

Norsk finale



Kvalifisering til den 8. nordiske kjemiolympiaden i Helsinki og
den 58. internasjonale kjemiolympiaden i Tasjkent,
Usbekistan



58th International
Chemistry Olympiad
Uzbekistan 2026

Dag: Fredag 20. mars 2026.

Varighet: 180 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Vedlegg 1 til eksamen i kjemi 2"

Maksimal poengsum: 100 poeng.

Oppgavesettet er på **15** sider (inklusive forsiden og formelark)
og har **8** oppgaver.

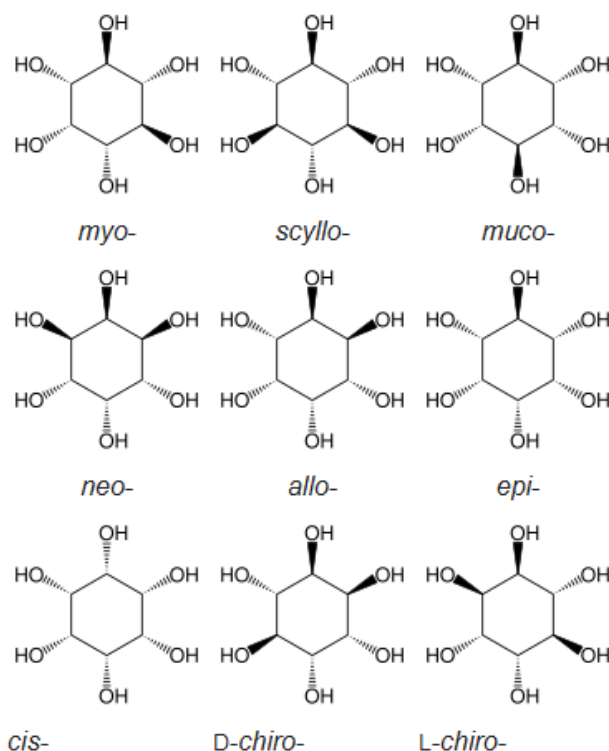
SKRIV TYDELIG SÅ DU IKKE MISTER POENG PGA UKLARHETER!!

Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

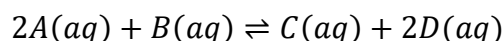
Oppgave 1 (20 poeng – 2 per deloppgave)

Hvert av spørsmålene i denne oppgaven skal besvares ved å angi bokstavkoden til det alternativet som er korrekt. *Kun ett svar* er korrekt for hvert spørsmål.

- 1) Figuren nedenfor viser alle de ni mulige stereoisomerene av inositol, en naturlig forekommende kjemisk forbindelse. Hvilket utsagn nedenfor er korrekt?



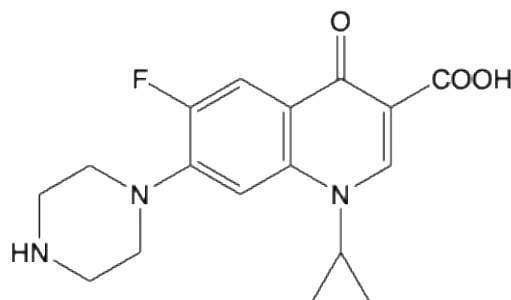
- A) Blant stereoisomerene av inositol inneholder syv av dem et symmetriplan som gjør dem akirale. De to siste stereoisomerene er *meso*-forbindelser.
- B) Blant stereoisomerene av inositol er det to kirale enantiomerer og syv racemiske *meso*-forbindelser.
- C) Blant stereoisomerene av inositol er det fire kirale enantiomerer og fem akirale *meso*-forbindelser.
- D) Blant stereoisomerene av inositol er det to kirale enantiomerer og syv akirale *meso*-forbindelser.
- 2) For likevekten under er $\Delta G^\circ = 0$ når temperaturen er 25°C.



