

Eksamen

29.05.2024

REA3046 Kjemi 2



Se eksamenstips på baksiden!



Nynorsk

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 vektning	<p>Del 1 tel omtrent 40 prosent, og del 2 tel omtrent 60 prosent av heile settet. Vektinga tilsvareer omtrent tidsbruken.</p> <p>På del 1 er forventta tidsbruk på oppgåve 1, 2 og 3 til saman 1 time og på oppgåve 4 og 5 til saman 1 time.</p> <p>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.</p> <p>Alle oppgåvene med unntak av oppgåve 1 og 2 vil krevje grunngiving av svaret.</p> <p>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.</p> <p>Sjå eksamensretteleinga på nettsidene til Utdanningsdirektoratet.</p>
Kjelder	<p>Sjå kjeldeliste på side 51.</p> <p>Andre grafar, bilete og figurar: Utdanningsdirektoratet.</p>

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) Syrer og basar

Kva er den korresponderande 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 basar

Ei basisk løysning med pH på omtrent 9 blei laga ved å løyse 1 mol av eit salt i 1 liter vatn.

Kva for eit salt blei løyst i vatn?

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

c) Buffer

Kva kombinasjon av stoff løyste i vatn kan gi ein buffer?

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

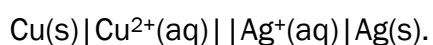
d) Redoksreaksjonar

Kva for ein 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) Redoksreaksjonar

Cellediagrammet til ei galvanisk celle er

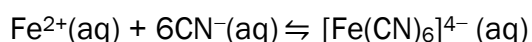


Kva for ein påstand om cella er rett?

- A Batterikapasiteten blir påverka av massen til sølvelektroden.
- B Når cella leverer straum, skjer reaksjonen $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq})$
- C Cellespenninga er ca. 0,46 V.
- D Ei saltbru som inneheld glukose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, vil fungere godt.

f) Oksidasjonstal

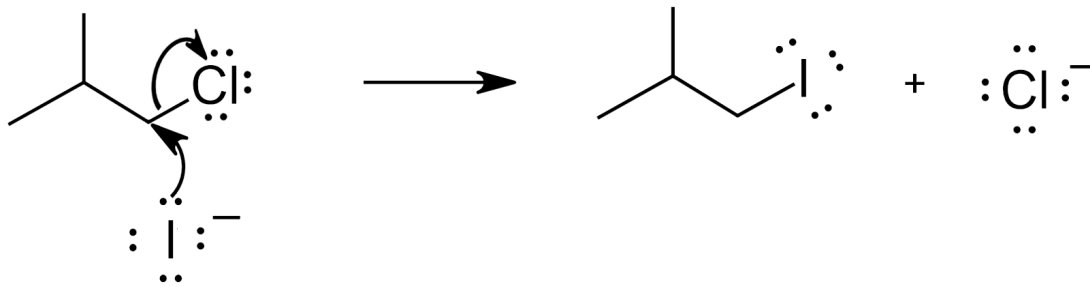
Jernion, Fe^{2+} , og cyanid, CN^- , kan danne eit kompleksion i vatn:



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

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

g) Organisk kjemi



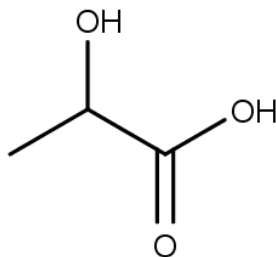
Figur 1. Reaksjonsmekanisme

Ta utgangspunkt i reaksjonsmekanismen i figur 1. Kva påstand er rett?

- A Reaksjonen er ein addisjonsreaksjon.
- B I^- overfører eit elektronpar til klor slik at det blir danna Cl^- .
- C I^- fungerer her som ein elektrofil.
- D Elektronparet i C-Cl-bindinga blir overført til klor slik at det blir danna Cl^- .

h) Biologiske makromolekyl

Mjølkesyre, vist i figur 2, kan brukast som monomer til å lage ein bioplastpolymer.



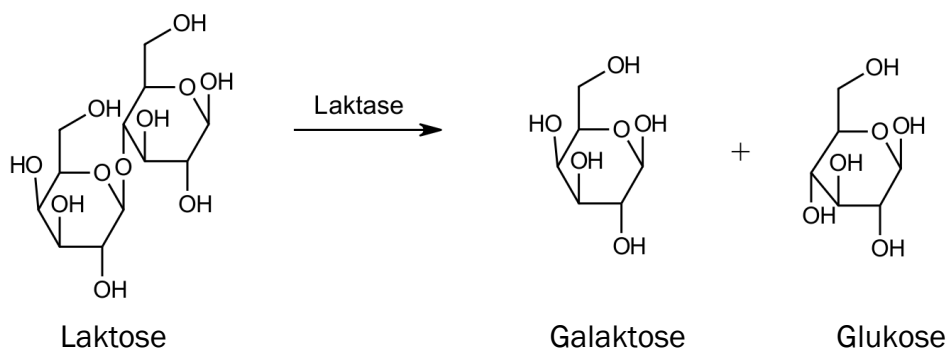
Figur 2. Mjølkesyre

Kva for ein påstand om polymeren er rett?

- A Det vil bli danna ein addisjonspolymer med sidegrupper av metyl ($-CH_3$).
- B Det vil bli danna ein addisjonspolymer med sidegrupper av hydroksyl ($-OH$).
- C Det vil bli danna ein kondensasjonspolymer med sidegrupper av metyl ($-CH_3$).
- D Det vil bli danna ein kondensasjonspolymer med sidegrupper av hydroksyl ($-OH$).

i) Biologiske makromolekyl

Figur 3 nedanfor viser spaltinga av laktose til galaktose og glukose.



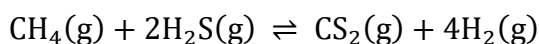
Figur 3

Kva for ein påstand er rett om laktase i denne spaltinga?

- A Laktase er eit enzym som aukar aktiveringsenergien i hydrolysen av laktose.
- B Laktase er eit enzym som bind galaktose og glukose saman til laktose i ein kondensasjonsreaksjon.
- C Laktase fungerer som ein katalysator i hydrolysen av laktose.
- D Laktase fungerer som ein katalysator i spaltinga av alle disakkarid.

j) Likevekt

Vi har denne reversible reaksjonen:



Tabellen nedanfor viser konsentrasjonane ved start og fire alternativ for konsentrasjonane ved likevekt.

