroksid	$Cu(OH)_2$	$2,20 \cdot 10^{-20}$			
Kopper(II)oksalat	CuC_2O_4	$4,43 \cdot 10^{-10}$			

α -AMINOSYRER VED pH = 7,4.

Vanlig navn		Vanlig navn	
Forkortelse	Strukturformel	Forkortelse	Strukturformel
pH ved isoelektrisk punkt		pH ved isoelektrisk punkt	
Alanin Ala 6,0		Arginin Arg 10,8	
Asparagin Asn 5,4		Aspartat (Asparaginsyre) Asp 2,8	
Cystein Cys 5,1		Fenylalanin Phe 5,5	
Glutamin Gln 5,7		Glutamat (Glutaminsyre) Glu 3,2	
Glysin Gly 6,0		Serin Ser 5,7	

Vanlig navn		Vanlig navn	
Forkortelse	Strukturformel	Forkortelse	Strukturformel
pH ved isoelektrisk punkt		pH ved isoelektrisk punkt	
Isoleucin Ile 6,0		Leucin Leu 6,0	
Lysin Lys 9,7		Metionin Met 5,7	
Prolin Pro 6,3		Histidin His 7,6	
Treonin Thr 5,6		Tryptofan Trp 5,9	
Tyrosin Tyr 5,7		Valin Val 6,0	

Termodynamiske data ved 25 °C.

Stoff	Dannelsesentalpi ΔH_f (kJ/mol)	Entropi S (J/(mol · K))
CH ₄ (g) metan	-74,6	186,3
C ₂ H ₂ (g) etyn	227,4	200,9
C ₂ H ₆ (g) etan	-84,0	229,2
C ₂ H ₅ OH (l) etanol	-277,6	160,7
C ₂ H ₅ OH (g) etanol	-234,8	281,6
C ₃ H ₈ (g) propan	-103,9	270,3
C ₃ H ₆ O (l) propanon	-248,4	199,8
C ₃ H ₇ OH (l) propan-1-ol	-302,6	193,6
C ₃ H ₇ OH (g) propan-1-ol	-255,1	322,6
C ₃ H ₇ OH (l) propan-2-ol	-272,6	181,1
C ₄ H ₁₀ (g) butan	-125,7	310
C ₆ H ₁₄ (l) heksan	-198,7	295
C ₆ H ₁₂ (l) sykloheksan	-156,4	204
C ₆ H ₅ OH (s) fenol	-165,1	144
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s) glukose	-1273	209
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (s) sukrose	-2226	
Al (s)	0	28,3
Al ₂ O ₃ (s)	-1676	50,9
Br ₂ (l)	0	152,2
Br ₂ (g)	30,9	245,5
C (s) grafitt	0	5,74
C (s) diamant	1,9	2,38
CaCO ₃ (s)	-1206,9	92,9
CaO (s)	-635,1	39,8
Cl ₂ (g)	0	223,1
CO (g)	-110,5	197,7
CO ₂ (g)	-393,5	213,8
Cu (s)	0	33,1
CuO (s)	-157,3	42,6
Cu ₂ S (s)	-79,5	120,9
Fe (s)	0	27,3
H ₂ (g)	0	130,7
HCl (g)	-92,3	186,9
HCN (g)	135,1	201,8
HI (g)	25,9	206,3
H ₂ O (g)	-241,8	188,8
H ₂ O (l)	-285,8	70,0
HNO ₃ (aq)	-207,4	146,4
HNO ₃ (l)	-174,1	155,6
H ₂ S (g)	-20,2	122
I ₂ (s)	0	116,1
Mg (s)	0	32,7
MgO (s)	-601,2	26,9
Na (s)	0	51,4
NaCl (s)	-411,1	72,1
NaOH (s)	-425,6	64,4
N ₂ (g)	0	191,6

