

Eksamen

01.06.2016

REA3012 Kjemi 2
Del 1 og del 2

Nynorsk

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	<p>Eksamen består av del 1 og del 2.</p> <p>Svara for del 1 skal leverast inn etter 2 timar – ikkje før. Svara for del 2 skal leverast inn innan 5 timar.</p> <p>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.</p>
Hjelpemiddel	<p>Del 1: Skrivesaker, passar, linjal og vinkelmålar er tillatne hjelpemiddel.</p> <p>Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå Internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon.</p> <p>Ved bruk av nettbaserte hjelpemiddel til eksamen er det viktig å kontrollere at kandidatane ikkje kan kommunisere med andre (dvs. samskriving, chat, eller andre moglegheiter for å utveksle informasjon med andre) under eksamen.</p>
Kjelder	<p>Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal dei alltid førast opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei.</p> <p>Du skal føre opp forfattar og fullstendig tittel. Dersom du bruker utskrifter eller sitat frå Internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p>
Vedlegg	<p>1 Tabeller og formler i kjemi – REA3012 Kjemi 2 (versjon 16.11.15) 2 Eige svarskjema for oppgåve 1</p>
Vedlegg som skal leverast inn	<p>Vedlegg 2: Eige svarskjema for oppgåve 1 finn du lengst bak i oppgåvesettet.</p>
Svarark	<p>Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarskjema i vedlegg 2. Svarskjemaet skal rivast laus frå oppgåvesettet og leverast inn.</p> <p>Du skal altså <i>ikkje</i> levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.</p> <p>Skriv svara for alle dei andre oppgåvene på vanlege svarark.</p>
Informasjon om vurderinga	<p>Karakteren ved sluttvurderinga blir fastsett etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret.</p> <p>Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt.</p>

	<p>Sjå eksamensrettleiinga med kjenneteikn på måloppnåing til sentralt gitt skriftleg eksamen. Eksamensrettleiinga finn du på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>
Informasjon om fleirvalsoppgåva	<p>Oppgåve 1 har fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> riktig svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve.</p> <p>Du får ikkje trekk for feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ.</p> <p>Eksempel</p> <p>Denne sambindinga vil addere brom:</p> <ul style="list-style-type: none">A. benzenB. sykloheksenC. propan-2-olD. etyletanat <p>Dersom du meiner at svar B er korrekt, skriv du «B» på svarskjemaet i vedlegg 2.</p>

Del 1

Oppgave 1 Fleirvalsoppgåver

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

a) Bufferløysningar

pH i ei bufferløysning er 8,9. Kva for syre-base-par kan vere i bufferen?

- A. $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$
- B. $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
- C. $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
- D. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

b) Oksidasjonstal

I kva sambinding har krom oksidasjonstal +3?

- A. CrCl_3
- B. K_2CrO_4
- C. CrO_3
- D. CrCl_2

c) Bufferløysning

Kva for ei av desse stoffblandingane løyste i 1,0 L vatn blir ei bufferløysning?

- A. 1,0 mol H_3PO_4 og 0,5 mol HCl
- B. 1,0 mol NaH_2PO_4 og 0,5 mol HCl
- C. 1,0 mol Na_2HPO_4 og 0,5 mol NaCl
- D. 1,0 mol Na_3PO_4 og 0,5 mol NaOH

d) Uorganisk analyse

Kva for salt løyst i vatn gir ei sur løysning?

- A. CaCl_2
- B. KOH
- C. AgNO_3
- D. NaHSO_4

e) Galvanisk celle

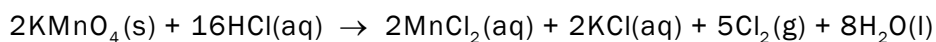
Den eine halvcella i ei galvanisk celle er nikkelmetall i ei løysning av nikkellorid. Den andre halvcella er ein elektrode av grafitt i ei løysning av eitt salt.

Kva for salt er det i løysninga?

- A. NaOH
- B. CaCl_2
- C. CuSO_4
- D. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

f) Balansere likningar med halvreaksjonar

Den balanserte reaksjonslikninga for reaksjonen mellom fast kaliumpermanganat og konsentrert saltsyre skriv vi slik:



Korleis skal halvreaksjonen for oksidasjonsreaksjonen skrivast?

- A. $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B. $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^-$
- C. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$
- D. $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$

g) Elektrolyse

Natrium kan framstillast ved elektrolyse frå smelta NaCl ved ca. 800 °C.

Kva skjer ved anoden?

- A. $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- B. $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$
- C. $\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
- D. $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 2\text{e}^-$

h) Analyse

For å bestemme innhaldet av kloridion i ei løysning kan ein titrere med ei løysning av AgNO_3 med kjend konsentrasjon. Indikatoren i denne titreringa er kromation, CrO_4^{2-} , som blir felt med sølvion ved endepunktet for titreringa.

Kva for nokre av desse stoffa/iona er til stades i titreringskolben ved halvtitreringspunktet? (Sjå bort frå ion som ikkje deltek i reaksjonen.)

- A. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- B. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{AgCl}(\text{s})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- C. $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ og $\text{AgCl}(\text{s})$
- D. $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$

i) Elektrolyse

Ved elektrolyse av smelta blyjodid, PbI_2 , blir det danna jod, I_2 , ved ein av elektrodane.

Under følgjer to påstandar om denne elektrolysen.

- i) Jodidion, I^- , blir oksiderte.
- ii) Det blir danna metallisk bly ved katoden.

Er nokon av påstandane riktige?

- A. Ja, begge er riktige.
- B. Ja, men berre i).
- C. Ja, men berre ii).
- D. Nei, begge er gale.

j) Reaksjonar

Figur 1 viser kva som kan skje når ein metalltråd blir lagd ned i ei saltløysning.



Figur 1

Kva slags metall og kva slags salt vil gi denne reaksjonen?

- A. Metallet er gull, og løysninga er $\text{FeCl}_2(\text{aq})$.
- B. Metallet er sølv, og løysninga er $\text{CuCl}_2(\text{aq})$.
- C. Metallet er natrium, og løysninga er $\text{HCl}(\text{aq})$.
- D. Metallet er kopar, og løysninga er $\text{AgNO}_3(\text{aq})$.

k) Organisk analyse

Butanon blir redusert i ein syntesereaksjon.

Kva for reagens kan vi bruke til å påvise den funksjonelle gruppa i **produktet**?

- A. FeCl_3
- B. kromsyrereagens
- C. metta $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$
- D. 2,4-dinitrofenylhydrazin

l) Organisk analyse

$^1\text{H-NMR}$ til ei sambinding har kjemisk skift ved ppm lik 1,20 (dublett), 2,58 (septett) og 11,88 (singlett).

Kva for ei av desse sambindingane kan gi dette spekteret?

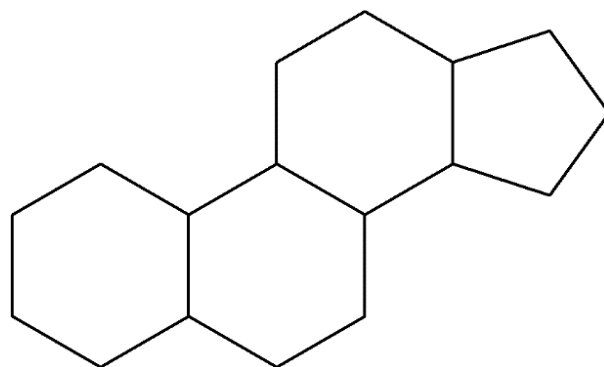
- A. butan-1-al
- B. butan-2-on
- C. 2-metylpropan-2-ol
- D. 2-metylpropansyre

m) Isomeri

Figur 2 viser lipidet gonan.

Kor mange kirale senter har gonan?

- A. 5
- B. 6
- C. 7
- D. 8



Figur 2

n) Organisk analyse

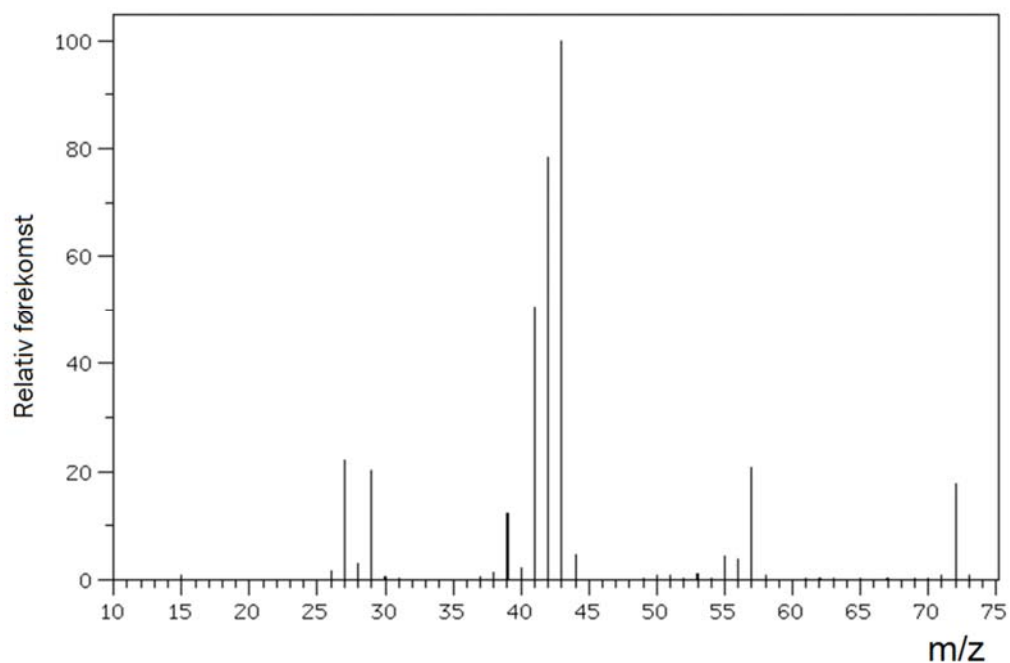
$^1\text{H-NMR}$ til ei sambinding med kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ viser berre eit signal, ein singlett, ved ppm = 2,21.

Kva for ei av desse sambindingane er det?

- A. 1,1-diklorpropan
- B. 1,2-diklorpropan
- C. 1,3-diklorpropan
- D. 2,2-diklorpropan

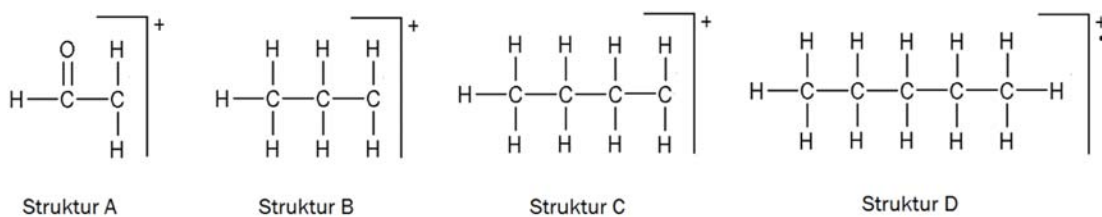
o) Organisk analyse

Figur 3 viser massespekteret til eit alkan med kjemisk formel C_5H_{12} .



Figur 3

Kva for struktur vist i figur 4 viser det fragmentet som gir opphav til hovudtoppen i spekteret?



Figur 4

- A. Struktur A
- B. Struktur B
- C. Struktur C
- D. Struktur D

p) Organisk syntese

Ei reaksjonsblanding består av 1,5 mol metanol og 1,0 mol propansyre. Til denne reaksjonsblandinga blir det tilsett litt konsentrert svovelsyre. Det skjer ein kondensasjonsreaksjon.

Kor mange mol metylpropanat kan maksimalt bli danna i denne reaksjonen?

- A. 2,5 mol
- B. 1,5 mol
- C. 1,0 mol
- D. 0,5 mol

q) Aminosyrer

Kva for ei av desse aminosyrene har ei upolar R-gruppe?