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

	[CH ₄]	[H ₂ S]	[CS ₂]	[H ₂]
Konsentrasjonar ved start (mol/L)	2,0	1,0	0,0	0,0
Svaralternativ:				
A	2,0 – x	1,0 – 2x	x	4x
B	2,0 – 2x	1,0 – 2x	2x	4x
C	2,0 – 2x	1,0 – x	x	2x
D	2,0 – x	1,0 – x	x	2x

k) Løysingsevne

Kva for eit av desse salta er *minst* løyseleg i vatn?

- 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) Uvisse og feilkjelder

Konsentrasjonen til ei saltsyreløysning, $\text{HCl}(\text{aq})$, blei bestemd ved tre parallelle titreringar med ei løysning av natriumhydroksid, $\text{NaOH}(\text{aq})$. I ettertid viste det seg at konsentrasjonen av $\text{NaOH}(\text{aq})$ var lågare enn oppgitt.

Vurder om desse påstandane er rette:

- i) Dette er eit døme på ein tilfeldig feil.
- ii) Den berekna konsentrasjonen av $\text{HCl}(\text{aq})$ blei for høg.

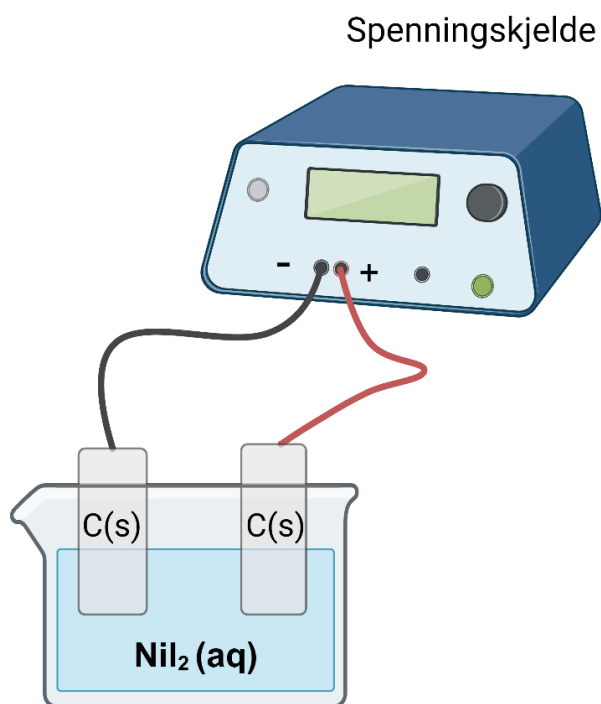
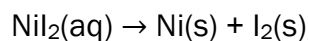
Kva for nokre av påstandane er rette?

- A berre i
- B berre ii
- C begge to er rette
- D ingen er rette

Oppgåve 2 Rett/feil-oppgåver

a) Redoksreaksjonar

Saltet nikkell(II)jodid, $\text{NiI}_2(\text{s})$, blei l yst i eit kar med reint vatn. To elektrodar av grafitt blei kopla til ei justerbar spenningskjelde, slik figur 4 viser. Spenninga blei auka til denne reaksjonen byrja:



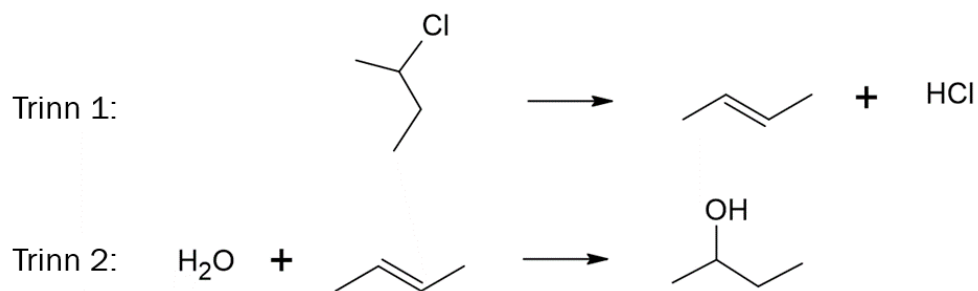
Figur 4. Elektrolyse av NiI_2 med to elektrodar av grafitt, $\text{C}(\text{s})$, kopla til ei justerbar spenningskjelde.

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

- I Det blir danna nikkelmetall ved den positive elektroden.
- II Elektrolysen krev ei spenning på minst 0,80 V.
- III For   danne 60 g nikkell trengst det ca. 2,0 mol elektron.
- IV I elektrolysen blir jodid, I^- , redusert.

b) Organiske reaksjonar

Figur 5 viser ein syntese i to trinn.



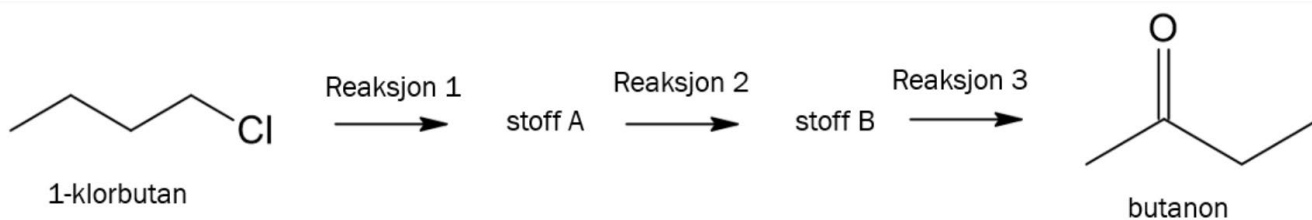
Figur 5. Syntese av 2-klorbutan til butan-2-ol

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

- I Trinn 1 er ein addisjonsreaksjon.
- II Reaksjonen i trinn 2 kan gi to ulike produkt og dermed redusere utbyttet i syntesen.
- III Destillasjon kan brukast til å fjerne restar av vatn i reaksjonsblandinga etter trinn 2.
- IV Produktet etter trinn 2 kan oksiderast til eit keton.

Oppgave 3

For å danne butanon frå 1-klorbutan skjer det ein syntese i tre trinn, som vist i figur 6. I løpet av syntesen skjer det ein oksidasjon, eliminasjon og addisjon. Du skal sortere desse i rett rekkefølge.