Stoff	Dannelsesentalpi ΔH_f (kJ/mol)	Entropi S (J/(mol · K))
NH ₃ (g)	-46,1	192,8
NH ₄ Cl (s)	-314,4	94,6
NO (g)	90,3	210,8
NO ₂ (g)	33,2	240,1
N ₂ O ₅ (g)	11	346
O ₂ (g)	0	205,2
O ₃ (g)	143	238,8
P ₄ (s)	0	41,1
P ₄ O ₁₀ (s)	-2984	229
Pb (s)	0	64,8
Pb (l)	4,77	72,8
PbCl ₂ (s)	-359,4	136,0
S (s) rombisk	0	31,9
Sn (s) hvitt	0	51,2
Sn (s) grått	-2,03	44,1
SO ₂ (g)	-296,8	248,1
SO ₃ (g)	-396	256,7
Zn (s)	0	41,6
ZnO (s)	-348,0	43,9
ZnS (s)	-203	57,7

Organiske forbindelser

Kp = kokepunkt, °C

Smp = smeltepunkt, °C

HYDROKARBONER, METTEDE (alkaner)				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Metan	CH ₄	-182	-161	
Etan	C ₂ H ₆	-183	-89	
Propan	C ₃ H ₈	-188	-42	
Butan	C ₄ H ₁₀	-138	-0,5	
Pentan	C ₅ H ₁₂	-130	36	
Heksan	C ₆ H ₁₄	-95	69	
Heptan	C ₇ H ₁₆	-91	98	
Oktan	C ₈ H ₁₈	-57	126	
Nonan	C ₉ H ₂₀	-53	151	
Dekan	C ₁₀ H ₂₂	-30	174	
Syklopropan	C ₃ H ₆	-128	-33	
Syklobutan	C ₄ H ₈	-91	13	
Syklopentan	C ₅ H ₁₀	-93	49	
Sykloheksan	C ₆ H ₁₂	7	81	
2-Metyl-propan	C ₄ H ₁₀	-159	-12	Isobutan
2,2-Dimetylpropan	C ₅ H ₁₂	-16	9	Neopentan
2-Metylbutan	C ₅ H ₁₂	-160	28	Isopentan
2-Metylpentan	C ₆ H ₁₄	-154	60	Isoheksan
2,2-Dimetylbutan	C ₆ H ₁₄	-99	50	Neoheksan

HYDROKARBONER, UMETTEDE, alkener				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Eten	C ₂ H ₄	-169	-104	Etylen
Propen	C ₃ H ₆	-185	-48	Propylen
But-1-en	C ₄ H ₈	-185	-6	
<i>cis</i> -But-2-en	C ₄ H ₈	-139	4	
<i>trans</i> -But-2-en	C ₄ H ₈	-106	1	
Pent-1-en	C ₅ H ₁₀	-165	30	
<i>cis</i> -Pent-2-en	C ₅ H ₁₀	-151	37	
<i>trans</i> -Pent-2-en	C ₅ H ₁₀	-140	36	
Heks-1-en	C ₆ H ₁₂	-140	63	
<i>cis</i> -Heks-2-en	C ₆ H ₁₂	-141	69	
<i>trans</i> -Heks-2-en	C ₆ H ₁₂	-133	68	
<i>cis</i> -Heks-3-en	C ₆ H ₁₂	-138	66	
<i>trans</i> -Heks-3-en	C ₆ H ₁₂	-115	67	
Sykloheksen	C ₆ H ₁₀	-104	83	
1,3-Butadien	C ₄ H ₆	-109	4	
2-metyl-1,3-butadien	C ₅ H ₈	-146	34	Isopren
Heksa-1,3,5-trien	C ₆ H ₈	-12	78,5	
HYDROKARBONER, UMETTEDE, alkynes				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Etyyn	C ₂ H ₂	-81	-85	Acetylen
Propyn	C ₃ H ₄	-103	-23	Metylacetylen
But-1-yn	C ₄ H ₆	-126	8	
But-2-yn	C ₄ H ₆	-32	27	
AROMATISKE HYDROKARBONER				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Benzen	C ₆ H ₆	5	80	
Metylbenzen	C ₇ H ₈	-95	111	
Etylbenzen, fenyletan	C ₈ H ₁₀	-95	136	
Fenyleten	C ₈ H ₈	-31	145	Styren, vinylbenzen
Fenylbenzen	C ₁₂ H ₁₀	69	256	Difenyl, bifenyl
Naftalen	C ₁₀ H ₈	80	218	Enkleste PAH
ALKOHOLER				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Metanol	CH ₃ OH	-98	65	Tresprit
Etanol	C ₂ H ₆ O	-114	78	
Propan-1-ol	C ₃ H ₈ O	-124	97	<i>n</i> -propanol
Propan-2-ol	C ₃ H ₈ O	-88	82	Isopropanol
Butan-1-ol	C ₄ H ₁₀ O	-89	118	<i>n</i> -Butanol
Butan-2-ol	C ₄ H ₁₀ O	-89	100	<i>sec</i> -Butanol
2-Metylpropan-1-ol	C ₄ H ₁₀ O	-108	108	Isobutanol
2-Metylpropan-2-ol	C ₄ H ₁₀ O	26	82	<i>tert</i> -Butanol
Pentan-1-ol	C ₅ H ₁₂ O	-78	138	<i>n</i> -Pentanol, amylalkohol
Pentan-2-ol	C ₅ H ₁₂ O	-73	119	<i>sec</i> -amylalkohol

Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Pentan-3-ol	C ₅ H ₁₂ O	-69	116	Dietylkarbinol
Heksan-1-ol	C ₆ H ₁₄ O	-47	158	Kapronalkohol, <i>n</i> -heksanol
Heksan-2-ol	C ₆ H ₁₄ O		140	
Heksan-3-ol	C ₆ H ₁₄ O		135	
Sykloheksanol	C ₆ H ₁₂ O	26	161	
Etan-1,2-diol	C ₂ H ₆ O ₂	-13	197	Etylenglykol
Propan-1,2,3-triol	C ₃ H ₈ O ₃	18	290	Glyserol, inngår i fettarten triglyserid
KARBONYLFORBINDELSER				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Metanal	CH ₂ O	-92	-19	Formaldehyd
Etanal	C ₂ H ₄ O	-123	20	Acetaldehyd
Fenylmetanal	C ₇ H ₆ O	-57	179	Benzaldehyd
Propanal	C ₃ H ₆ O	-80	48	Propionaldehyd
2-Metylpropanal	C ₄ H ₈ O	-65	65	
Butanal	C ₄ H ₈ O	-97	75	
Propanon	C ₃ H ₆ O	-95	56	Aceton
Butanon	C ₄ H ₈ O	-87	80	Metyletylketon
3-Metylbutan-2-on	C ₅ H ₁₀ O	-93	94	Metylisopropylketon
Pentan-2-on	C ₅ H ₁₀ O	-77	102	Metylpropylketon
Pentan-3-on	C ₅ H ₁₀ O	-39	102	Dietylketon
ORGANISKE SYRER				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Metansyre	CH ₂ O ₂	8	101	Maursyre, pK _a = 3,75
Etansyre	C ₂ H ₄ O ₂	17	118	Eddiksyre, pK _a = 4,76
Propansyre	C ₃ H ₆ O ₂	-21	141	Propionsyre, pK _a = 4,87
2-Metylpropansyre	C ₄ H ₈ O ₂	-46	154	pK _a = 4,84
2-Hydroksypropansyre	C ₃ H ₆ O ₃		122	Melkesyre, pK _a = 3,86
3-Hydroksypropansyre	C ₃ H ₆ O ₃			Dekomponerer ved oppvarming, pK _a = 4,51
Butansyre	C ₄ H ₈ O ₂	-5	164	Smørsyre, pK _a = 4,83
Pentansyre	C ₅ H ₁₀ O ₂	-34	186	Valeriansyre, pK _a = 4,83
Etandisyre	C ₂ H ₂ O ₄			Oksalsyre, pK _{a1} = 1,25, pK _{a2} = 3,81
Propandisyre	C ₃ H ₄ O ₄			Malonsyre, pK _{a1} = 2,85, pK _{a2} = 5,70
Askorbinsyre	C ₆ H ₈ O ₆	190-192		pK _{a1} = 4,17, pK _{a2} = 11,6
Benzosyre	C ₇ H ₆ O ₂	122	250	
ESTERE				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Benzyletanat	C ₉ H ₁₀ O ₂	-51	213	Benzylacetat, lukter pære og jordbær
Butylbutanat	C ₈ H ₁₆ O ₂	-92	166	Lukter ananas
Etylbutanat	C ₆ H ₁₂ O ₂	-98	121	Lukter banan, ananas og jordbær
Etyletanat	C ₄ H ₈ O ₂	-84	77	Etylacetat, løsemiddel
Etylheptanat	C ₉ H ₁₈ O ₂	-66	187	Lukter aprikos og kirsebær
Etylmetanat	C ₃ H ₆ O ₂	-80	54	Lukter rom og sitron

Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Etylpentanat	$C_7H_{14}O_2$	-91	146	Lukter eple
Metylbutanat	$C_5H_{10}O_2$	-86	103	Lukter eple og ananas
Oktyletanat	$C_{10}H_{20}O_2$	-39	210	Lukter appelsin
Pentylpentanat	$C_{10}H_{20}O_2$	-79	204	Lukter eple
ORGANISKE FORBINDELSER MED NITROGEN				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Metylamin	CH_5N	-94	-6	$pK_b = 3,34$
Dimetylamin	C_2H_7N	-92	7	$pK_b = 3,27$
Trimetylamin	C_3H_9N	-117	2,87	$pK_b = 4,20$
Etylamin	C_2H_7N	-81	17	$pK_b = 3,35$
Dietylamin	$C_4H_{11}N$	-28	312	$pK_b = 3,16$
ORGANISKE FORBINDELSER MED HALOGEN				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Klormetan	CH_3Cl	-98	-24	Metylklorid
Diklormetan	CH_2Cl_2	-98	40	Metylenklorid, Mye brukt som løsemiddel
Triklormetan	$CHCl_3$	-63	61	Kloroform
Tetraklormetan	CCl_4	-23	77	Karbontetraklorid
Kloreten	C_2H_3Cl	-154	-14	Vinylklorid, monomeren i polymeren PVC