Vil reaksjonen mot høyre være spontan ved 25°C når $[A] = 6[B] = 3[C] = 2[D]$?

- A) Ja
- B) Nei, den motsatte reaksjonen vil være spontan
- C) Det er ikke mulig å avgjøre ut fra de gitte opplysningene
- D) Nei, systemet vil da være i kjemisk likevekt

- 3) Hvor mange sp^2 og sp^3 hybridiserte C-atomer og hvor mange π -bindinger er det i antibiotikumet ciprofloksacin?

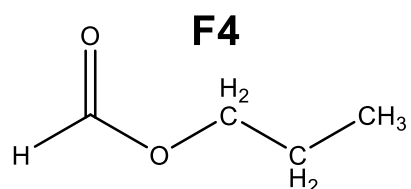
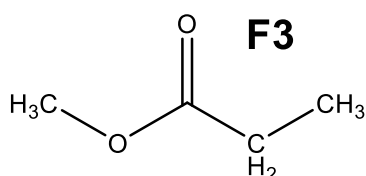
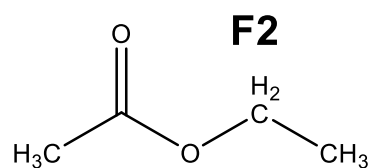
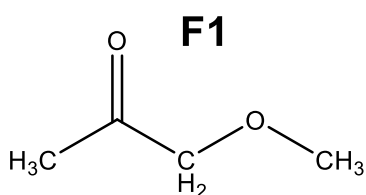
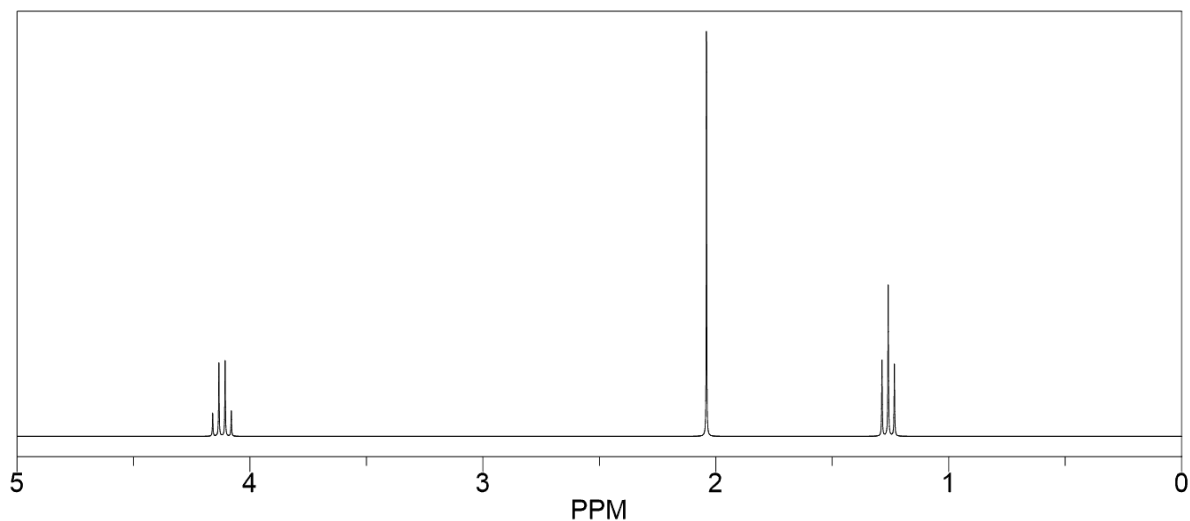