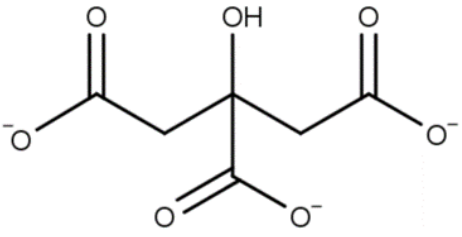
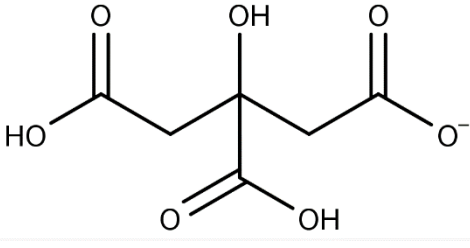
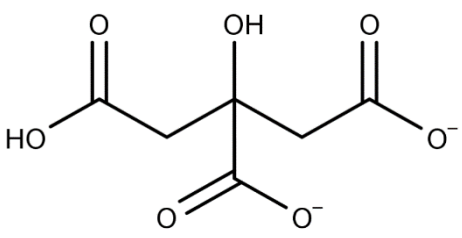
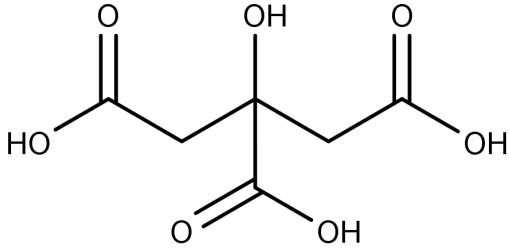
Figur 6. Syntese av butanon

- skriv reaksjonstypane for reaksjon 1, 2 og 3
- teikn strukturformlane til stoffa A og B

Oppgave 4

Huda vår har ein naturleg pH på cirka 5,5. Dei reingjerande ingrediensane i såpe og sjampo er ofte basiske stoff, så for å gi produkta den ønskete pH-en tilset ein ofte sitronsyre eller natriumsalt av sitronsyre, sjå tabell 1.

Tabell 1. Strukturformlane for sitronsyre og natriumsalt av sitronsyre

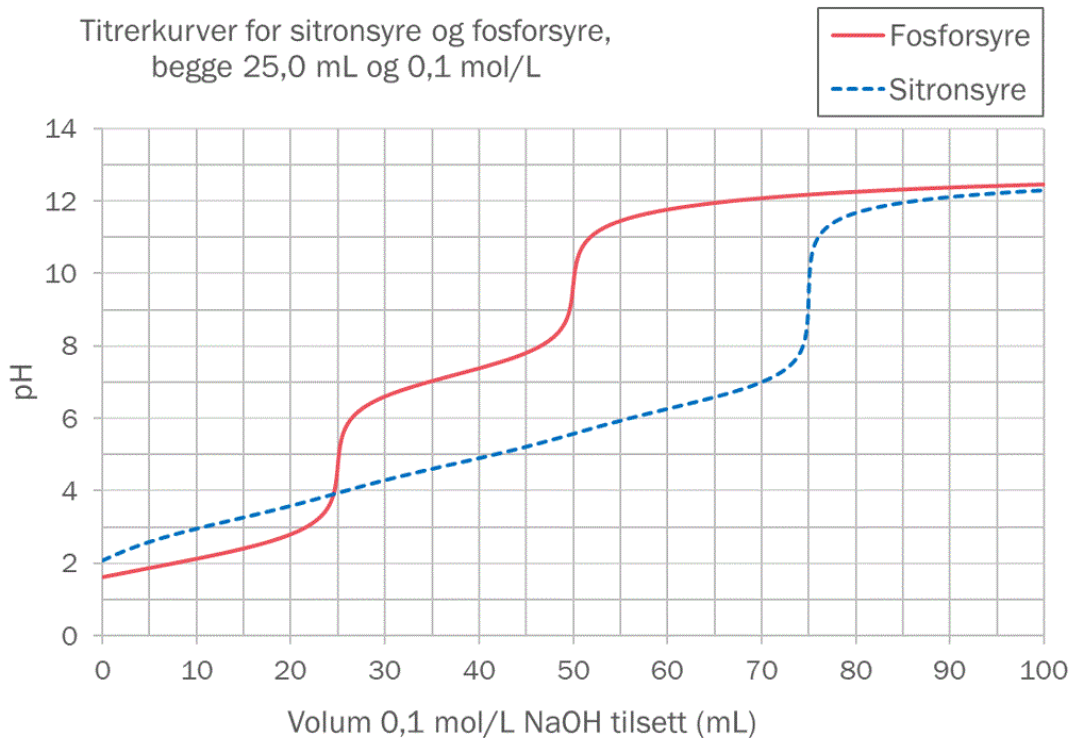
A Trinatriumsitrat	B Natriumdihydrogensitrat
 <p>3 Na⁺</p>	 <p>Na⁺</p>
C Dinatriumhydrogensitrat	D Sitronsyre
 <p>2 Na⁺</p>	

- a) Vurder om alle stoffa i tabellen ovanfor kan bli brukte for å senke pH-verdien i ei såpeblanding.
- b) Du har laga ein buffer ved å blande 1 mol dinatriumhydrogensitrat (C) med 1,5 mol trinatriumsitrat (A) og fortynna med vatn til 1,0 L. Så tilset du 0,7 mol NaOH(s).

Vurder om du framleis er innanfor bufferområdet.

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

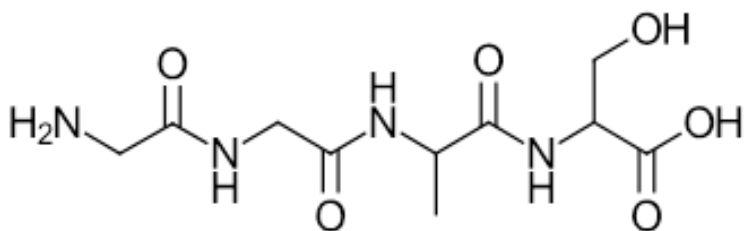
Forklar kort kvifor det er ein slik skilnad.