- A. asparagin
- B. serin
- C. valin
- D. treonin

r) Enzym

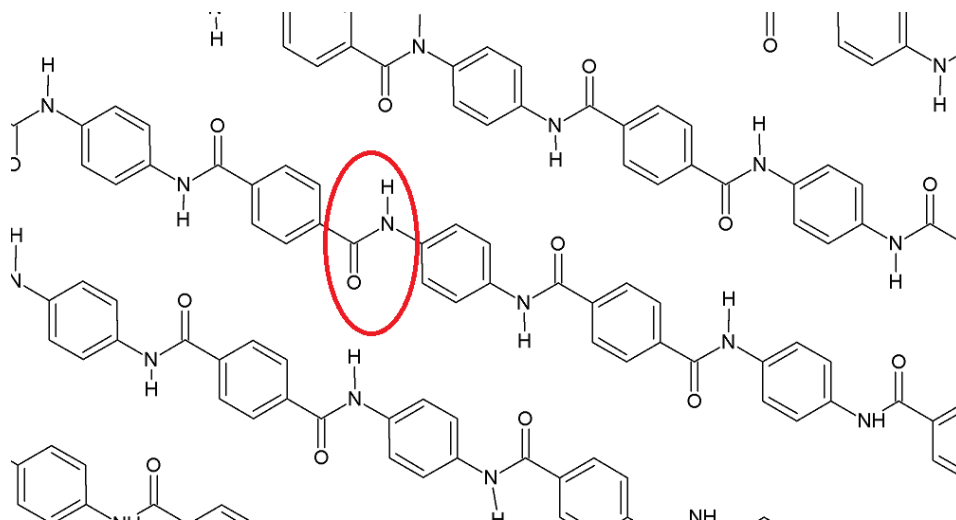
Korleis begynner ein enzymkatalysert reaksjon?

- A. Substratet bind seg til det aktive setet i enzymet.
- B. Enzymet bind seg til det aktive setet i substratet.
- C. Produktet bind seg til det aktive setet i enzymet.
- D. Enzymet bind seg til det aktive setet i produktet.

s) Polymerar, materiale

Figur 5 viser utsnitt av polymeren Kevlar. Kevlar er ein polymer som har ekstrem styrke.

Denne polymeren er bygd opp av to typar monomerar som er bundne saman med amidbindingar. Ei amidbinding er markert på figuren med ein raud ring. Mellom polymerkjedene er det svake bindingar.



Figur 5

Under følgjer tre påstandar om denne polymeren.

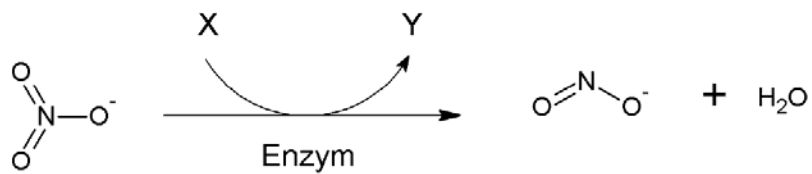
- i) Polymeren er ein kondensasjonspolymer.
- ii) Den eine monomeren er 4-aminobenzosyre.
- iii) Mellom polymerkjedene er det hydrogenbindingar.

Er nokon av påstandane riktige?

- A. Nei, alle er gale.
- B. Ja, men berre i) og ii).
- C. Ja, men berre i) og iii).
- D. Ja, alle er riktige.

t) Biokjemiske reaksjonar

I røtene til planter blir nitrat omdanna til ammoniakk. Først blir nitrat omdanna til nitritt, sjå figur 6. Denne reaksjonen er katalysert av eit enzym.



Figur 6

Under følgjer to påstandar om denne reaksjonen:

- i) Dette enzymet er ein oksidase.
- ii) X kan vere $\text{NADH} + \text{H}^+$

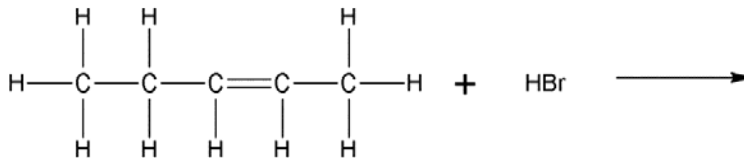
Er nokon av påstandane riktige?

- A. Nei, begge er gale.
- B. Ja, men berre i).
- C. Ja, men berre ii).
- D. Ja, begge er riktige.

Oppgave 2

a)

1) Når HBr blir addert til *cis*-pent-2-en, kan det dannast ulike produkt.



- Teikne strukturformelen til to ulike produkt, og marker tydeleg på figuren atoma som er adderte.
- Forklar kvifor det kan dannast ulike produkt.

2) Reaksjonen er ein hydrolyse av ein ester.
Teikne strukturformel til sambindingane A og B.



- 3)
- Teikne strukturformelen til ei kjemisk sambinding med formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ som kan oksiderast.
 - Gi eitt eksempel på eit påvisingsreagens som oksidasjonsproduktet frå reaksjonen i punktet ovanfor kan reagere med.

b)

- 1) Kva består ei bufferløsning av? Kva for eigenskapar har ein buffer?
- 2) Du skal lage ein buffer med $\text{pH} = 5,0$. Forklar kvifor ein eddiksyre/acetatbuffer er eit godt val.
- 3) Du skal lage 1 liter eddiksyre/acetatbuffer med $\text{pH} = \text{pK}_a$. Forklar kva for to av dei fire reagensa under du må velje for å få størst mogleg bufferkapasitet.
- NaOH(s)
 - $\text{NaCH}_3\text{COO(s)}$
 - 1 mol/L HCl(aq)
 - $0,5 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH(aq)}$

c)

Du har ei blanding av to salt. Salta er henta frå lista under. Alle salta er løyselege i vatn. Saltblandinga består av ei blanding av kvitt salt og salt med grønaktig farge.

- FeSO_4
- NiSO_4
- CuSO_4 ,
- $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- Na_2CO_3
- NaI

- 1) Når du prøver å løyse litt av saltblandinga i vatn, blir det danna eit botnfall, sjølv om alle salta er løyselege kvar for seg.

Skriv to moglege reaksjonslikningar for denne fellingsreaksjonen.

- 2) Til litt av den faste saltblandinga tilset du litt 6M HNO_3 . Du kjenner ei skarp lukt, men du observerer ingen gassbobler.

Forklar kva du no veit om saltblandinga. Skriv reaksjonslikning.

- 3) Du tilset litt av saltblandinga til to små begerglas med vatn. Til kvart av begerlasa tilset du eit reagens og gjer desse observasjonane:

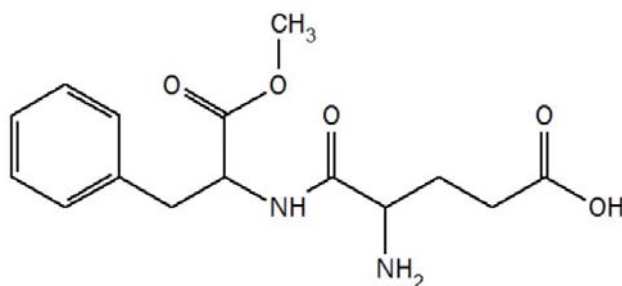
- 1 % dimetylglyksim gir ein sterk rosa farge.
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ gir ei brun løysning.

Forklar ut frå desse observasjonane kva for salt som sannsynlegvis finst i saltblandinga.

Del 2

Oppgave 3

Aspartam er eit kunstig søtingsmiddel og blir brukt i sukkerfrie drikkevarer. Strukturen til aspartam er vist i figur 7. Aspartam er sett saman av tre ulike komponentar: metanol og dei to aminosyrene fenylalanin og asparaginsyre.



Aspartam, $C_{14}H_{18}N_2O_5$
Molar masse: 294,3 g/mol

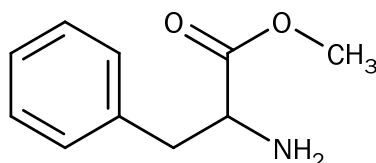
Figur 7

- Hovudtoppen i massespekteret til aspartam er eit fragment med $m/z = 91$ u. Teikne av strukturformelen til aspartam, og marker tydeleg kva del av molekylet som kan gi opphav til dette fragmentet.
- Aspartam blir i fordøyingskanalen brote ned til dei tre komponentane. Det er fordi vi har enzym i fordøyingskanalen som kan spalte aspartam til dei tre komponentane. Forklar kva slags type bindingar desse enzymba spaltar.
- Det er ein del ueinigheit rundt bruken av aspartam. Nokre meiner at langtidsbruk fører til ulike helseskadar. Den øvre grensa for dagleg inntak utan helseeffekt er i Europa sett til 40 mg per kg kroppsvekt.

Ein type lettbrus inneheld 530 mg aspartam per liter.

- Kor mykje av denne typen lettbrus kan ein person på 60 kg drikke per dag ifølgje europeiske helsemyndigheiter?
- Kor mange mg metanol tilsvarer det?

- d) Første trinn i syntese av aspartam er å lage metylesteren av fenylalanin, slik figur 8 viser.



Figur 8

Reaksjon mellom sambindinga som er vist i figur 8, og asparaginsyre kan gi to ulike produkt.

- Skisser strukturformelen til desse produkta.
 - Forklar kvifor det kan dannast ulike produkt.
- e) Tabell 1 inneheld opplysningar om sukrose og aspartam.

Tabell 1

	Sukrose	Aspartam
Molar masse	342,30 g/mol	294,31 g/mol
Tettleik	1,587 g/cm ³	1,347 g/cm ³
Smeltepunkt	Dekomponerer ved 186 °C	246-247 °C
Kokepunkt	-	Dekomponerer
Løyselighet i vatn	Ca. 2000 g/L ved 25 °C	Ca. 10 mg/L ved 25 °C
pK _a	12,62	4,5

Ei blanding inneheld om lag 10 g sukrose og 1 g aspartam. Ein elev har fått i oppgåve å separera aspartam frå sukrose, slik at produktet skal vera fast aspartam.

- Vurder kva som er den beste metoden for å skilje desse stoffa på skolelaboratoriet.
- Forklar kort korleis eleven i praksis kan gå fram for å få størst mogleg utbytte av rein aspartam.

Oppgave 4

12. august 2015 eksploderte eit kjemikalielager i Tianjin i Kina. I etterkant fann ein høge konsentrasjonar av det *svært giftige* stoffet natriumcyanid. Stoffet stamma frå eit ulovleg lager av stoffet.

Natriumcyanid er den korresponderande basen til den svake syra hydrogencyanid. HCN er løyseleg i vatn.

Henta frå HMS datablad om NaCN(s)



Signalord: Fare

Henvisninger om fare:

H300+H310+H330 Dødelig ved svelging, hudkontakt eller inhalering.
H410 Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

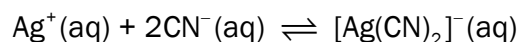
EUH032 Ved kontakt med syrer utvikles den meget giftige gassen HCN.

Konsentrasjonen til cyanidion, CN^- , i ei løysning kan bestemast ved titrering. Frå byretten blir det tilsett ei løysning med sølvion, Ag^+ , med kjend konsentrasjon.

- a) Indikator ved denne titreringa er jodidion, I^- . Endepunktet for titreringa er når løysninga får ein varig og ugjennomsiktig gul farge.

Forklar kva for gult stoff som blir danna i titreringskolben ved endepunktet av titreringa.

- b) Sølvion reagerer med cyanidion i titreringskolben og dannar eit kompleksjon:



Verken karbon eller nitrogen endrar oksidasjonstal i denne reaksjonen.