- A) $sp^2 = 7$, $sp^3 = 10$, $\pi = 5$
 B) $sp^2 = 9$, $sp^3 = 7$, $\pi = 6$
 C) $sp^2 = 10$, $sp^3 = 7$, $\pi = 6$
 D) $sp^2 = 8$, $sp^3 = 9$, $\pi = 5$
- 4) Du bestemte konsentrasjonen til lysozym til å være 0,30 mM ved å måle absorbansen ved 280 nm i en 1 cm kyvette. Hva var absorbansen av lysozym som du målte? Ekstinksjonskoeffisienten til lysozym $\epsilon_{280\text{nm}} = 37,47 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.
- A) 0,030
 B) 0,011
 C) 0,0080
 D) 0,0010
- 5) Hvilken elektronpargeometri og struktur har molekylet SF_4 ?
- A) Trigonal bipyrimidal og usymmetrisk tetraeder
 B) Tetraedrisk og triangulær pyrimidal
 C) Oktaedrisk og kvadratisk plan
 D) Trigonal bipyrimidal og tetraeder
- 6) Hva er elektronkonfigurasjonen til Zn^{2+} ?
- A) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$
 B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$
 C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$
 D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^{10}$
- 7) Hvilken type kulepakking har forbindelsen NaCl?
- A) Ccp av Cl og Na i oktaederhull
 B) Ccp av Na og hcp av Cl
 C) Hcp av Cl og Na i oktaederhull
 D) Bcc av Cl og Na i midten av énhetscella
- 8) Hvilke typer forbindelser har naturlige hulrom i strukturen?
- A) Alle forbindelser med hcp-pakking

- B) Forbindelser med mer enn to typer atomer
- C) Zeolitter og MOFer
- D) Kun zeolitter, ikke MOFer

9) Hvilken av forbindelsene **F1** – **F4** kan passe med følgende ^1H -NMR-spektrum?

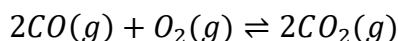
Spektrum:



- A) **F1**
 - B) **F2**
 - C) **F3**
 - D) **F4**
- 10) For reaksjonen $A + 2 B \rightarrow 3 C$ er forholdet mellom hastigheten for forbruk av B og hastigheten for dannelse av C gitt ved?
- A) 3:2
 - B) 2:3
 - C) 2:1
 - D) 1:1

Oppgave 2 (16 poeng)

Den svært giftige gassen karbonmonoksid kan reagere med oksygen og danne karbondioksid:



Anta at en sylindrisk beholder utstyrt med et stempel har to kamre, hvorav det ene inneholder 2,260 g karbonmonoksid og har volum 2,00 L og det andre inneholder 1,291 g oksygen og har volum 1,00 L. I begge kamrene og i omgivelsene er temperaturen 25,00°C. På et tidspunkt fjernes skilleveggen mellom kamrene. Anta at den videre prosessen skjer i fire trinn og at alle gassene oppfører seg som idealgasser. Under de tre første trinnene er stempelet fastlåst, slik at det totale volumet til beholderen er konstant, mens det får lov til å bevege seg friksjonsfritt under trinn 4.

1. Gassene danner en homogen blanding uten å reagere med hverandre. Temperaturen er konstant.
 2. Gassene reagerer kvantitativt med hverandre. Som et resultat av reaksjonen endrer temperaturen seg.
 3. Beholderen utveksler varme med omgivelsene, slik at termisk likevekt med omgivelsene gjenopprettes.
 4. Beholderen komprimeres isotermt av det konstante atmosfæretrykket (på dette tidspunktet 1,00 bar) til mekanisk likevekt med omgivelsene er oppnådd.
- a) Vis at totaltrykket etter trinn 1 er 1,00 bar og at det etter trinn 3 er 0,667 bar.
- b) Hvor stor er entalpiendringen, ΔH_1 , i systemet (her gassinnholdet i beholderen) etter trinn 1?
- c) Vis at entropiendringen i systemet etter trinn 1 er gitt ved

$$\Delta S = N_{CO} k \ln\left(\frac{3}{2}\right) + N_{O_2} k \ln 3$$

der N_{CO} og N_{O_2} er de absolutte antallene karbonmonoksid- og oksygenmolekyler. Du vil få bruk for at gasskonstanten $R = N_A k$, der N_A er Avogadros tall og k er Boltzmanns konstant. *Hint:* Konstruer en reversibel prosess som gjør at de to gassene ender opp med å okkupere det samme volumet.