Figur 7. Titreerkurver for 25,0 mL 0,1 mol/L sitronsyre (stipla, blå) og 25,0 mL 0,1 mol/L fosforsyre (heiltrekt, raud)

Oppgave 5

a) Figur 8 viser eit peptid. Kva aminosyrer består peptidet av?



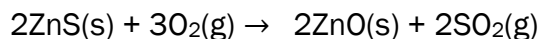
Figur 8. Strukturformelen til eit peptid

b) Forklår korleis ein sekundærstruktur kan oppstå i eit polypeptid.

Del 2

Oppgave 6

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

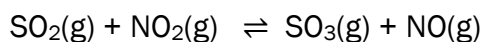


Når 2 mol sinkulfid reagerer med 3 mol oksygen er entalpiendringa, ΔH , lik -883 kJ.

a) Bruk termodynamiske data frå vedlegget til å:

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

Svoveldioksid, SO₂, reagerer vidare i ein ny behaldar:



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

I behaldaren er det

0,20 mol/L SO₂

0,75 mol/L NO₂

1,3 mol/L SO₃

1,7 mol/L NO

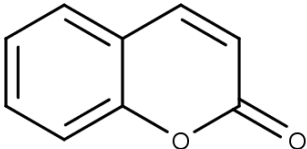
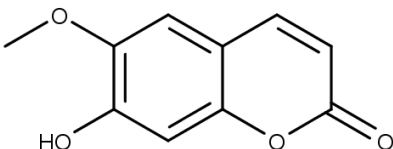
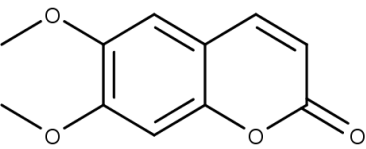
b) Vis at det ikkje er likevekt i behaldaren. Kva veg vil likevekta bli forskoven?

c) Etter ein stund oppnår systemet likevekt. Kva er konsentrasjonen av NO i behaldaren no?

Oppgave 7

Tabellen viser tre sambindingar som ein finn i somme planter. Sambinding C kan syntetiserast frå B.

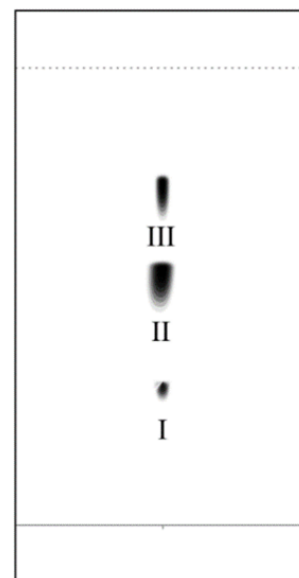
Tabell 2. Plantesambindingar og tabellverdiar

Sambinding A	Sambinding B	Sambinding 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) Kva type reaksjon skjer når sambindinga B reagerer med metanol?
- b) Syntesen starta med 64 g av sambinding B og eit overskot av metanol. Utbyttet i reaksjonen var 48 %. Kor mange gram av sambinding C blei danna?

Ei blanding av dei tre sambindingane i tabell 2 blei separerte med tynnsjikt-kromatografi, sjå figur 9. Det er brukt ein polar stasjonær fase og ein upolar mobil fase.

- c)
- Finn ut kva for ei av sambindingane som har lågast retardasjonsfaktor, R_F , sjå figur 9.
 - Teikn ei skisse av korleis tynnsjiktplate ville ha sett ut dersom ein i staden hadde brukt ein upolar stasjonær fase og ein polar mobil fase.

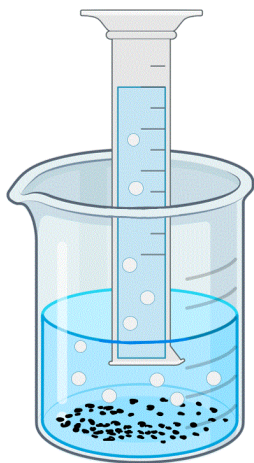


I sambinding B
II sambinding C
III sambinding A

Figur 9. Tynnsjiktplate

Oppgave 8

Ein klasse fekk i oppgave å finne masseprosenten til mangan, Mn(s), i ei legering. Dei fekk også opplyst at av metalla i legeringa var det berre mangan som ville reagere med saltsyre, HCl(aq), og at det ville bli danna ein gass når mangan reagerte med saltsyre.



Figur 10. Oppsamling av gassbobler i målesylinder

Ei gruppe elever løyste oppgåva slik:

- 1 Dei vog opp små bitar av legeringa, til saman 1,376 g.
- 2 Dei målte opp 100 mL 3,0 mol/L HCl(aq) med ein målesylinder.
- 3 Dei tømde HCl-løysninga over i eit begerglas og la bitane i løysninga.
- 4 Dei samla opp gassbobler frå reaksjonen i ein 100-mL-målesylinder fylt med vatn og snudd opp ned, som vist i figur 10.

Då boblinga stoppa, hadde dei samla opp 72 mL gass.

- a) Ta utgangspunkt i halvreaksjonar frå spenningsrekka. Skriv ei balansert reaksjonslikning for reaksjonen mellom saltsyre og mangan.

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

- b) Bruk dataa som elevane fann, til å finne masseprosenten av mangan i legeringa (dersom du manglar svar frå oppgave 8a, kan du rekne at molforholdet mellom mangan og gass er 1 : 1).
- c) Diskuter kva for ei feilkjelde som vil ha størst påverknad på resultatet, og foreslå ei forbetring av gjennomføringa.

Oppgave 9

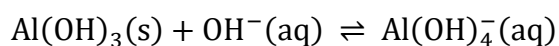
Utslepp av fosforholdig avløpsvatn frå landbruk og hushald til innsjøar og fjordar kan føre til dårleg vasskvalitet. Det er derfor eit krav om reinsing av slikt avløpsvatn. I Noreg blir i snitt 66 % av fosforet fjerna, og i 2020 var det totale utsleppet av fosfor etter reinsing 1480 tonn. [1]

Fosfor i ulike fosfatsambindingar er både eit viktig næringsstoff for planter og ein avgrensa ressurs. Avfallet frå reinseprosessen bør derfor attvinnast og brukast som gjødsel og til jordforbetring i landbruket.