Grunnstoffenes periodesystem

Gruppe 1	Gruppe 2	Forklaring										Gruppe 13	Gruppe 14	Gruppe 15	Gruppe 16	Gruppe 17	Gruppe 18
1 1,008 H 2,1 Hydrogen		Atomnummer Atommasse Symbol Elektronegativitetsverdi Navn () betyr massetallet til den mest stabile isotopen * Lantanoider ** Aktinoider										Aggregat-tilstand ved 25 °C og 1 atm Ikke-metall Halvmetall Metall Fast stoff B Væske Hg Gass N					2 4,003 He - Helium
3 6,941 Li 1,0 Litium	4 9,012 Be 1,5 Beryl-lium											5 10,81 B 2,0 Bor	6 12,01 C 2,5 Karbon	7 14,01 N 3,0 Nitrogen	8 16,00 O 3,5 Oksygen	9 19,00 F 4,0 Fluor	10 20,18 Ne - Neon
11 22,99 Na 0,9 Natrium	12 24,31 Mg 1,2 Magne-sium	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 26,98 Al 1,5 Alumini-um	14 28,09 Si 1,8 Silisium	15 30,97 P 2,1 Fosfor	16 32,07 S 2,5 Svovel	17 35,45 Cl 3,0 Klor	18 39,95 Ar - Argon
19 39,10 K 0,8 Kalium	20 40,08 Ca 1,0 Kalsium	21 44,96 Sc 1,3 Scan-dium	22 47,87 Ti 1,5 Titan	23 50,94 V 1,6 Vana-dium	24 52,00 Cr 1,6 Krom	25 54,94 Mn 1,5 Mangan	26 55,85 Fe 1,8 Jern	27 58,93 Co 1,9 Kobolt	28 58,69 Ni 1,9 Nikkel	29 63,55 Cu 1,9 Kobber	30 65,38 Zn 1,6 Sink	31 69,72 Ga 1,6 Gallium	32 72,63 Ge 1,8 Germa-nium	33 74,92 As 2,0 Arsen	34 78,97 Se 2,4 Selen	35 79,90 Br 2,8 Brom	36 83,80 Kr - Krypton
37 85,47 Rb 0,8 Rubidium	38 87,62 Sr 1,0 Stron-tium	39 88,91 Y 1,2 Yttrium	40 91,22 Zr 1,4 Zirko-nium	41 92,91 Nb 1,6 Niob	42 95,95 Mo 1,8 Molyb-den	43 (98) Tc 1,9 Technetium	44 101,07 Ru 2,2 Ruthe-nium	45 102,91 Rh 2,2 Rhodium	46 106,42 Pd 2,2 Palla-dium	47 107,87 Ag 1,9 Sølv	48 112,41 Cd 1,7 Kad-mium	49 114,82 In 1,7 Indium	50 118,71 Sn 1,7 Tinn	51 121,76 Sb 1,8 Antimon	52 127,60 Te 2,1 Tellur	53 126,90 I 2,4 Jod	54 131,29 Xe - Xenon
55 132,91 Cs 0,7 Cesium	56 137,33 Ba 0,9 Barium	57 138,91 La 1,1 Lantan*	72 178,49 Hf 1,3 Hafnium	73 180,95 Ta 1,5 Tantal	74 183,84 W 1,7 Wolfram	75 186,21 Re 1,9 Rhenium	76 190,23 Os 2,2 Osmium	77 192,22 Ir 2,2 Iridium	78 195,08 Pt 2,2 Platina	79 196,97 Au 2,4 Gull	80 200,59 Hg 1,9 Kvikksølv	81 204,38 Tl 1,8 Thallium	82 207,2 Pb 1,8 Bly	83 208,98 Bi 1,9 Vismut	84 (209) Po 2,0 Poloni-um	85 (210) At 2,3 Astat	86 (222) Rn - Radon
87 (223) Fr 0,7 Francium	88 (226) Ra 0,9 Radium	89 (227) Ac 1,1 Actinium**	104 (267) Rf - Ruther-fordium	105 (268) Db - Dub-nium	106 (269) Sg - Sea-borgium	107 (270) Bh - Bohrium	108 (269) Hs - Hassium	109 (277) Mt - Meit-nerium	110 (281) Ds - Darm-stadti-um	111 (282) Rg - Rønt-genium	112 (285) Cn - Coper-nicium	113 (286) Nh - Nihoni-um	114 (290) Fl - Flerovi-um	115 (289) Mc - Moscovi-um	116 (293) Lv - Liver-morium	117 (294) Ts - Tenness	118 (294) Og - Oganess-on
		* 57 138,91 La 1,1 Lantan 58 140,12 Ce 1,1 Cerium 59 140,91 Pr 1,1 Praseodym 60 144,24 Nd 1,1 Neodym 61 (145) Pm 1,1 Promethium 62 150,36 Sm 1,2 Samarium 63 151,96 Eu 1,2 Europium 64 157,25 Gd 1,2 Gadolinium 65 158,93 Tb 1,1 Terbium 66 162,50 Dy 1,2 Dysprosium 67 164,93 Ho 1,2 Holmium 68 167,26 Er 1,2 Erbium 69 168,93 Tm 1,3 Thulium 70 173,05 Yb 1,1 Ytterbium 71 174,97 Lu 1,3 Lutetium															
		** 89 (227) Ac 1,1 Actinium 90 232,04 Th 1,3 Thorium 91 231,04 Pa 1,4 Protactinium 92 238,03 U 1,4 Uran 93 (237) Np 1,4 Neptunium 94 (244) Pu 1,3 Plutonium 95 (243) Am 1,1 Americium 96 (247) Cm 1,3 Curium 97 (247) Bk 1,3 Berke-lium 98 (251) Cf 1,3 Californium 99 (252) Es 1,3 Einsteinium 100 (257) Fm 1,3 Fermium 101 (258) Md 1,3 Mendelevium 102 (259) No 1,3 Nobelium 103 (266) Lr 1,3 Lawrencium															