- d) Hva blir volumet til gassbeholderen etter trinn 4?
- e) Hvor mye endrer entropien i omgivelsene, ΔS_{omg} , seg som følge av den isoterme kompresjonen i trinn 4?
- f) Hvilket av følgende alternativer er sant for trinn 4? Begrunn svaret ditt. ΔS_{sys} er entropiendringen i systemet.

$$1. |\Delta S_{omg}| < |\Delta S_{sys}| \qquad 2. |\Delta S_{omg}| = |\Delta S_{sys}| \qquad 3. |\Delta S_{omg}| > |\Delta S_{sys}|$$

- g) Bruk de termodynamiske dataene under til å vise at standard entropiendringen for oksidasjon av karbonmonoksid til karbondioksid er $-173,0 \text{ J/K mol}$.

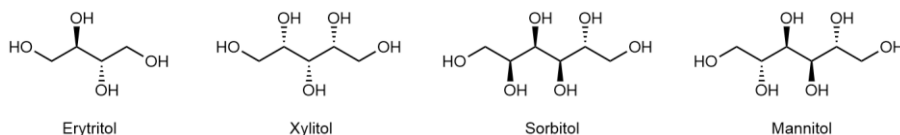
$$S_{CO(g)}^o = 197,6 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}, \quad S_{O_2(g)}^o = 205,0 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}, \quad S_{CO_2(g)}^o = 213,6 \frac{\text{J}}{\text{Kmol}}$$

Den totale entalpiendringen i systemet for trinn 2, 3 og 4 er $\Delta H_{2-4} = -22,84 \text{ kJ}$. Reaktantene er i sine standardtilstander før skilleveggen blir fjernet og produktet er i sin standardtilstand etter at trinn 4 er fullført.

- h) Hvor stor er likevektskonstanten for reaksjonen ved $25,00^\circ\text{C}$? (Til informasjon er den svært stor.)

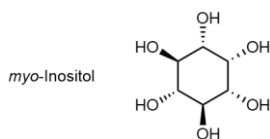
Oppgave 3 (16 poeng)

Sukkeralkoholer er en type organiske forbindelser som er beslektet med sukkerarter. Deres kjemiske strukturer inneholder én hydroksylgruppe per karbonatom, og de kalles gjerne også for polyalkoholer. Mange av dem er søtningsstoffer brukt i ulike matvarer. Figuren nedenfor viser fire av de vanligste sukkeralkoholene.



- En forbrenningsanalyse av en prøve av en av de fire sukkeralkoholene over gav følgende resultat: 39,47% C, 7,95% H og 52,58% O. Hvilken sukkeralkohol må prøven bestå av? Husk å gjøre utregninger med et tilstrekkelig presisjonsnivå.
- Hvilke sukkeralkoholer av de fire tegnet ovenfor forventer du at er optisk aktive? Grunngi svaret ditt for hver enkelt av de fire forbindelsene.
- Sorbitol og mannitol er stereoisomerer. Hvilket stereoisomert forhold har disse to sukkeralkoholene til hverandre? Vil de nødvendigvis ha samme smeltepunkt?
- Sorbitol kan reagere med seg selv gjennom syrekatalyse under avspaltning av vann (dehydrering) og danne en (mono)syklisk forbindelse, sorbitan ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$). Forbindelsen inneholder en femring med et oksygenatom. Tegn den kjemiske strukturen til sorbitan. Du trenger ikke angi stereokjemi.
- Dehydrering av sorbitan vil gi den bisykliske forbindelsen isosorbid ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$), med en kjemisk struktur som inneholder to femringer som deler én felles side. Tegn den kjemiske strukturen til isosorbid. Du trenger ikke angi stereokjemi.
- Det finnes flere stereoisomere sukkeralkoholer med kjemisk formel $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5$, hvorav xylitol er en av dem. Hvor mange andre stereoisomere sukkeralkoholer med denne sumformelen finnes? Er noen av disse enantiomerer?