Kjemisk reinsing

I mange reinseanlegg blir fosforsambindingar fjerna ved kjemisk reinsing. Avløpsvatnet blir tilsett lettløseleg aluminiumsulfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, og fosfor blir felt ut i form av fosfat, PO_4^{3-} . Avløpsvatnet er svakt surt, og mykje av fosforet finst som dihydrogenfosfat, H_2PO_4^- (aq). Derfor blir avløpsvatnet tilsett natriumhydroksid, NaOH, til pH cirka 12 før ein tilset aluminiumsulfat. Natriumhydroksid, NaOH, blir framstilt i stor skala ved elektrolyse av ei vassløysning av natriumklorid, NaCl.

For å få felt ut ei tilstrekkeleg mengd fosfat frå avløpsvatnet må ein i praksis bruke minst dobbel stoffmengd aluminium i forhold til fosfat. Det er fordi iona av aluminium også bind seg til mellom anna OH^- . Saltet aluminiumoksid, $\text{Al}(\text{OH})_3$, har lågast løysingsevne ved pH 5,7–6,7 og løyser seg både i sure og basiske løysningar. Ved høg pH innstiller denne likevekta seg:



Før det reinsa vatnet blir sleppt ut, må pH-en regulerast ned. [2]

Biologisk reinsing

Det har nyleg blitt utvikla ein ny reinseprosess der fosforsambindingar blir reinsa ved hjelp av fosforetande bakteriar. Bakteriane veks på små plastbitar som avløpsvatnet blir ført gjennom. På plastbitane dannar det seg ein fosforholdig biofilm som etter kvart losnar og blir ein del av avløpsslammet. Fosforet blir attvunne frå slammet som struvitt. Struvitt er ein krystall som består av ammonium, magnesium og fosfat, $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ein fordel med denne reinseprosessen er at ein reduserer bruken av kjemikaliar kraftig. I tillegg kan fosforet som blir attvunne gjennom denne prosessen, lettare takast opp av plantene enn fosfor som blir felt ut ved kjemisk reinsing. [3]

Skriv ein kjemifagleg tekst som tek utgangspunkt i fjerning av fosfor frå avløpsvatn. Du skal bruke kjemikompentansen din til å gjere greie for og drøfte eitt eller fleire av punkta nedanfor:

- fellingsreaksjonar i den kjemiske reinseprosessen
- behovet for pH-regulering i den kjemiske reinseprosessen
- kjemikaliemengda i reinseprosessane med bakgrunn i prinsippa for grøn kjemi
- samanlikne reinseprosessane med bakgrunn i prinsippa for grøn kjemi

Svaret ditt bør innehalde reaksjonslikningar, utrekningar eller figurar der det er relevant. Svaret bør vere på omtrent 250 ord.

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 nettside 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

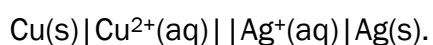
d) Redoksreaksjoner

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

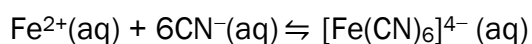


Hvilken påstand om cellen er riktig?

- 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

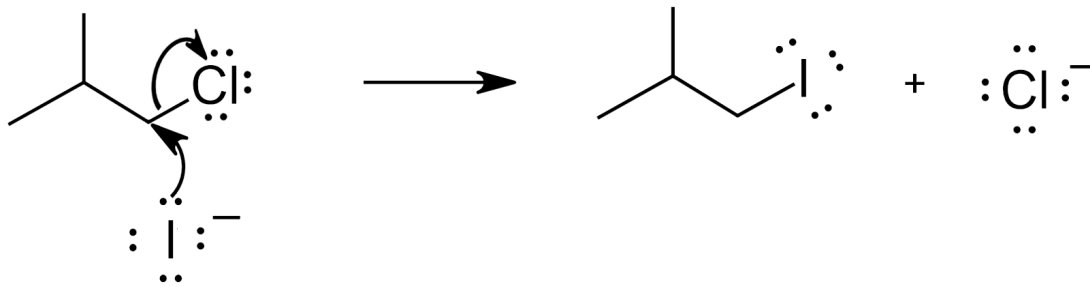
Jernioner, Fe^{2+} , og cyanid, CN^- , kan danne et kompleksion i vann:



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

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

g) Organisk kjemi



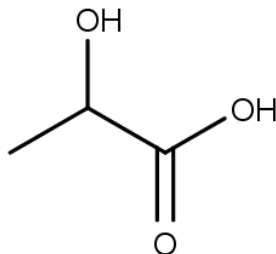
Figur 1. Reaksjonsmekanisme

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.



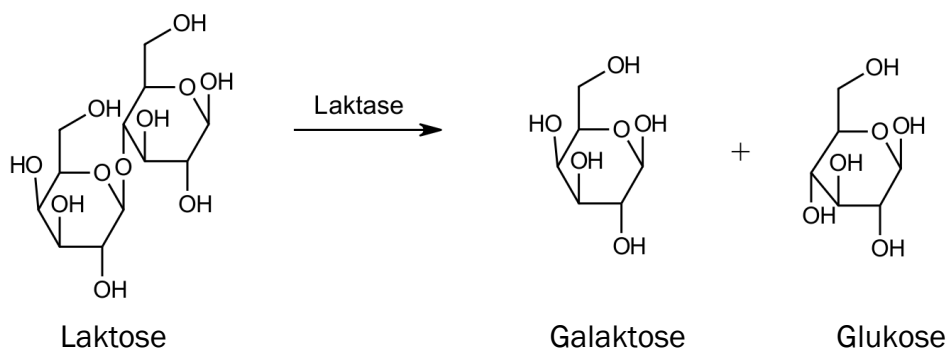
Figur 2. Melkesyre

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).

i) Biologiske makromolekyl

Figur 3 nedenfor viser spaltingen av laktose til galaktose og glukose.



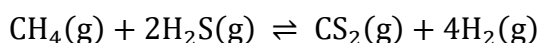
Figur 3

Hvilken påstand er riktig om laktase i denne spaltingen?

- A Laktase er et enzym som øker aktiveringsenergien i hydrolysen av laktose.
- B Laktase er et enzym som binder galaktose og glukose sammen til laktose i en kondensasjonsreaksjon.
- C Laktase fungerer som en katalysator i hydrolysen av laktose.
- D Laktase fungerer som en katalysator i spaltingen av alle disakkarid.

j) Likevekt

Vi har denne reversible reaksjonen:



Tabellen nedenfor viser konsentrasjonene ved start og fire alternativer for konsentrasjonene ved likevekt.