- Bruk denne informasjonen, og finn oksidasjonstalet til sølv i kompleksjonet $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-}$.
- Forklar om denne reaksjonen er ein redoksreaksjon.

c) Konsentrasjonen til cyanidion i ei løysning blei bestemt slik:

- 25,00 mL av løysninga blei fortynna 20 gonger med destillert vatn.
- 25,00 mL av den fortynna løysninga blei overført til ein erlenmeyerkolbe og tilsett ca. 75 mL destillert vatn, indikator og litt 6 mol/L NH_3 . Dette er prøveløysninga.
- Prøveløysninga blei titrert med 0,0103 mol/L løysning av sølvnitrat, AgNO_3 . Forbruket av sølvnitratløysning var 13,70 mL.

Berekne konsentrasjonen til cyanidion i den ufortynna løysninga.

d) For å forhindre utfelling av sølvcyanid, $\text{AgCN}(s)$, i løpet av titreringa blir prøveløysninga tilsett NH_3 .

Ein laborant som skulle utføre titreringa, var klar til å tilsetje ei løysning med NH_4Cl i staden for NH_3 , men blei stoppa i tide.

Bruk informasjonen i innleiinga til oppgåve 4 og anna relevant informasjon, og vurder om tilsetjing av NH_4Cl til prøveløysninga kunne medført ein sikkerheitsrisiko.

e) Enzymet cytokrom c oksidase, i elektrontransportkjeda, inneheld ein kofaktor med Fe^{3+} . CN^- bind seg sterkt til Fe^{3+} og er derfor ein inhibitor for cytokrom c oksidase.

- Kva effekt har dette for konsentrasjon av H^+ og forbruk av O_2 i mitokondriane?
- Forklar kvifor dette er spesielt kritisk for aktive musklar, slik som hjartemuskelen.

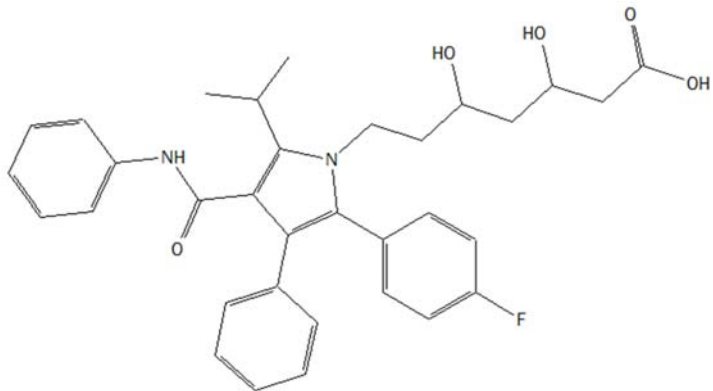
Oppgave 5

For å reinse avløpsvatn for legemiddel og skadelege organismer kan ein nytte eit oksidasjonsmiddel. Eit slikt oksidasjonsmiddel er ferration, FeO_4^{2-} .

a) Vis at oksidasjonstalet til jern i ferrationet er +VI.

b) Figur 9 viser legemiddelet Lipitor. Lipitor kan oksiderast.

Vel og teikne eit utsnitt av strukturen i figur 9 som viser ei form av oksidert Lipitor.



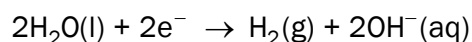
Figur 9

c) Ferration kan produserast ved elektrolyse. Då blir metallisk jern, Fe(s) , oksidert til ferration.

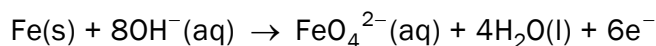
Kor mange gram ferration kan maksimalt bli danna i løpet av eit døgn dersom straumstyrken i elektrolysen er 5,0 A?

d) Ferration kan produserast i reinseanlegget ved elektrolyse. Reaksjonen skjer i ei vassløyning av KOH .

Ved katoden blir vatn redusert til hydrogengass og hydroksidion:



Ved anoden reagerer jern med hydroksidion og dannar ferration og vatn:



- Bruk halvreaksjonane til å skrive den balanserte reaksjonslikninga for reaksjonen. Forklar framgangsmåten.
- Bruk den balanserte reaksjonslikninga til å svare på om konsentrasjonen av hydroksidion vil endre seg i løpet av elektrolysen.

- e) Når kaliumferrat, K_2FeO_4 , blir løyst i ei sur løysning, reagerer ferration med H^+ -ion i løysninga, og jern blir redusert. Produkta i denne reaksjonen er jernion, ein fargelaus gass og vatn.

Dersom litt av løysninga som inneheld jernion etter reaksjonen, blir tilsett litt $KSCN$, blir løysninga blodraud. Ved tilsetjing av litt $K_4Fe(CN)_6$ blir løysninga mørkeblå.

Bruk resultatet av påvisingsreaksjonane, og skriv reaksjonslikninga med tilstandssymbol for reaksjonen som skjer når ferration reagerer med H^+ -ion.

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	<p>Eksamen består av del 1 og del 2.</p> <p>Besvarelsen for del 1 skal leveres inn etter 2 timer – ikke før. Besvarelsen for del 2 skal leveres inn innen 5 timer.</p> <p>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 besvarelsen for del 1.</p>
Hjelpemidler	<p>Del 1: Skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler er tillatte hjelpemidler.</p> <p>Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra Internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.</p> <p>Ved bruk av nettbaserte hjelpemidler til eksamen er det viktig å kontrollere at kandidatene ikke kan kommunisere med andre (dvs. samskriving, chat, eller andre muligheter for å utveksle informasjon med andre) under eksamen.</p>
Bruk av kilder	<p>Hvis du bruker kilder i besvarelsen din, skal disse alltid oppgis på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.</p> <p>Du skal i så fall oppgi forfatter og fullstendig tittel. Hvis du bruker utskrifter eller sitater fra Internett, skal du oppgi nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p>
Vedlegg	<p>1 Tabeller og formler i kjemi – REA3012 Kjemi 2 (versjon 16.11.15) 2 Eget svarskjema for oppgave 1</p>
Vedlegg som skal leveres inn	<p>Vedlegg 2: Eget svarskjema for oppgave 1 finner du bakerst i oppgavesettet.</p>
Svarark	<p>Skriv besvarelsen for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 2. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn.</p> <p>Du skal altså <i>ikke</i> levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.</p> <p>Skriv besvarelsen for alle de andre oppgavene på vanlige svarark.</p>
Informasjon om vurderingen	<p>Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen.</p> <p>De to delene av besvarelsen, del 1 og del 2, vil bli vurdert som en helhet.</p>

	<p>Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>
Informasjon om flervalgsoppgaven	<p>Oppgave 1 har flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave.</p> <p>Du får ikke trekk for feil svar. Hvis du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med <i>ett</i> svaralternativ.</p> <p>Eksempel</p> <p>Denne forbindelsen vil addere brom:</p> <ul style="list-style-type: none">A. benzenB. sykloheksenC. propan-2-olD. etyletanat <p>Dersom du mener at svar B er korrekt, skriver du «B» på svarskjemaet i vedlegg 2.</p>

Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

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

a) Bufferløsninger

pH i en bufferløsning er 8,9. Hvilket syre-base-par kan være i bufferen?

- A. $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$
- B. $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
- C. $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$
- D. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

b) Oksidasjonstall

I hvilken forbindelse har krom oksidasjonstall +3?

- A. CrCl_3
- B. K_2CrO_4
- C. CrO_3
- D. CrCl_2

c) Bufferløsning

Hvilken av disse stoffblandingene løst i 1,0 L vann blir en bufferløsning?

- A. 1,0 mol H_3PO_4 og 0,5 mol HCl
- B. 1,0 mol NaH_2PO_4 og 0,5 mol HCl
- C. 1,0 mol Na_2HPO_4 og 0,5 mol NaCl
- D. 1,0 mol Na_3PO_4 og 0,5 mol NaOH

d) Uorganisk analyse

Hvilket salt løst i vann gir en sur løsning?

- A. CaCl_2
- B. KOH
- C. AgNO_3
- D. NaHSO_4

e) Galvanisk celle

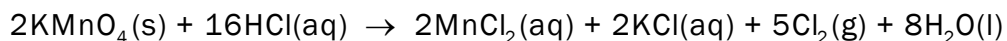
Den ene halvcellen i en galvanisk celle er nikkelmetall i en løsning av nikkellorid. Den andre halvcellen er en elektrode av grafitt i en løsning av ett salt.

Hvilket salt er det i løsningen?

- A. NaOH
- B. CaCl_2
- C. CuSO_4
- D. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

f) Balansere likninger med halvreaksjoner

Den balanserte reaksjonslikningen for reaksjonen mellom fast kaliumpermanganat og konsentrert saltsyre skrives slik:



Hvordan skal halvreaksjonen for oksidasjonsreaksjonen skrives?

- A. $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- B. $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^-$
- C. $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$
- D. $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$

g) Elektrolyse

Natrium kan framstilles ved elektrolyse fra smeltet NaCl ved ca. 800 °C.

Hva skjer ved anoden?

- A. $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- B. $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$
- C. $\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
- D. $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + 2\text{e}^-$

h) Analyse

For å bestemme innholdet av kloridioner i en løsning kan man titrere med en løsning av AgNO_3 med kjent konsentrasjon. Indikatoren i denne titreringen er kromationer, CrO_4^{2-} , som felles med sølvioner ved endepunktet for titreringen.

Hvilke av disse stoffene/ionene er til stede i titreringskolben ved halvtitreringspunktet? (Se bort fra ioner som ikke deltar i reaksjonen.)

- A. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- B. $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, $\text{AgCl}(\text{s})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$
- C. $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$ og $\text{AgCl}(\text{s})$
- D. $\text{Ag}^+(\text{aq})$ og $\text{Cl}^-(\text{aq})$

i) Elektrolyse

Ved elektrolyse av smeltet blyjodid, PbI_2 , blir det dannet jod, I_2 , ved en av elektrodene.

Under følger to påstander om denne elektrolysen.

- i) Jodidioner, I^- , blir oksidert.
- ii) Det blir dannet metallisk bly ved katoden.

Er noen av påstandene riktige?

- A. Ja, begge er riktige.
- B. Ja, men bare i).
- C. Ja, men bare ii).
- D. Nei, begge er gale.

j) Reaksjoner

Figur 1 viser hva som kan skje når en metalltråd legges ned i en saltløsning.



Figur 1

Hva slags metall og hva slags salt vil gi denne reaksjonen?

- A. Metallet er gull, og løsningen er $\text{FeCl}_2(\text{aq})$.
- B. Metallet er sølv, og løsningen er $\text{CuCl}_2(\text{aq})$.
- C. Metallet er natrium, og løsningen er $\text{HCl}(\text{aq})$.
- D. Metallet er kobber, og løsningen er $\text{AgNO}_3(\text{aq})$.

k) Organisk analyse

Butanon blir redusert i en syntesereaksjon.

Hvilket reagens kan vi bruke til å påvise den funksjonelle gruppen i **produktet**?

- A. FeCl_3
- B. kromsyre reagens
- C. mettet $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$
- D. 2,4-dinitrofenylhydrazin

l) Organisk analyse

$^1\text{H-NMR}$ til en forbindelse har kjemisk skift ved ppm lik 1,20 (dublett), 2,58 (septett) og 11,88 (singlett).

Hvilken av disse forbindelsene kan gi dette spekteret?

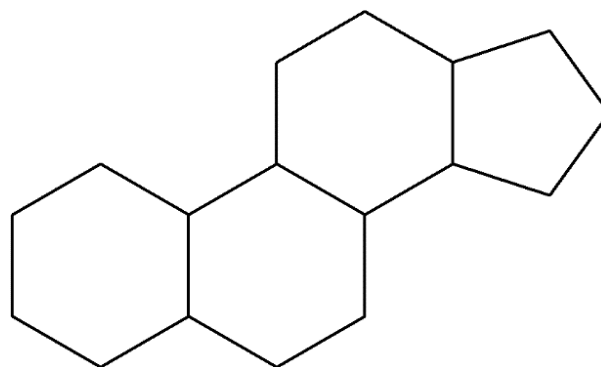
- A. butan-1-al
- B. butan-2-on
- C. 2-metylpropan-2-ol
- D. 2-metylpropansyre

m) Isomeri

Figur 2 viser lipidet gonan.