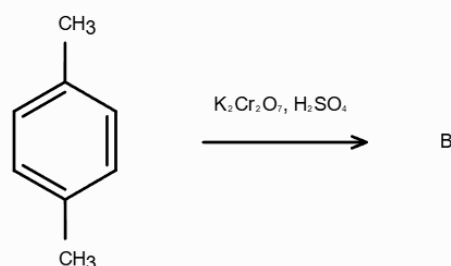
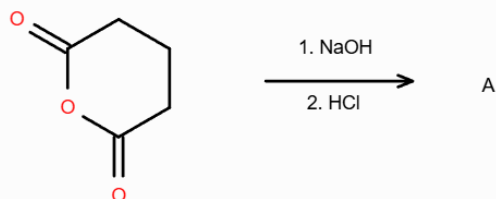
- g) Inositol er en syklisk sukkeralkohol som forekommer mange steder i naturen, hvor *myo*-inositol er den vanligste stereoisomerer (tegnet nedenfor). Er *myo*-inositol optisk aktivt? Tegn den mest stabile stolkonformasjonen av *myo*-inositol.



- h) Ved oksidasjon av inositol med salpetersyre dannes rhodizonsyre ($C_6H_2O_6$), en forbindelse som har en struktur med en sykloheksanring og fire ketogrupper. Den inneholder et symmetriplan. Tegn den kjemiske strukturen til rhodizonsyre.

Oppgave 4 (8 poeng)

Metall organic frameworks (MOFs) er polymere materialer bestående av metallioner bundet sammen med små organiske molekyler, kalt ligander. MOFs danner strukturer som kan tilpasses til å binde molekyler av en bestemt størrelse, som gir dem potensialet til bruk i blant annet karbonfangst, vannrensing og energilagring (i form av hydrogengass). Forskerne bak utviklingen av MOFs ble tildelt Nobelprisen i kjemi i 2025. De organiske ligandene som brukes i MOFs er såkalte polydentate molekyler («flertannede», fra latin *dentis* = tann), som vil si at de har flere negativt ladde grupper i samme molekyl, som sammen danner flere bindinger til et felles sentralatom. Vi skal her se på to ligander, ligand A og ligand B, som er bidentate – det vil si har to slike koordinerende grupper:

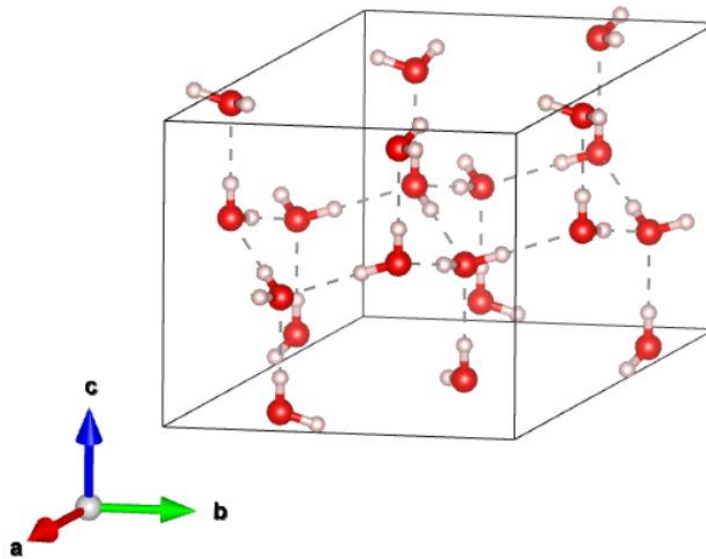


- Forklar kort hvorfor man trenger polydentate molekyler for å lage en MOF.
- Ligand A lages som vist over. Tegn strukturen til A.
- Hvilken reaksjonstype er dannelsen av A?