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

	[CH ₄]	[H ₂ S]	[CS ₂]	[H ₂]
Konsentrasjoner ved start (mol/L)	2,0	1,0	0,0	0,0
Svaralternativer:				
A	2,0 – x	1,0 – 2x	x	4x
B	2,0 – 2x	1,0 – 2x	2x	4x
C	2,0 – 2x	1,0 – x	x	2x
D	2,0 – x	1,0 – x	x	2x

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.

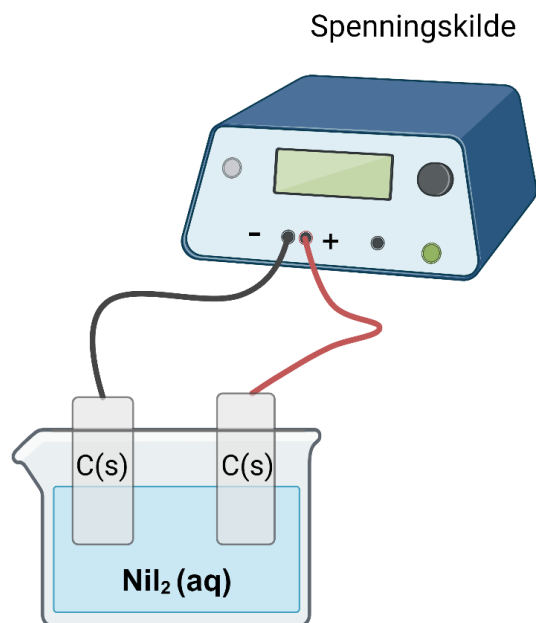
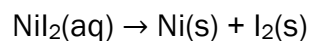
Hvilke av påstandene er riktige?

- 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:



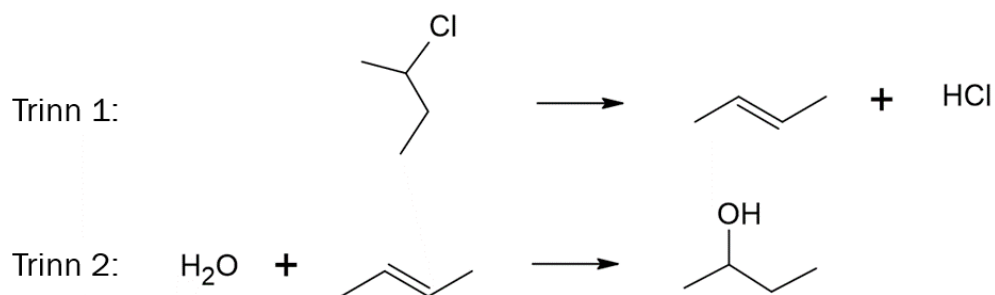
Figur 4. Elektrolyse av NiI_2 med to elektroder av grafitt, $\text{C}(\text{s})$, koblet til justerbar spenningskilde.

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 nikkel 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.



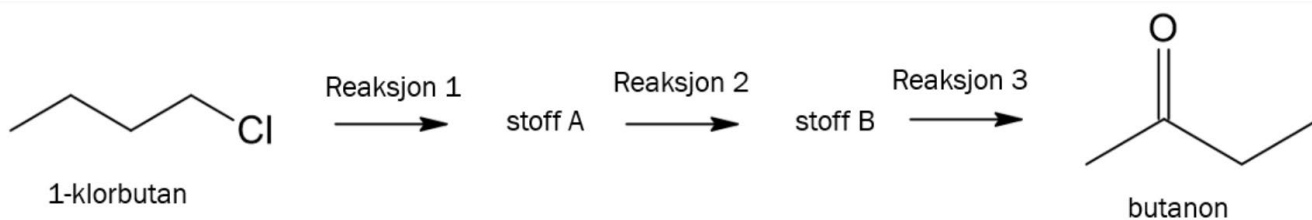
Figur 5. Syntese av 2-klorbutan til butan-2-ol

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.



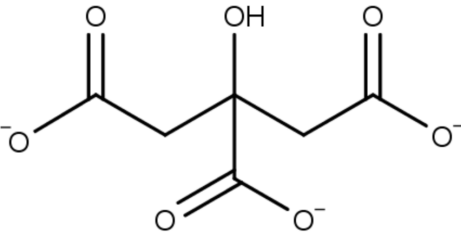
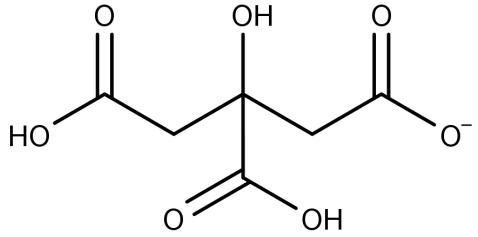
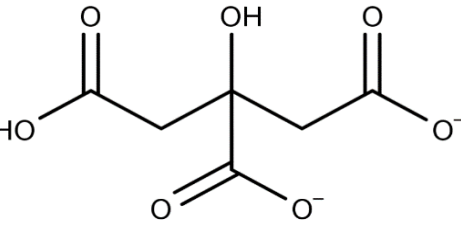
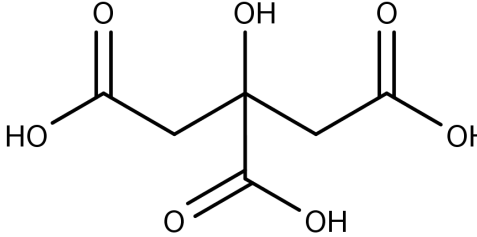
Figur 6. Syntese av butanon