Hvor mange kirale sentre har gonan?

- A. 5
- B. 6
- C. 7
- D. 8



Figur 2

n) Organisk analyse

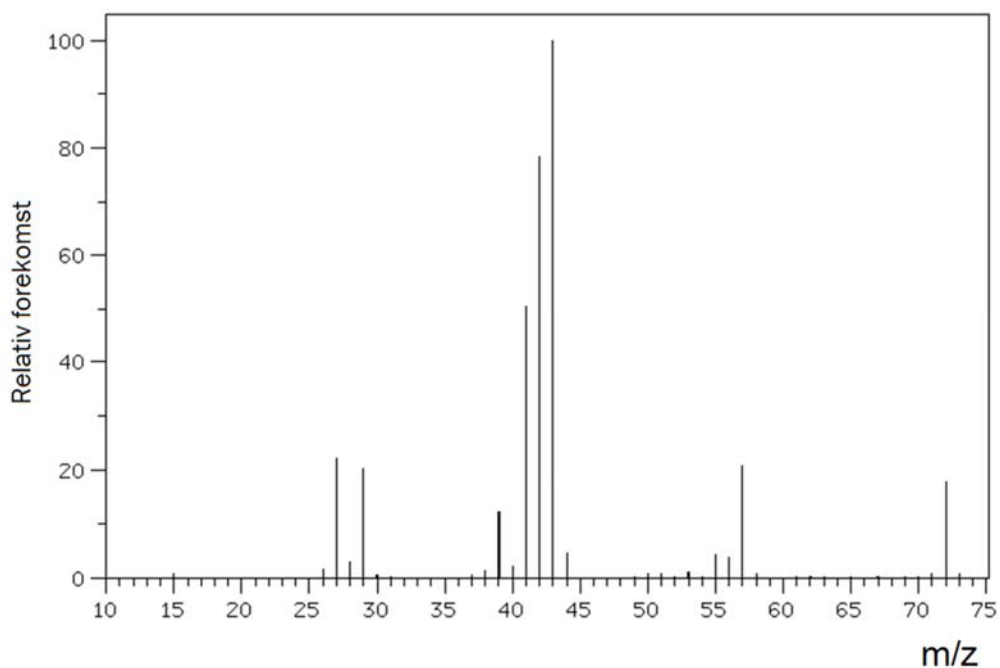
$^1\text{H-NMR}$ til en forbindelse med kjemisk formel $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ viser bare et signal, en singlett, ved ppm = 2,21.

Hvilken av disse forbindelsene er det?

- A. 1,1-diklorpropan
- B. 1,2-diklorpropan
- C. 1,3-diklorpropan
- D. 2,2-diklorpropan

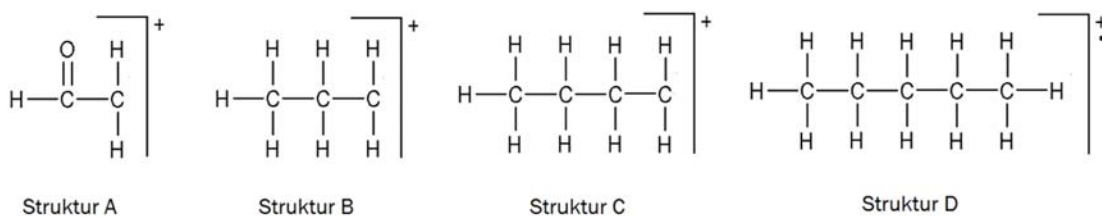
o) Organisk analyse

Figur 3 viser massespekteret til et alkan med kjemisk formel C_5H_{12} .



Figur 3

Hvilken av strukturene vist i figur 4 viser det fragmentet som gir opphav til hovedtoppen i spekteret?



Figur 4

- A. Struktur A
- B. Struktur B
- C. Struktur C
- D. Struktur D

p) Organisk syntese

En reaksjonsblanding består av 1,5 mol metanol og 1,0 mol propansyre. Til denne reaksjonsblandingen tilsettes litt konsentrert svovelsyre. Det skjer en kondensasjonsreaksjon.

Hvor mange mol metylpropanat kan maksimalt bli dannet i denne reaksjonen?

- A. 2,5 mol
- B. 1,5 mol
- C. 1,0 mol
- D. 0,5 mol

q) Aminosyrer

Hvilken av disse aminosyrene har en upolar R-gruppe?

- A. asparagin
- B. serin
- C. valin
- D. treonin

r) Enzymer

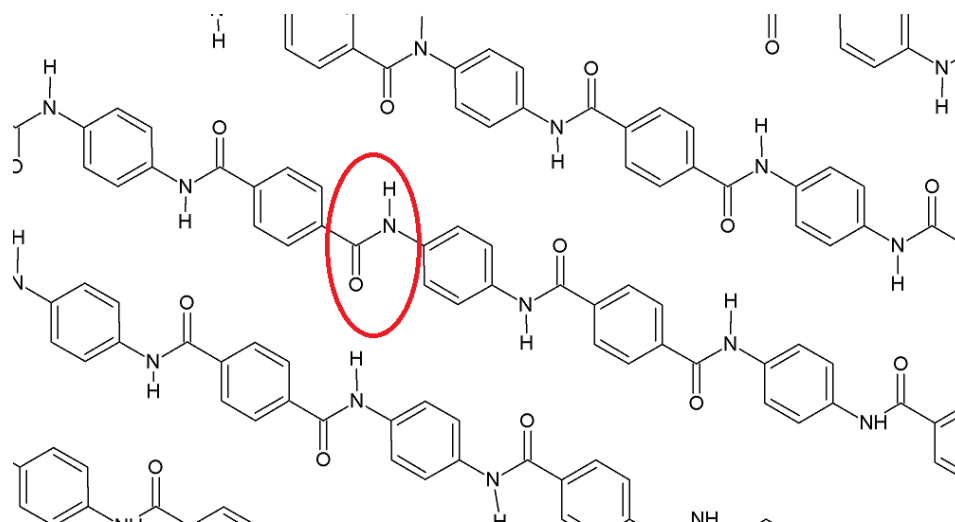
Hvordan begynner en enzymkatalysert reaksjon?

- A. Substratet binder seg til det aktive setet i enzymet.
- B. Enzymet binder seg til det aktive setet i substratet.
- C. Produktet binder seg til det aktive setet i enzymet.
- D. Enzymet binder seg til det aktive setet i produktet.

s) Polymerer, materiale

Figur 5 viser utsnitt av polymeren Kevlar. Kevlar er en polymer som har ekstrem styrke.

Denne polymeren er bygd opp av to typer monomerer som er bundet sammen med amidbindinger. En amidbinding er markert på figuren med en rød ring. Mellom polymerkjedene er det svake bindinger.



Figur 5

Under følger tre påstander om denne polymeren.

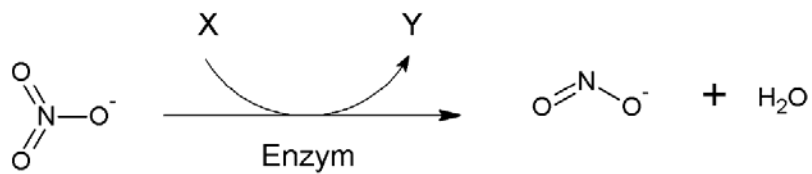
- i) Polymeren er en kondensasjonspolymer.
- ii) Den ene monomeren er 4-aminobenzosyre.
- iii) Mellom polymerkjedene er det hydrogenbindinger.

Er noen av påstandene riktige?

- A. Nei, alle er gale.
- B. Ja, men bare i) og ii).
- C. Ja, men bare i) og iii).
- D. Ja, alle er riktige.

t) Biokjemiske reaksjoner

I røttene til planter blir nitrat omdannet til ammoniakk. Først blir nitrat omdannet til nitritt, se figur 6. Denne reaksjonen er katalysert av et enzym.



Under følger to påstander om denne reaksjonen:

- i) Dette enzymet er en oksidase.
- ii) X kan være $\text{NADH} + \text{H}^+$

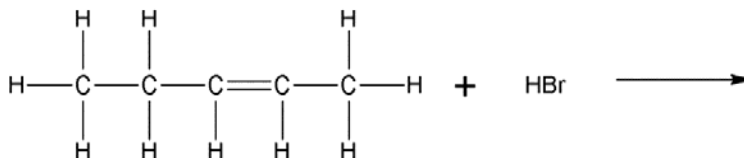
Er noen av påstandene riktige?

- A. Nei, begge er gale.
- B. Ja, men bare i).
- C. Ja, men bare ii).
- D. Ja, begge er riktige.

Oppgave 2

a)

1) Når HBr adderes til *cis*-pent-2-en, kan det dannes ulike produkter.



- Tegn strukturformelen til to ulike produkter, og marker tydelig på figuren atomene som er addert.
 - Forklar hvorfor det kan dannes ulike produkter.
- 2) Reaksjonen er en hydrolyse av en ester.
Tegn strukturformel til forbindelsene A og B.



- 3)
- Tegn strukturformelen til en kjemisk forbindelse med formel C_3H_6O som kan oksideres.
 - Gi ett eksempel på et påvisningsreagens som oksidasjonsproduktet fra reaksjonen i punktet ovenfor kan reagere med.

b)

- 1) Hva består en bufferløsning av? Hvilke egenskaper har en buffer?
- 2) Du skal lage en buffer med $pH = 5,0$. Forklar hvorfor en eddiksyre/acetatbuffer er et godt valg.
- 3) Du skal lage 1 liter eddiksyre/acetatbuffer med $pH = pK_a$. Forklar hvilke to av de fire reagensene under du må velge for å få størst mulig bufferkapasitet.
- NaOH(s)
 - NaCH₃COO(s)
 - 1 mol/L HCl(aq)
 - 0,5 mol/L CH₃COOH(aq)

c)

Du har en blanding av to salter. Saltene er hentet fra listen under. Alle saltene er løselige i vann. Saltblandingen består av en blanding av hvitt salt og salt med grønnaktig farge.

- FeSO_4
- NiSO_4
- CuSO_4 ,
- $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- Na_2CO_3
- NaI

- 1) Når du prøver å løse litt av saltblandingen i vann, blir det dannet et bunnfall, selv om alle saltene er løselige hver for seg.

Skriv to mulige reaksjonslikninger for denne fellingsreaksjonen.

- 2) Til litt av den faste saltblandingen tilsetter du litt 6M HNO_3 . Du kjenner en skarp lukt, men du observerer ingen gassbobler.

Forklar hva du nå vet om saltblandingen. Skriv reaksjonslikning.

- 3) Du tilsetter litt av saltblandingen til to små begerglass med vann. Til hvert av begerglassene tilsetter du et reagens og gjør disse observasjonene:

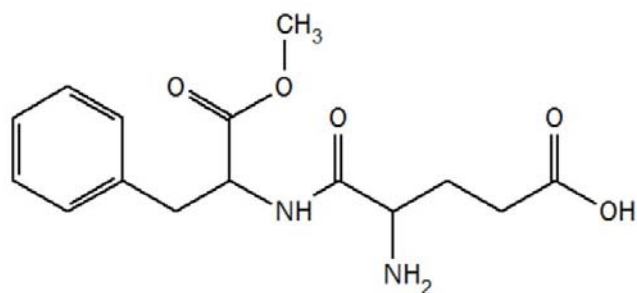
- 1 % dimetylglyksim gir en sterk rosa farge.
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ gir en brun løsning.

Forklar ut fra disse observasjonene hvilke salter som sannsynligvis finnes i saltblandingen.

Del 2

Oppgave 3

Aspartam er et kunstig søtningsmiddel og blir brukt i sukkerfrie drikkevarer. Strukturen til aspartam er vist i figur 7. Aspartam er satt sammen av tre ulike komponenter: metanol og de to aminosyrene fenylalanin og asparaginsyre.