Ligand B kan lages ved kraftig oksidasjon av p-xylen som vist over.

- Hva er IUPAC-navnet til p-xylen?
- Tegn strukturen til B.

Oppgave 5 (6 poeng)



Vanlig is har 3D struktur som illustrert ved enhetscellen i figuren over. Akselengdene er $a = b = c$, vinklene er $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$. Enhetscellen har volum $389,8 \text{ \AA}^3$. [$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$]

a) Hvilket krystallsystem er dette (kubisk, ortorombisk etc.)?

Vanlig is har teoretisk tetthet $\rho = 0,921 \text{ g/cm}^3$. Det er lavt for et fast stoff, til og med lavere enn tettheten til flytende vann, som er rundt 1 g/cm^3 i temperaturområdet $0 - 25^\circ\text{C}$.

b) Hvorfor har vanlig is en struktur med så lav tetthet?

c) Vis ved utregning hvor mange vannmolekyler det totalt er inne i enhetscellen. Svaret skal bli et heltall.

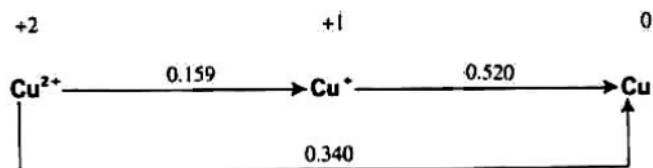
d) Reell tetthet til vanlig is er $0,917 \text{ g/cm}^3$. Hvorfor er det litt lavere enn den teoretiske tettheten?

Oppgave 6 (16 poeng)

Kobber har mange interessante kjemiske egenskaper og bruksområder, men vanligvis blir det (ganske kjedelig og fysisk) brukt som leder i elektriske komponenter og batterier. Kopar er også eit av få døme på grunnstoff som har ulikt namn på nynorsk (guds eige språk) og dansk-norsk (bokmål).

A – Stabilitet av kobber(I) i vann

Under finner du latimerdiagrammet til kobber i sur løsning.



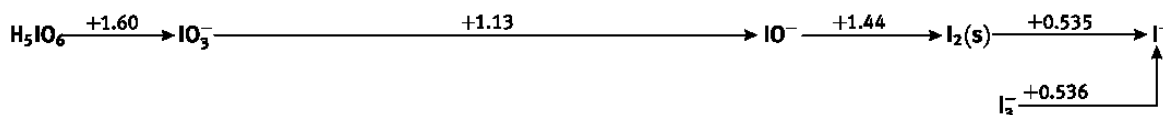
- a) Regn ut standard cellepotensial for disproporsjoneringen av kobber(I) i sur løsning (reaksjonen der kobber(I) både blir redusert og oksidert. Forklar at reaksjonen er spontan.
- b) Skriv en fullstendig reaksjonslikning for disproporsjoneringen.

Selv om kobber(I) disproporsjonerer i vannløsninger kan vi finne måter å stabilisere kobber(I). Dersom vi løser Cu^{2+} sammen med jodid kan vi endre cellepotensialet til omdanningen fra Cu(II) til Cu(I) .

- c) Finn standard reduksjonspotensial til halvreaksjonen ved 25°C når du får vite at CuI (s) har $K_{\text{sp}} = 1,27 \cdot 10^{-12}$. Anta at konsentrasjonen av både kobber(II) og jodid er $1,00 \text{ mol/L}$.

Bevæpnet med det nye cellepotensialet kan vi gjøre nye og spennende reaksjoner med kobber(II). Dersom du ikke fikk til forrige oppgave kan du anta at det nye reduksjonspotensialet i løsning med jodid er $0,7 \text{ V}$.