- 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

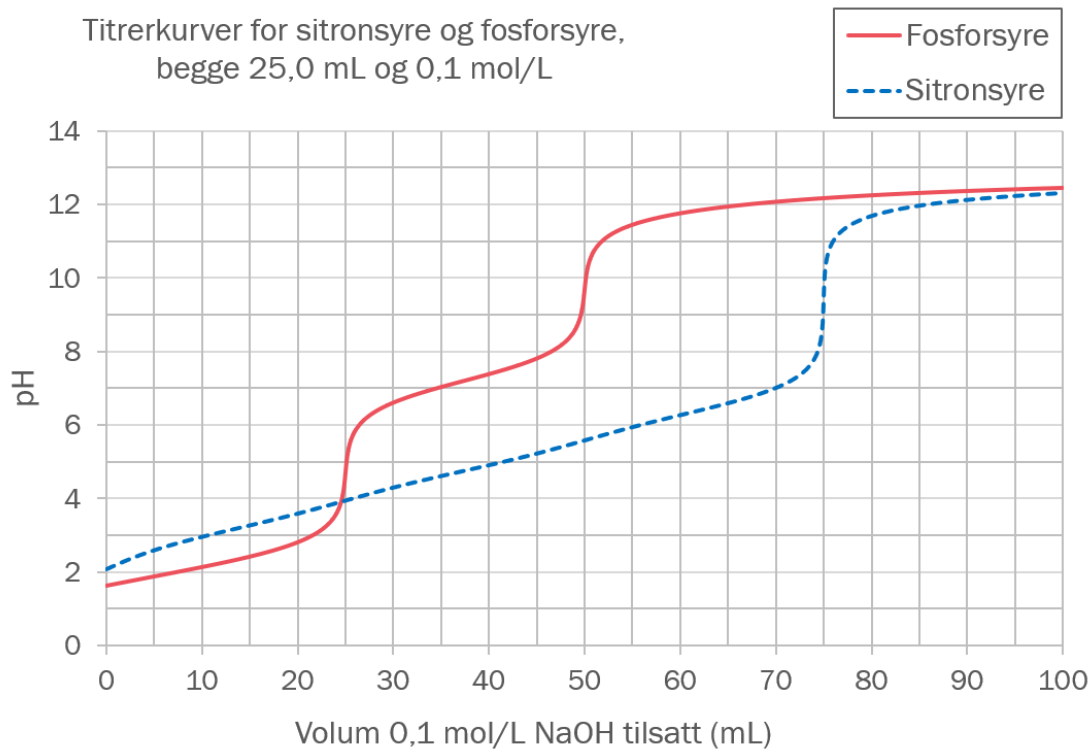
A Trinatriumsitrat	B Natriumdihydrogensitrat
 <p>3Na^+</p>	 <p>Na^+</p>
C Dinatriumhydrogensitrat	D Sitronsyre
 <p>2Na^+</p>	

- 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.

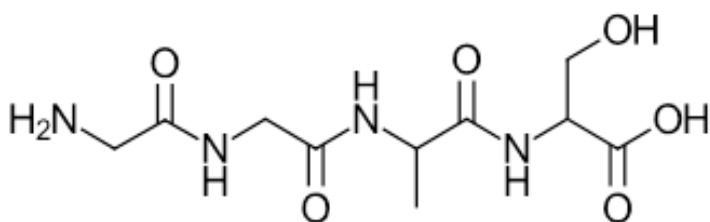
Forklar kort hvorfor det er en slik forskjell.



Figur 7. Titrekurver 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?



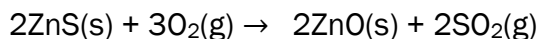
Figur 8. Strukturformelen til et peptid

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:

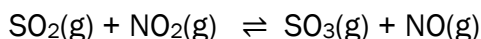


Når 2 mol sinkulfid reagerer med 3 mol oksygen gass er entalpiendringen, ΔH , lik -883 kJ.

a) Bruk termodynamiske data fra vedlegget til å:

- vise at entropiendringen, ΔS , er -147 J/K når 2,0 mol sinkoksid 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

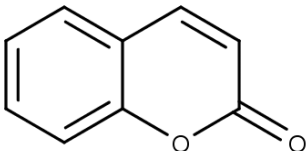
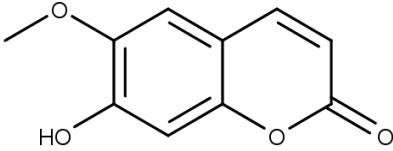
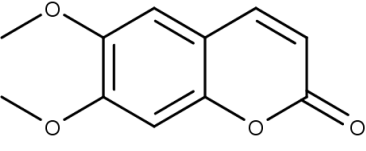
b) Vis at det ikke er likevekt i beholderen. Hvilken vei vil likevekten forskyves?

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.

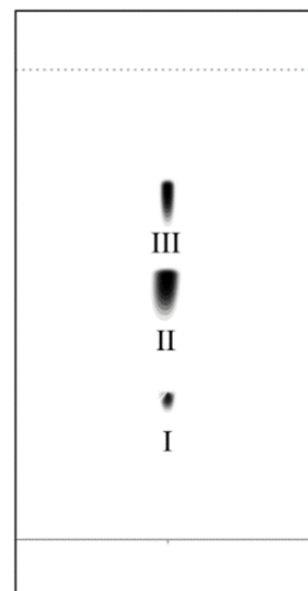
Tabell 2. Planteforbindelser og tabellverdier

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.

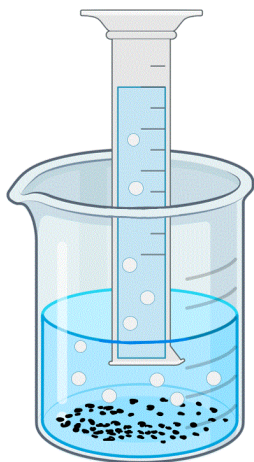


I forbindelse B
II forbindelse C
III forbindelse A

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.

Oppgave 9

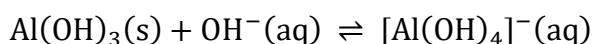
Utslipp av fosforholdig avløpsvann fra landbruk og husholdninger til innsjøer og fjorder kan føre til dårlig vannkvalitet. Det er derfor et krav om rensing av slikt avløpsvann. I Norge fjernes i snitt 66 % av fosforet, og i 2020 var det totale utslippet av fosfor etter rensing 1480 tonn. [1]

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 rensenanlegg 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 aluminiumoksid, $\text{Al}(\text{OH})_3$, 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.