Aspartam, $C_{14}H_{18}N_2O_5$
Molar masse: 294,3 g/mol

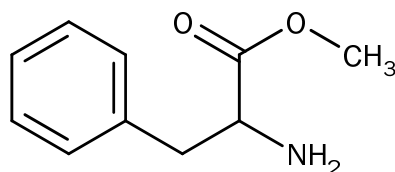
Figur 7

- Hovedtoppen i massespekteret til aspartam er et fragment med $m/z = 91$ u. Tegn av strukturformelen til aspartam, og marker tydelig hvilken del av molekylet som kan gi opphav til dette fragmentet.
- Aspartam blir i fordøyelseskanalen brutt ned til de tre komponentene. Det er fordi vi har enzymer i fordøyelseskanalen som kan spalte aspartam til de tre komponentene. Forklar hva slags type bindinger disse enzymene spalter.
- Det er en del uenighet rundt bruken av aspartam. Noen mener at langtidsbruk fører til forskjellige helseskader. Øvre grense for daglig inntak uten helseeffekt er i Europa satt til 40 mg per kg kroppsvekt.

En type lettbrus inneholder 530 mg aspartam per liter.

- Hvor mye av denne typen lettbrus kan en person på 60 kg drikke per dag ifølge europeiske helsemyndigheter?
- Hvor mange mg metanol tilsvarer det?

- d) Første trinn i syntese av aspartam er å lage metylesteren av fenylalanin, slik figur 8 viser.



Figur 8

Reaksjon mellom forbindelsen som er vist i figur 8, og asparaginsyre kan gi to ulike produkter.

- Skisser strukturformelen til disse produktene.
 - Forklar hvorfor det kan dannes ulike produkter.
- e) Tabell 1 inneholder opplysninger om sukrose og aspartam.

Tabell 1

	Sukrose	Aspartam
Molar masse	342,30 g/mol	294,31 g/mol
Tetthet	1,587 g/cm ³	1,347 g/cm ³
Smeltepunkt	Dekomponerer ved 186 °C	246-247 °C
Kokepunkt	-	Dekomponerer
Løselighet i vann	Ca. 2000 g/L ved 25 °C	Ca. 10 mg/L ved 25 °C
pK _a	12,62	4,5

En blanding inneholder om lag 10 g sukrose og 1 g aspartam. En elev har fått i oppgave å separere aspartam fra sukrose, der produktet skal være fast aspartam.

- Vurder hva som er den beste metoden for å skille disse stoffene på skolelaboratoriet.
- Forklar kort hvordan eleven i praksis kan gå fram for å få størst mulig utbytte av ren aspartam.

Oppgave 4

12. august 2015 eksploderte et kjemikalielager i Tianjin i Kina. I etterkant fant man høye konsentrasjoner av det *svært giftige* stoffet natriumcyanid. Stoffet stammet fra et ulovlig lager av stoffet.

Natriumcyanid er den korresponderende basen til den svake syren hydrogencyanid. HCN er løselig i vann.

Hentet fra HMS datablad om NaCN(s)



Signalord: Fare

Henvisninger om fare:

H300+H310+H330 Dødelig ved svelging, hudkontakt eller inhalering.

H410 Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

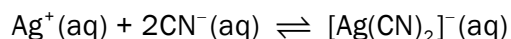
EUH032 Ved kontakt med syrer utvikles den meget giftige gassen HCN.

Konsentrasjonen til cyanidioner, CN^- , i en løsning kan bestemmes ved titrering. Fra byretten tilsettes en løsning med sølvioner, Ag^+ , med kjent konsentrasjon.

- a) Indikator ved denne titreringen er jodidioner, I^- . Endepunktet for titreringen er når løsningen får en varig og ugjennomsiktig gul farge.

Forklar hvilket gult stoff som blir dannet i titreringskolben ved endepunktet av titreringen.

- b) Sølvioner reagerer med cyanidioner i titreringskolben og danner et kompleksion:



Verken karbon eller nitrogen endrer oksidasjonstall i denne reaksjonen.

- Bruk denne informasjonen, og finn oksidasjonstallet til sølv i kompleksionet $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-}$.
- Forklar om denne reaksjonen er en redoksreaksjon.

c) Konsentrasjonen til cyanidioner i en løsning ble bestemt slik:

- 25,00 mL av løsningen ble fortynnet 20 ganger med destillert vann.
- 25,00 mL av den fortynnete løsningen ble overført til en erlenmeyerkolbe og tilsatt ca. 75 mL destillert vann, indikator og litt 6 mol/L NH_3 . Dette er prøveløsningen.
- Prøveløsningen ble titrert med 0,0103 mol/L løsning av sølvnitrat, AgNO_3 . Forbruket av sølvnitratløsning var 13,70 mL.

Beregn konsentrasjonen til cyanidioner i den ufortynnete løsningen.

d) For å forhindre utfelling av sølvcyanid, $\text{AgCN}(s)$, i løpet av titreringen blir prøveløsningen tilsatt NH_3 .

En laborant som skulle utføre titreringen, var klar til å tilsette en løsning med NH_4Cl i stedet for NH_3 , men ble stoppet i tide.

Bruk informasjonen i innledningen til Oppgave 4 og annen relevant informasjon, og vurder om tilsetning av NH_4Cl til prøveløsningen kunne medført en sikkerhetsrisiko.

e) Enzymet cytokrom c oksidase, i elektrontransportkjeden, inneholder en kofaktor med Fe^{3+} . CN^- binder seg sterkt til Fe^{3+} og er derfor en inhibitor for cytokrom c oksidase.

- Hvilken effekt har dette for konsentrasjon av H^+ og forbruk av O_2 i mitokondriene?
- Forklar hvorfor dette er spesielt kritisk for aktive muskler, slik som hjertemuskelen.

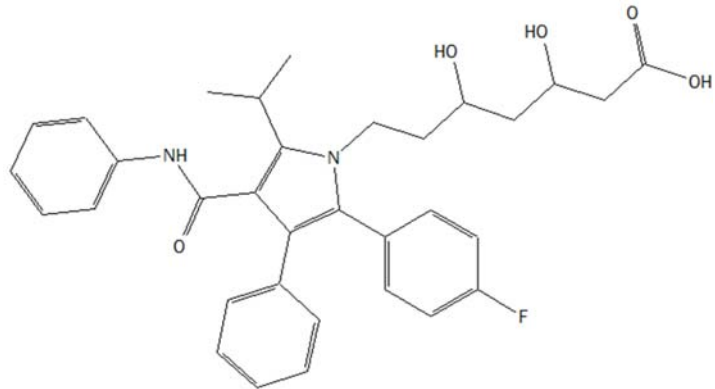
Oppgave 5

For å rense avløpsvann for legemidler og skadelige organismer kan man behandle med et oksidasjonsmiddel. Et slikt oksidasjonsmiddel er ferrationer, FeO_4^{2-} .

a) Vis at oksidasjonstallet til jern i ferrationet er +VI.

b) Figur 9 viser legemiddelet Lipitor. Lipitor kan oksideres.

Velg og tegn et utsnitt av strukturen i figur 9 som viser en form av oksidert Lipitor.



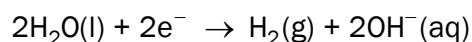
Figur 9

c) Ferrationer kan produseres ved elektrolyse. Da blir metallisk jern, $\text{Fe}(s)$, oksidert til ferrationer.

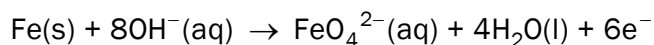
Hvor mange gram ferrationer kan maksimalt bli dannet i løpet av et døgn dersom strømstyrken i elektrolysen er 5,0 A?

d) Ferrationer kan produseres i renseanlegget ved elektrolyse. Reaksjonen foregår i en vannløsning av KOH .

Ved katoden blir vann redusert til hydrogengass og hydroksidioner:



Ved anoden reagerer jern med hydroksidioner og danner ferrationer og vann:



- Bruk halvreaksjonene til å skrive den balanserte reaksjonslikningen for reaksjonen. Forklar framgangsmåten.
- Bruk den balanserte reaksjonslikningen til å svare på om konsentrasjonen av hydroksidioner vil endre seg i løpet av elektrolysen.

- e) Når kaliumferrat, K_2FeO_4 , løses i en sur løsning, reagerer ferrationer med H^+ -ioner i løsningen, og jern blir redusert. Produktene i denne reaksjonen er jernioner, en fargeløs gass og vann.

Dersom litt av løsningen som inneholder jernioner etter reaksjonen, blir tilsatt litt $KSCN$, blir løsningen blodrød. Ved tilsetning av litt $K_4Fe(CN)_6$ blir løsningen mørkeblå.

Bruk resultatet av påvisningsreaksjonene, og skriv reaksjonslikningen med tilstandssymboler for reaksjonen som skjer når ferrationer reagerer med H^+ -ioner.

Tabeller og formler i REA3012 Kjemi 2 (versjon 16.11.2015)

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

STANDARD REDUKSJONSPOTENSIAL VED 25 °C

Halvreaksjon				
oksidert form	+ ne^-	→	redusert form	E° mål i V
F_2	+ $2e^-$	→	$2F^-$	2,87
$O_3(g) + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$O_2(g) + H_2O$	2,08
$H_2O_2 + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$2H_2O$	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
$2HClO + 2H^+$	+ $2e^-$	→	$Cl_2 + 2H_2O$	1,63
$MnO_4^- + 8H^+$	+ $5e^-$	→	$Mn^{2+} + 4H_2O$	1,51
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
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
$O_2 + 2H_2O$	+ $4e^-$	→	$4OH^-$	0,40
Cu^{2+}	+ $2e^-$	→	Cu	0,34
$Ag_2O + H_2O$	+ $2e^-$	→	$2Ag + 2OH^-$	0,34
$SO_4^{2-} + 4H^+$	+ $2e^-$	→	$H_2SO_3 + H_2O$	0,17
Cu^{2+}	+ e^-	→	Cu^+	0,16
Sn^{4+}	+ $2e^-$	→	Sn^{2+}	0,15

oksidert form	+ ne ⁻	→	redusert form	E° mål i V
S + 2H ⁺	+ 2e ⁻	→	H ₂ S	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

NOEN KONSTANTER

Avogadros tall: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

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

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-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
Fosforsyrning	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-dikarboksylyse)	$C_6H_4(COOH)_2$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	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	$H_5O_4^-$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	1,99
Hydrogensulfid	H_2S	$8,9 \cdot 10^{-8}$	7,05
Hypoklorsyre (underklorsyrning)	$HClO$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	7,40
Karbonsyre	H_2CO_3	$4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
Hydrogenkarbonation	HCO_3^-	$4,7 \cdot 10^{-11}$	10,33
Klorsyrning	$HClO_2$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	1,94
Kromsyre	H_2CrO_4	$1,8 \cdot 10^{-1}$	0,74
Hydrogenkromation	$HCrO_4^-$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	6,49
Maleinsyre (cis-butendisyre)	$HOOCCH=CHCOOH$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	1,92
Hydrogenmaleation	$HOOCCH=CHCOO^-$	$5,9 \cdot 10^{-7}$	6,23
Melkesyre (2-hydroksypropansyre)	$CH_3CH(OH)COOH$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,86
Metansyre (mausyre)	$HCOOH$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Oksalsyre	$(COOH)_2$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
Hydrogenoksalation	$(COOH)COO^-$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	3,81
Propansyre	CH_3CH_2COOH	$1,3 \cdot 10^{-5}$	4,87
Salisylsyre (2-hydroksybenzosyre)	$C_6H_4(OH)COOH$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	2,98
Salpetersyrning	HNO_2	$5,6 \cdot 10^{-4}$	3,25
Sitronsyre	$C_3H_4(OH)(COOH)_3$	$7,4 \cdot 10^{-4}$	3,13
Dihydrogensitration	$C_3H_4(OH)(COOH)_2COO^-$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	4,76
Hydrogensitration	$C_3H_4(OH)(COOH)(COO^-)_2$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	6,40
Svovelsyrning	H_2SO_3	$1,4 \cdot 10^{-2}$	1,85
Hydrogensulfittion	HSO_3^-	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,2
Urea	CH_4N_2O	$0,8 \cdot 10^{-1}$	0,10
Vinsyre (2,3-dihydroksybutandisyre, L-tartarsyre)	$(CH(OH)COOH)_2$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	2,98
Hydrogentartration	$HOOC(CH(OH))_2COO^-$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	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
Alizarin gul	gul-lilla	10,1 - 12,0