Kilder til tabellvedlegg

- De fleste opplysningene er hentet fra *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 89. UTGAVE (2008–2009), ISBN 9781420066791
- Oppdateringer er gjort ut fra *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 96. UTGAVE (2015–2016): <http://www.hbcpnetbase.com/> (sist besøkt 16.11.15) og *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 103. UTGAVE (<https://hbcp.chemnetbase.com/faces/contents/ContentsSearch.xhtml?jsessionid=57CCC8FDEC923F2DEE95CD0D134F8706>) (sist besøkt 12.10.22)
- For ustabile radioaktive grunnstoffer ble periodesystemet til «Royal Society of Chemistry» brukt: <http://www.rsc.org/periodic-table> (sist besøkt 15.01.15)
- *Gyldendals tabeller og formler i kjemi*, Kjemi 1 og Kjemi 2, Gyldendal, ISBN: 978-82-05-39274-8
- Esterduft: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ester> (sist besøkt 10.09.2013)
- Stabilitetskonstanter: <http://bilbo.chm.uri.edu/CHM112/tables/Kftable.htm> (sist besøkt 03.12.2013) og, <http://www.cem.msu.edu/~cem333/EDTATable.html> (sist besøkt 03.12.2013)
- Oppdatering gjort fra: <https://webbook.nist.gov/chemistry/> (sist besøkt 3.01.2024)
- Oppdatering gjort fra: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/pac-2019-0603/html> (sist besøkt 3.01.2024)
- Oppdatering gjort fra: https://srdata.nist.gov/solubility/version_his.aspx (sist besøkt 3.01.2024)
- Online Resources for Chemical Safety in Science Education. (2023, 25. april). *Hva er grønn kjemi?*. <https://chesse.org/no/gronn-kjemi/hva-er-gronn-kjemi/> (sist besøkt 28.11.24)

Kilder til oppgave 9

- [1] K. R. Jatana, K. Rhoades, S. Milkovich og I. N. Jacobs, «Basic Mechanism of Button Battery Ingestion Injuries and Novel Mitigation Strategies After Diagnosis and Removal,» *The Laryngoscope*, side 1276-1282, juni 2017.
- [2] Giftinformasjonen, «helsenorge.no,» januar 2025. [Internett]. <https://www.helsenorge.no/giftinformasjon/produkter-og-kjemikalier/batterier/>.
- [3] X. Xiaojang, M. P. Castellani og T. P. Rioux, «The specific heat of the human body is lower than previously believed: The journal Temperature toolbox,» *Temperature (Austin)*, side 235-239, juli 2022.

Figurene 5 og 7 og figuren i oppgave 1f) er alle laget ved hjelp av BioRender.

Blank side

Blank side

Kandidatnummer: _____

Svarark nr. 1 av totalt _____ på del 1

Svar oppgåve 1 / oppgave 1

Oppgåve 1/	Skriv <i>ett</i> av svaralternativa A, B, C eller D her: /
Oppgave 1	Skriv <i>ett</i> av svaralternativene A, B, C eller D her:
a)	
b)	
c)	
d)	
e)	
f)	
g)	
h)	
i)	
j)	
k)	
l)	

Svar oppgåve 2/ oppgave 2

Oppgåve 2 / oppgave 2		Set <i>ett</i> kryss for rett eller feil ved kvar påstandsoppgåve/ Sett <i>ett</i> kryss for rett eller feil ved hver påstandsoppgave:	
2a		Rett	Feil
	I		
	II		
	III		
	IV		
2b		Rett	Feil
	I		
	II		
	III		
	IV		

Vedlegg 2 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret på oppgåve 3, 4 og 5. /
Vedlegg 2 skal leveres kl. 11.00 sammen med svaret på oppgave 3, 4 og 5.

Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgåva:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Hugs å føre opp kjeldene i svaret ditt dersom du bruker kjelder.
- Les gjennom det du har skrive, før du leverer.
- Bruk tida. Det er lurt å drikke og ete undervegs.

Lykke til!

Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgaven:

- Start med å lese oppgaveinstruksen godt.
- Husk å føre opp kildene i svaret ditt hvis du bruker kilder.
- Les gjennom det du har skrevet, før du leverer.
- Bruk tiden. Det er lurt å drikke og spise underveis.

Lykke til!