Tabeller og formler i REA3046 Kjemi 2

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

Innhold

Standard reduksjonspotensial ved 25 °C.	35
Konstanter og formler.....	36
Syrekonstanter (K_a) i vannløsning ved 25 °C.	37
Basekonstanter (K_b) i vannløsning ved 25 °C.....	38
Syre-base-indikatorer.....	39
Sammensatte ioner, navn og formel.....	39
Massetetthet og konsentrasjon til noen væsker.....	40
Stabile isotoper for noen grunnstoffer	40
Løselighetstabell for salter i vann ved 25 °C.....	41
Løselighetsprodukt (K_{sp}) for salt i vann ved 25 °C.....	42
α -AMINOSYRER VED pH = 7,4.....	43
Termodynamiske data ved 25 °C.	45
Organiske forbindelser.....	46
Grunnstoffenes periodesystem.....	50
Svar oppgave 1 del 1	55
Svar oppgave 2 del 1	55
Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgåva:	56
Tips til deg som akkurat har fått eksamensoppgaven:	56

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

Sammenheng ΔG og E^o : $\Delta G = -n \cdot F \cdot E^o$, der E^o 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
Askorbinsyre	$C_6H_8O_6$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	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-fenyleddisyre)	$C_6H_5CH_2COOH$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	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
Bromkresolgrønt	gul-blå	3,8 - 5,4
Metylrødt	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	Klor	³⁶ S	0,02
	¹⁷ O	0,038		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 = lett løselig. Det løses mer enn 1 g av saltet per 100 g vann.

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

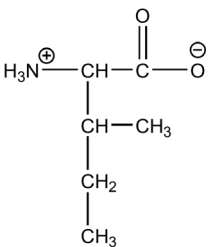
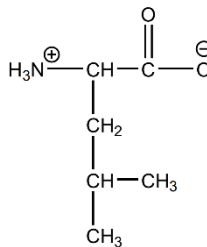
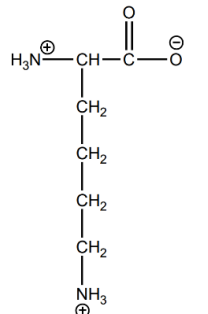
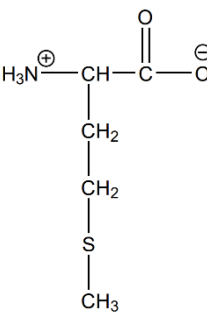
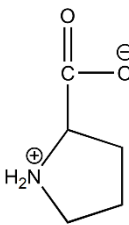
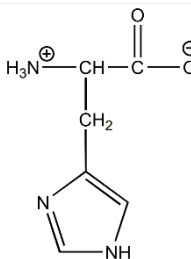
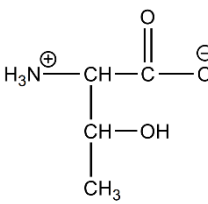
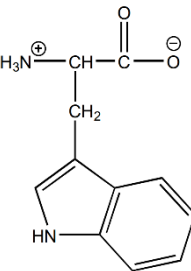
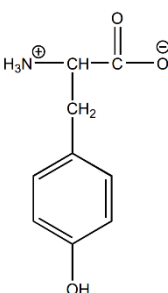
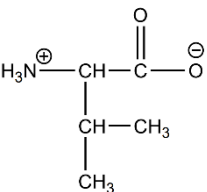
R = reagerer med vann.

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(I)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	$4,43 \cdot 10^{-10}$			

a-AMINOSYRER VED pH = 7,4.

Vanlig navn	Strukturformel	Vanlig navn	Strukturformel
Forkortelse		Forkortelse	
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	
Okatan	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, alkyner				
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	Karbondetraklorid
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 35 Atommasse 79,90 Symbol Br Elektronegativitetsverdi 2,8 Navn Brom Aggregat-tilstand ved 25 °C og 1 atm																2 4,003 He - Helium
3 6,941 Li 1,0 Litium	4 9,012 Be 1,5 Beryllium	() betyr massetallet til den mest stabile isotopen * Lantanoider ** Aktinoider										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 Magnesium	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 26,98 Al 1,5 Aluminium	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 Scandium	22 47,87 Ti 1,5 Titan	23 50,94 V 1,6 Vanadium	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 Germanium	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 Strontium	39 88,91 Y 1,2 Yttrium	40 91,22 Zr 1,4 Zirkonium	41 92,91 Nb 1,6 Niob	42 95,95 Mo 1,8 Molybden	43 (98) Tc 1,9 Technetium	44 101,07 Ru 2,2 Ruthenium	45 102,91 Rh 2,2 Rhodium	46 106,42 Pd 2,2 Palladium	47 107,87 Ag 1,9 Sølv	48 112,41 Cd 1,7 Kadmium	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 Polonium	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 -	105 (268) Db -	106 (269) Sg -	107 (270) Bh -	108 (269) Hs -	109 (277) Mt -	110 (281) Ds -	111 (282) Rg -	112 (285) Cn -	113 (286) Nh -	114 (290) Fl -	115 (289) Mc -	116 (293) Lv -	117 (294) Ts -	118 (294) Og -	

* 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 Prometium	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 Berkelium	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

- 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.hbcnetbase.com/> (sist besøkt 16.11.15) og *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 103. UTGAVE(https://hbcnetbase.com/faces/contents/ContentsSearch.xhtml?_afPfm=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)
- Figurene 4 og 10 er laget med BioRender.

Referanser til oppgave 9

- [1] Statistisk sentralbyrå, «Statistisk sentralbyrå (ssb),» 13. 10. 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/vann-og-avlop/statistikk/utslipp-og-rensing-av-kommunalt-avlop/artikler/1-480-tonn-fosfor-fra-norsk-avlopssektor>. [Funnet 2023].
- [2] H. Ratnaweera, «Fosforgjenvinning fra avløpsvann – bør vi bygge om våre rensesanlegg?,» i *Innlegg på fagtreff i Norsk vannforening*, 2013.
- [3] Hias, «Hias,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.hias.as/>. [Funnet 2023].

Blank side

Blank side

Blank side

Kandidatnummer: _____

Svarark nr 1 av totalt _____ på del 1.

Svar oppgave 1 / oppgave 1 del 1

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

Svar oppgave 2 / oppgave 2 del 1

Oppgave 2 / oppgave 2		Sett ett kryss for rett eller feil ved kvar påstandsoppgave: / Sett ett kryss for rett eller feil ved hver påstandsoppgave:	
2a		Rett	Feil
	I		
	II		
	III		
2b		Rett	Feil
	I		
	II		
	III		
	IV		

Vedlegg 2 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret på oppgave 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!