SAMMENSETTE 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_2SO_4	98	1,84	17,8
Salpetersyre	HNO_3	65	1,42	15,7
Eddiksyre	CH_3COOH	96	1,05	17,4
Ammoniakk	NH_3	25	0,88	14,3
Vann	H_2O	100	1,00	55,56

STABILE ISOTOPER FOR NOEN GRUNNSTOFFER

Grunnstoff	Isotop	Relativ forekomst (%) i jordskorpen	Grunnstoff	Isotop	Relativ forekomst (%) i jordskorpen
Hydrogen	^1H	99,985	Silisium	^{28}Si	92,23
	^2H	0,015		^{29}Si	4,67
Karbon	^{12}C	98,89		^{30}Si	3,10
	^{13}C	1,11	Svovel	^{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	U	U	U	U	U	-	U	T
Al^{3+}	R	R	-	-	R	U	U	R	R
Ba^{2+}	L	L	U	U	L	R	L	T	U
Ca^{2+}	L	L	U	T	L	T	U	T	T
Cu^{2+}	L	L	-	U	-	U	U	U	L
Fe^{2+}	L	L	U	U	L	U	U	U	L
Fe^{3+}	R	R	-	U	-	U	U	U	L
Hg_2^{2+}	U	U	U	U	U	-	U	-	U
Hg^{2+}	T	L	-	U	U	U	U	U	R
Mg^{2+}	L	L	U	L	L	U	U	R	L
Ni^{2+}	L	L	U	U	L	U	U	U	L
Pb^{2+}	T	T	U	U	U	U	U	U	U
Sn^{2+}	R	R	U	-	R	U	U	U	R
Sn^{4+}	R	R	-	L	R	U	U	U	R
Zn^{2+}	L	L	U	U	L	U	U	U	L

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

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

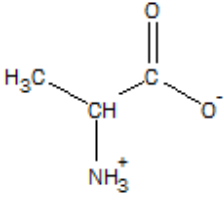
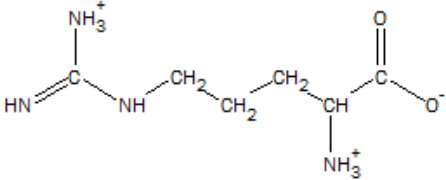
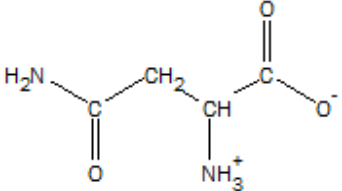
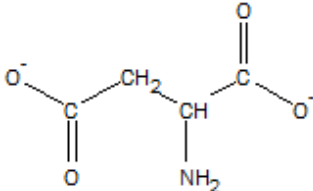
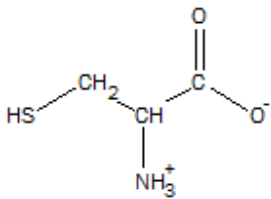
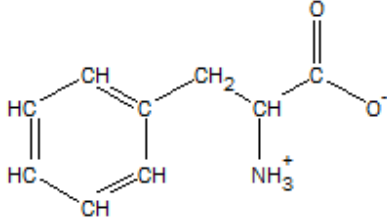
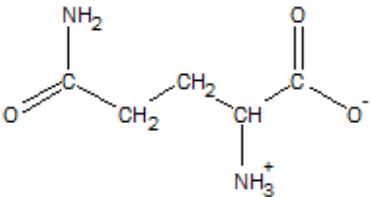
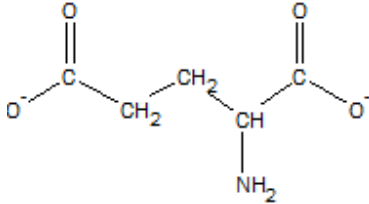
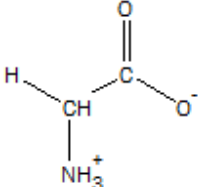
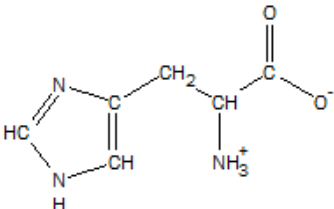
L = lett-løselig. Det løses mer enn 1 g av saltet per 100 g vann.

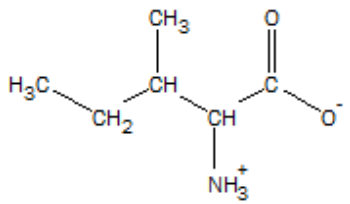
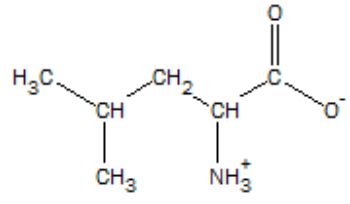
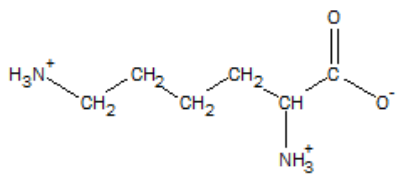
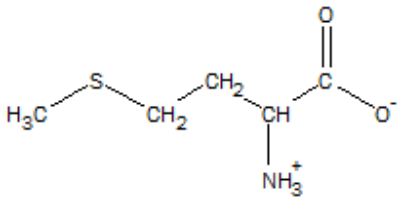
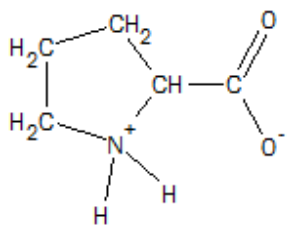
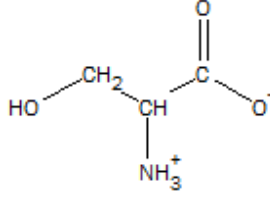
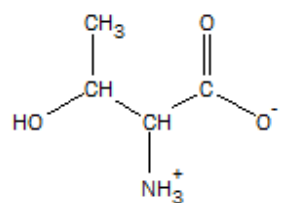
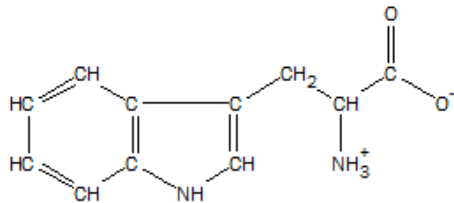
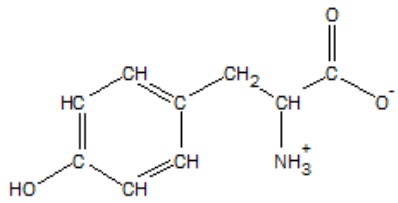
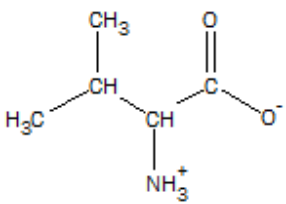
- = Ukjent forbindelse, eller forbindelse dannes ikke ved utfelling, R = reagerer med vann.

LØSELIGHETSPRODUKT (K_{sp}) FOR SALT I VANN VED 25 °C

Navn	Kjemisk formel	K_{sp}	Navn	Kjemisk formel	K_{sp}
Aluminiumfosfat	AlPO ₄	$9,84 \cdot 10^{-21}$	Kvikksølv(I)bromid	Hg ₂ Br ₂	$6,40 \cdot 10^{-23}$
Bariumfluorid	BaF ₂	$1,84 \cdot 10^{-7}$	Kvikksølv(I)jodid	Hg ₂ I ₂	$5,2 \cdot 10^{-29}$
Bariumkarbonat	BaCO ₃	$2,58 \cdot 10^{-9}$	Kvikksølv(I)karbonat	Hg ₂ CO ₃	$3,6 \cdot 10^{-17}$
Bariumkromat	BaCrO ₄	$1,17 \cdot 10^{-10}$	Kvikksølv(I)klorid	Hg ₂ Cl ₂	$1,43 \cdot 10^{-18}$
Bariumnitrat	Ba(NO ₃) ₂	$4,64 \cdot 10^{-3}$	Kvikksølv(II)bromid	HgBr ₂	$6,2 \cdot 10^{-20}$
Bariumoksalat	BaC ₂ O ₄	$1,70 \cdot 10^{-7}$	Kvikksølv(II)jodid	HgI ₂	$2,9 \cdot 10^{-29}$
Bariumsulfat	BaSO ₄	$1,08 \cdot 10^{-10}$	Litiumkarbonat	Li ₂ CO ₃	$8,15 \cdot 10^{-4}$
Bly(II)bromid	PbBr ₂	$6,60 \cdot 10^{-6}$	Magnesiumfosfat	Mg ₃ (PO ₄) ₂	$1,04 \cdot 10^{-24}$
Bly(II)hydroksid	Pb(OH) ₂	$1,43 \cdot 10^{-20}$	Magnesiumhydroksid	Mg(OH) ₂	$5,61 \cdot 10^{-12}$
Bly(II)jodid	PbI ₂	$9,80 \cdot 10^{-9}$	Magnesiumkarbonat	MgCO ₃	$6,82 \cdot 10^{-6}$
Bly(II)karbonat	PbCO ₃	$7,40 \cdot 10^{-14}$	Magnesiumoksalat	MgC ₂ O ₄	$4,83 \cdot 10^{-6}$
Bly(II)klorid	PbCl ₂	$1,70 \cdot 10^{-5}$	Mangan(II)karbonat	MnCO ₃	$2,24 \cdot 10^{-11}$
Bly(II)oksalat	PbC ₂ O ₄	$8,50 \cdot 10^{-9}$	Mangan(II)oksalat	MnC ₂ O ₄	$1,70 \cdot 10^{-7}$
Bly(II)sulfat	PbSO ₄	$2,53 \cdot 10^{-8}$	Nikkel(II)fosfat	Ni ₃ (PO ₄) ₂	$4,74 \cdot 10^{-32}$
Bly(II)sulfid	PbS	$3 \cdot 10^{-28}$	Nikkel(II)hydroksid	Ni(OH) ₂	$5,48 \cdot 10^{-16}$
Jern(II)fluorid	FeF ₂	$2,36 \cdot 10^{-6}$	Nikkel(II)karbonat	NiCO ₃	$1,42 \cdot 10^{-7}$
Jern(II)hydroksid	Fe(OH) ₂	$4,87 \cdot 10^{-17}$	Nikkel(II)sulfid	NiS	$2 \cdot 10^{-19}$
Jern(II)karbonat	FeCO ₃	$3,13 \cdot 10^{-11}$	Sinkhydroksid	Zn(OH) ₂	$3 \cdot 10^{-17}$
Jern(II)sulfid	FeS	$8 \cdot 10^{-19}$	Sinkkarbonat	ZnCO ₃	$1,46 \cdot 10^{-10}$
Jern(III)fosfat	FePO ₄ ·2H ₂ O	$9,91 \cdot 10^{-16}$	Sinksulfid	ZnS	$2 \cdot 10^{-24}$
Jern(III)hydroksid	Fe(OH) ₃	$2,79 \cdot 10^{-39}$	Sølv(I)acetat	AgCH ₃ COO	$1,94 \cdot 10^{-3}$
Kalsiumfluorid	CaF ₂	$3,45 \cdot 10^{-11}$	Sølv(I)bromid	AgBr	$5,35 \cdot 10^{-13}$
Kalsiumfosfat	Ca ₃ (PO ₄) ₂	$2,07 \cdot 10^{-33}$	Sølv(I)jodid	AgI	$8,52 \cdot 10^{-17}$
Kalsiumhydroksid	Ca(OH) ₂	$5,02 \cdot 10^{-6}$	Sølv(I)karbonat	Ag ₂ CO ₃	$8,46 \cdot 10^{-12}$
Kalsiumkarbonat	CaCO ₃	$3,36 \cdot 10^{-9}$	Sølv(I)klorid	AgCl	$1,77 \cdot 10^{-10}$
Kalsiummolybdat	CaMoO ₄	$1,46 \cdot 10^{-8}$	Sølv(I)kromat	Ag ₂ CrO ₄	$1,12 \cdot 10^{-12}$
Kalsiumoksalat	CaC ₂ O ₄	$3,32 \cdot 10^{-9}$	Sølv(I)sulfat	Ag ₂ SO ₄	$1,20 \cdot 10^{-5}$
Kalsiumsulfat	CaSO ₄	$4,93 \cdot 10^{-5}$	Sølv(I) sulfid	Ag ₂ S	$8 \cdot 10^{-51}$
Kobolt(II)hydroksid	Co(OH) ₂	$5,92 \cdot 10^{-15}$	Tinn(II)hydroksid	Sn(OH) ₂	$5,45 \cdot 10^{-27}$
Kopper(I)bromid	CuBr	$6,27 \cdot 10^{-9}$			
Kopper(I)klorid	CuCl	$1,72 \cdot 10^{-7}$			
Kopper(I)oksid	Cu ₂ O	$2 \cdot 10^{-15}$			
Kopper(I)jodid	CuI	$1,27 \cdot 10^{-12}$			
Kopper(II)fosfat	Cu ₃ (PO ₄) ₂	$1,40 \cdot 10^{-37}$			
Kopper(II)oksalat	CuC ₂ O ₄	$4,43 \cdot 10^{-10}$			
Kopper(II)sulfid	CuS	$8 \cdot 10^{-37}$			

α -AMINOSYRER VED PH = 7,4.

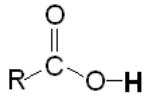
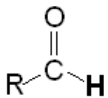
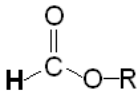
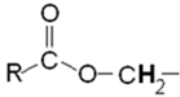
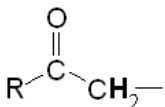
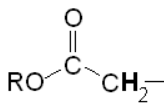
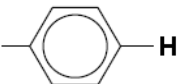
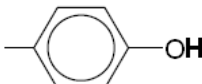
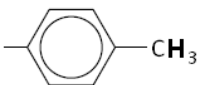
Vanlig navn Forkortelse pH ved isoelektrisk punkt	Strukturformel	Vanlig navn Forkortelse pH ved isoelektrisk punkt	Strukturformel
Alanin Ala 6,0		Arginin Arg 10,8	
Asparagin Asn 5,4		Aspartat (Asparagin- syre) Asp 2,8	
Cystein Cys 5,1		Fenylalanin Phe 5,5	
Glutamin Gln 5,7		Glutamat (Glutamin- syre)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

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

$^1\text{H-NMR-DATA}$

Typiske verdier for kjemisk skift, δ , relativt til tetrametylsilan (TMS) med kjemisk skift lik 0. R = alkylgruppe, **HAL**= halogen (Cl, Br eller I). Løsningsmiddel kan påvirke kjemisk skift.

Hydrogenatomene som er opphavet til signalet er uthevet.

Type proton	Kjemisk skift, ppm	Type proton	Kjemisk skift, ppm
$-\text{CH}_3$	0,9 - 1,0		10 - 13
$-\text{CH}_2-\text{R}$	1,3 - 1,4		9,4 - 10
$-\text{CHR}_2$	1,4 - 1,6		Ca. 8
$-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	1,8 - 3,1	$-\text{CH}=\text{CH}_2$	4,5 - 6,0
$-\text{CH}_2-\text{HAL}$	3,5 - 4,4		3,8 - 4,1
$\text{R}-\text{O}-\text{CH}_2-$	3,3 - 3,7	$\text{R}-\text{O}-\text{H}$	0,5 - 6
	2,2 - 2,7		2,0 - 2,5
	6,9 - 9,0		4,0 - 12,0
	2,5 - 3,5	$-\text{CH}_2-\text{OH}$	3,4 - 4

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
3-Metylpentan	C ₆ H ₁₄	-163	63	
2,2-Dimetylbutan	C ₆ H ₁₄	-99	50	Neoheksan
2,3-Dimetylbutan	C ₆ H ₁₄	-128	58	
2,2,4-Trimetylpentan	C ₈ H ₁₈	-107	99	Isooktan
2,2,3-Trimetylpentan	C ₈ H ₁₈	-112	110	
2,3,3-Trimetylpentan	C ₈ H ₁₈	-101	115	
2,3,4-Trimetylpentan	C ₈ H ₁₈	-110	114	
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	

Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
<i>trans</i> -Heks-3-en	C ₆ H ₁₂	-115	67	
Hept-1-en	C ₇ H ₁₄	-119	94	
<i>cis</i> -Hept-2-en	C ₇ H ₁₄		98	
<i>trans</i> -Hept-2-en	C ₇ H ₁₄	-110	98	
<i>cis</i> -Hept-3-en	C ₇ H ₁₄	-137	96	
<i>trans</i> -Hept-3-en	C ₇ H ₁₄	-137	96	
Okt-1-en	C ₈ H ₁₆	-102	121	
Non-1-en	C ₉ H ₁₈	-81	147	
Dek-1-en	C ₁₀ H ₂₀	-66	171	
Sykloheksen	C ₆ H ₁₀	-104	83	
1,3-Butadien	C ₄ H ₆	-109	4	
Penta-1,2-dien	C ₅ H ₈	-137	45	
<i>trans</i> -Penta-1,3-dien	C ₅ H ₈	-87	42	
<i>cis</i> -Penta-1,3-dien	C ₅ H ₈	-141	44	
Heksa-1,2-dien	C ₆ H ₁₀		76	
<i>cis</i> -Heksa-1,3-dien	C ₆ H ₁₀		73	
<i>trans</i> -Heksa-1,3-dien	C ₆ H ₁₀	-102	73	
Heksa-1,5-dien	C ₆ H ₁₀	-141	59	
Heksa-1,3,5-trien	C ₆ H ₈	-12	78,5	
HYDROKARBONER, UMETTEDE, alkyner				
Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Etyn	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	
Pent-1-yn	C ₅ H ₈	-90	40	
Pent-2-yn	C ₅ H ₈	-109	56	
Heks-1-yn	C ₆ H ₁₀	-132	71	
Heks-2-yn	C ₆ H ₁₀	-90	85	
Heks-3-yn	C ₆ H ₁₀	-103	81	
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
Difenylmetan	C ₁₃ H ₁₂	25	265	
Trifenylmetan	C ₁₉ H ₁₆	94	360	Tritan
1,2-Difenyletan	C ₁₄ H ₁₄	53	284	Bibenzyl
Naftalen	C ₁₀ H ₈	80	218	Enkleste PAH
Antracen	C ₁₄ H ₁₀	216	340	PAH
Phenatren	C ₁₄ H ₁₀	99	340	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	180	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
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	
Heptan-1-ol	C ₇ H ₁₆ O	-33	176	Heptylalkohol, <i>n</i> -heptanol
Oktan-1-ol	C ₈ H ₁₈ O	-15	195	Kaprylalkohol, <i>n</i> -oktanol
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
Fenylmetanol	C ₇ H ₈ O	-15	205	Benzylalkohol
2-fenyletanol	C ₈ H ₁₀ O	-27	219	Benzylmetanol
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
Fenyletanal	C ₈ H ₈ O	-10	193	Fenylacetaldehyd
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	
3-Hydroksybutanal	C ₄ H ₈ O ₂		83	
3-Metylbutanal	C ₅ H ₁₀ O	-51	93	Isovaleraldehyd
Pentanal	C ₅ H ₁₀ O	-92	103	Valeraldehyd
Heksanal	C ₆ H ₁₂ O	-56	131	Kapronaldehyd
Heptanal	C ₇ H ₁₄ O	-43	153	
Oktanal	C ₈ H ₁₆ O		171	Kaprylaldehyd
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
4-Metylpentan-2-on	C ₆ H ₁₂ O	-84	117	Isobutylmetylketon

Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
2-Metylpentan-3-on	C ₆ H ₁₂ O		114	Etylisopropylketon
2,4-Dimetylpentan-3-on	C ₇ H ₁₄ O	-69	125	Di-isopropylketon
2,2,4,4-Tetrametylpentan-3-on	C ₉ H ₁₈ O	-25	152	Di- <i>tert</i> -butylketon
Sykloheksanon	C ₆ H ₁₀ O	-28	155	Pimelicketon
<i>trans</i> -Fenylpropenal	C ₉ H ₈ O	-8	246	<i>trans</i> -Kanelaldehyd
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
3-Metylbutansyre	C ₅ H ₁₀ O ₂	-29	177	Isovaleriansyre, pK _a = 4,77
Pentansyre	C ₅ H ₁₀ O ₂	-34	186	Valeriansyre, pK _a = 4,83
Heksansyre	C ₆ H ₁₂ O ₂	-3	205	Kapronsyre, pK _a = 4,88
Propensyre	C ₃ H ₄ O ₂	12	139	pK _a = 4,25
<i>cis</i> -But-2-ensyre	C ₄ H ₆ O ₂	15	169	<i>cis</i> -Krotonsyre, pK _a = 4,69
<i>trans</i> -But-2-ensyre	C ₄ H ₆ O ₂	72	185	<i>trans</i> -Krotonsyre, pK _a = 4,69
But-3-ensyre	C ₄ H ₆ O ₂	-35	169	pK _a = 4,34
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
Butandisyre	C ₄ H ₆ O ₄	188		Succininsyre(ravsyre), pK _{a1} = 4,21, pK _{a2} = 5,64
Pentandisyre	C ₅ H ₈ O ₄	98		Glutarsyre, pK _{a1} = 4,32, pK _{a2} = 5,42
Heksandisyre	C ₆ H ₁₀ O ₄	153	338	Adipinsyre, pK _{a1} = 4,41, pK _{a2} = 5,41
Askorbinsyre	C ₆ H ₈ O ₆	190-192		pK _{a1} = 4,17, pK _{a2} = 11,6
<i>trans</i> -3-Fenylprop-2-ensyre	C ₉ H ₈ O ₂	134	300	Kanelsyre, pK _a = 4,44
<i>cis</i> -3-Fenylprop-2-ensyre	C ₉ H ₈ O ₂	42		pK _a = 3,88
Benzosyre	C ₇ H ₆ O ₂	122	250	
Fenyleddiksyre	C ₈ H ₈ O ₂	77	266	pK _a = 4,31
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

Navn	Formel	Smp	Kp	Diverse
Etyletanat	$C_4H_8O_2$	-84	77	Etylacetat, løsemiddel
Etylheptanat	$C_9H_{18}O_2$	-66	187	Lukter aprikos og kirsebær
Etylmetanat	$C_3H_6O_2$	-80	54	Lukter rom og sitron
Etylpentanat	$C_7H_{14}O_2$	-91	146	Lukter eple
Metylbutanat	$C_5H_{10}O_2$	-86	103	Lukter eple og ananas
3-Metyl-1-butyletanat	$C_7H_{14}O_2$	-79	143	Isoamylacetat, isopentylacetat, lukter pære og banan
Metyl- <i>trans</i> -cinnamat	$C_{10}H_{10}O_2$	37	262	Metylester av kaneltsyre, lukter jordbær
Oktyletanat	$C_{10}H_{20}O_2$	-39	210	Lukter appelsin
Pentylbutanat	$C_9H_{18}O_2$	-73	186	Lukter aprikos, pære og ananas
Pentyletanat	$C_7H_{14}O_2$	-71	149	Amylacetat, lukter banan og eple
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	$pK_b = 3,16$
Etanamid	C_2H_3NO	79-81	222	Acetamid
Fenylamin	C_6H_7N	-6	184	Anilin
1,4-Diaminbutan	$C_4H_{12}N_2$	27	158-160	Engelsk navn: putrescine
1,6-Diaminheksan	$C_6H_{16}N_2$	9	178-180	Engelsk navn: cadaverine
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	Karbondettraklorid
Kloretansyre	$C_2H_3ClO_2$	63	189	Kloreddisyre, $pK_a = 2,87$
Dikloretansyre	$C_2H_2Cl_2O_2$	9,5	194	Dikloreddisyre, $pK_a = 1,35$
Trikloretansyre	$C_2HCl_3O_2$	57	196	Trikloretansyre, $pK_a = 0,66$
Kloreten	C_2H_3Cl	-154	-14	Vinylklorid, monomeren i polymeren PVC

KVALITATIV UORGANISK ANALYSE. REAKSJONER SOM DANNER FARGET BUNNFALL ELLER FARGET KOMPLEKS I LØSNING

	HCl	H ₂ SO ₄	NH ₃	KI	KSCN	K ₃ Fe(CN) ₆	K ₄ Fe(CN) ₆	K ₂ CrO ₄	Na ₂ S (mettet)	Na ₂ C ₂ O ₄	Na ₂ CO ₃	Dimetylgluksim (1%)
Ag⁺	Hvitt			Lysgult	Hvitt	Oransjebrunt	Hvitt	Rødblunt	Svart	Gråhvitt		
Pb²⁺	Hvitt	Hvitt	Hvitt	Sterkt gult	Hvitt		Hvitt	Sterkt gult	Svart	Hvitt	Hvitt	
Cu²⁺			Sterkt blåfarget	Gulbrunt	Grønnsort	Gulbrun-grønt	Brunt	Brunt	Svart	Blåhvitt		Brunt
Sn²⁺			Hvitt			Hvitt	Hvitt	Brungult	Brunt			
Ni²⁺						Gulbrunt	Lyst grønnhvitt		Svart			Lakserødt
Fe²⁺			Blågrønt			Mørkeblått	Lyseblått	Brungult	Svart			Blodrødt med ammoniakk
Fe³⁺			Brunt	Brunt	Blodrødt	Sterkt brunt	Mørkeblått	Gulbrunt	Svart		Oransje-brunt	Brunt
Zn²⁺						Guloransje	Hvitt	Sterkt gult	Hvitt/Gråhvitt		Hvitt	Rødblunt
Ba²⁺		Hvitt					Hvitt	Sterkt gult	Gråhvitt	Hvitt	Hvitt	
Ca²⁺									Gulhvitt	Hvitt	Hvitt	

Grunnstoffenes periodesystem

Gruppe 1 Gruppe 2 **Forklaring** Gruppe 13 Gruppe 14 Gruppe 15 Gruppe 16 Gruppe 17 Gruppe 18

1		2		Forklaring										17		18																			
1,008 H 2,1 Hydrogen		4 9,012 Be 1,5 Beryllium		Atomnummer Atommasse Symbol Elektronegativitetsverdi Navn () betyr massetallet til den mest stabile isotopen * Lantanoider ** Aktinoider										9 19,00 F 4,0 Fluor		10 20,18 Ne - Neon																			
3 6,941 Li 1,0 Lithium		11 22,99 Na 0,9 1,2 Natrium		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12													
19 39,10 K 0,8 1,0 Kalium		20 40,08 Ca 1,0 1,3 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 1,9 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 2,0 1,8 Germanium		33 74,92 As 2,4 2,8 Arsen		34 78,97 Se 2,8 Selen		35 79,90 Br 2,8 Brom		36 83,80 Kr - Krypton	
37 85,47 Rb 0,8 1,0 Rubidium		38 87,62 Sr 1,0 1,4 Strontium		39 88,91 Y 1,2 Yttrium		40 91,22 Zr 1,4 1,7 Zirkonium		41 92,91 Nb 1,6 Niobium		42 95,95 Mo 1,7 Molybden		43 98,91 Tc 1,9 1,7 Technetium		44 101,07 Ru 2,2 2,2 Ruthenium		45 102,91 Rh 2,2 2,2 Rhodium		46 106,42 Pd 2,2 2,2 Palladium		47 107,87 Ag 1,9 Sølv		48 112,41 Cd 1,9 Kadmium		49 114,82 In 1,7 1,7 Indium		50 118,71 Sn 2,1 2,4 Tinn		51 121,76 Sb 2,1 2,4 Antimon		52 127,60 Te 2,1 2,4 Tellur		53 126,90 I 2,4 Jod		54 131,29 Xe - Xenon	
55 132,91 Cs 0,7 1,1 Cesium		56 137,33 Ba 0,9 1,1 Barium		57 138,91 La 1,1 Lantan*		58 140,12 Ce 1,1 1,1 Cerium		59 140,91 Pr 1,1 1,1 Praseodym		60 144,24 Nd 1,1 1,1 Neodym		61 148,91 Pm 1,1 1,1 Promethium		62 150,36 Sm 1,1 1,1 Samarium		63 151,96 Eu 1,2 1,2 Europium		64 157,25 Gd 1,2 1,2 Gadolinium		65 158,93 Tb 1,2 1,2 Terbium		66 162,50 Dy 1,2 1,2 Dysprosium		67 164,93 Ho 1,2 1,2 Holmium		68 167,26 Er 1,2 1,2 Erbium		69 168,93 Tm 1,3 1,3 Thulium		70 173,05 Yb 1,1 1,1 Ytterbium		71 174,97 Lu 1,3 1,3 Luteций			
87 (223) Fr 0,7 Radium		88 (226) Ra 0,9 Actinium**		89 (227) Ac 1,1 Actinium**		90 (227) Th 1,1 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 1,3 Plutonium		95 (243) Am 1,1 1,1 Americium		96 (247) Cm 1,3 1,3 Curium		97 (247) Bk 1,3 1,3 Berkelium		98 (251) Cf 1,3 1,3 Californium		99 (252) Es 1,3 1,3 Einsteinium		100 (257) Fm 1,3 1,3 Fermium		101 (258) Md 1,3 1,3 Mendelevium		102 (259) No 1,3 1,3 Nobelium		103 (266) Lr 1,3 1,3 Lawrencium			

87 (223) Fr 0,7 Radium		88 (226) Ra 0,9 Actinium**		89 (227) Ac 1,1 Actinium**		90 (227) Th 1,1 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 1,3 Plutonium		95 (243) Am 1,1 1,1 Americium		96 (247) Cm 1,3 1,3 Curium		97 (247) Bk 1,3 1,3 Berkelium		98 (251) Cf 1,3 1,3 Californium		99 (252) Es 1,3 1,3 Einsteinium		100 (257) Fm 1,3 1,3 Fermium		101 (258) Md 1,3 1,3 Mendelevium		102 (259) No 1,3 1,3 Nobelium		103 (266) Lr 1,3 1,3 Lawrencium	
---	--	---	--	---	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	--	---	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--

Kjelder:

- Dei fleste opplysningane er henta frå *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 89. UTGÅVE (2008–2009), ISBN 9781420066791
- Oppdateringar (særleg av periodesystemet) er gjorde ut frå *CRC HANDBOOK OF CHEMISTRY and PHYSICS*, 95. UTGÅVE (2014–2015):
<http://www.hbcpNetbase.com/> (sist besøkt 13.01.15)
- For ustabile radioaktive grunnstoff blei 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)
- Stabilitetskonstantar: <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)
- Kvalitativ uorganisk analyse ved felling – mikroanalyse er henta frå *Kjemi 3KJ, Studiehefte* (Brandt mfl.), Aschehoug (2003), side 20

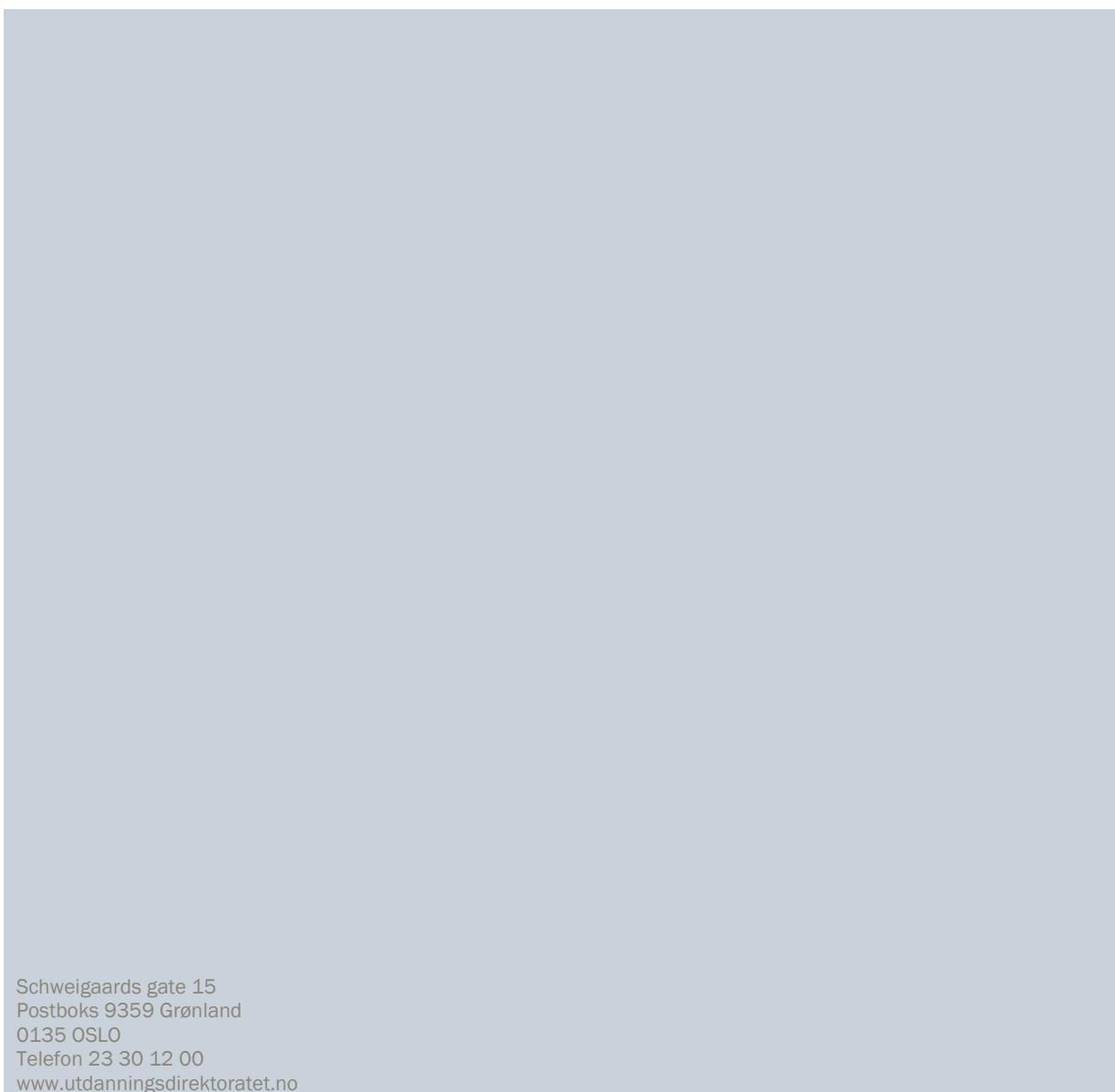
(Blank side)

Kandidatnummer.: _____

Skole: _____

Oppgåve 1 / Oppgave 1	Skriv eitt 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)	
m)	
n)	
o)	
p)	
q)	
r)	
s)	
t)	

*Vedlegg 2 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret på oppgåve 2.
Vedlegg 2 skal leveres kl. 11.00 sammen med svaret på oppgave 2.*



Schweigaards gate 15
Postboks 9359 Grønland
0135 OSLO
Telefon 23 30 12 00
www.utdanningsdirektoratet.no