Gitt følgende latimerdiagram for jod i sur løsning:

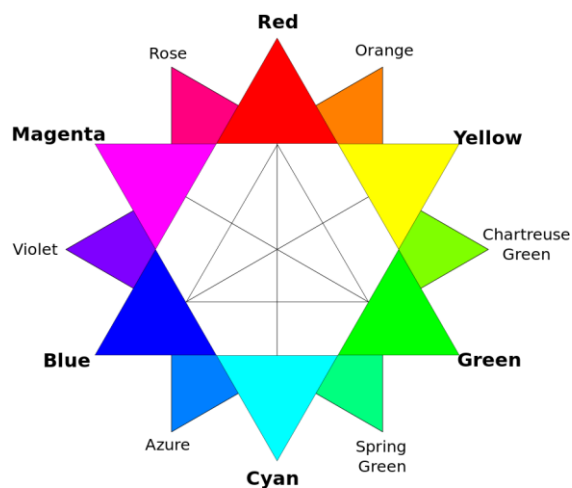


- d) Bruk latimerdiagrammet for jod i sur løsning og skriv balansert reaksjonslikning for oksidasjonen av jodid til jodat (IO_3^-) i sur løsning.
- e) Beregn oksidasjonspotensialet til reaksjonen over og bruk beregninger til å forklare at vi kan forvente at Cu(II) kan oksidere jodid til jod, men ikke helt til jodat.

B - Litt om kobberkomplekser

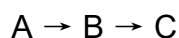
Dersom vi løser opp kobber(II)-ioner i vann får løsningen en lyseblå farge (mot cyan) med absorpsjonsmaksimum, λ_{max} , rundt 807 nm. Et av de mest kjente kobberkompleksene får vi når vi bytter ut to vannmolekyler i heksoakvakomplekset med ammoniakkmolekyler.

- f) Hvilken farge har lyset heksoakvakomplekset absorberer?
- g) Gi en forklaring på om ammoniakkomplekset vil ha høyere eller lavere λ_{max} enn komplekset med kun vannmolekyler.
- h) Med spesiell opparbeiding klarer vi å lage noen kobber(I)-komplekser. Forklar kort hvorfor disse kompleksene ofte er fargeløse og ikke har noe netto spinn.

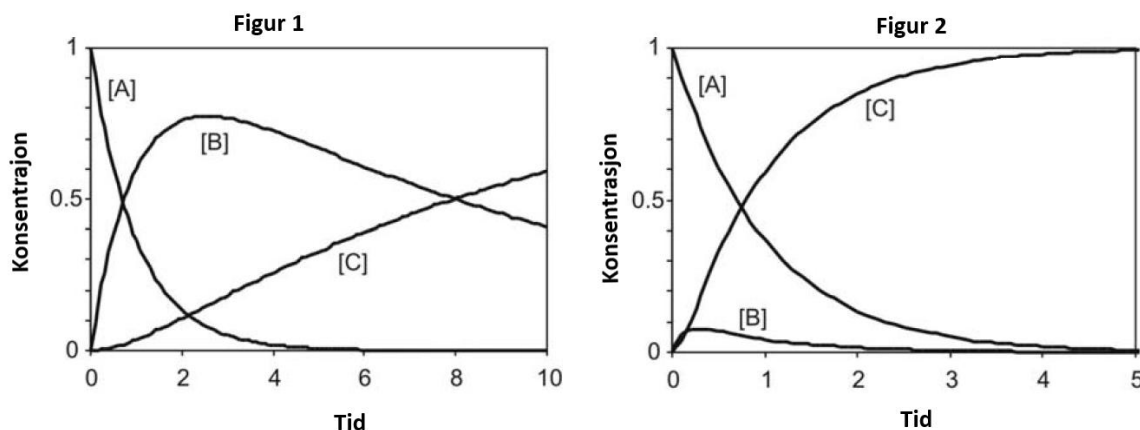


Oppgave 7 (8 poeng)

Den enkleste form for to påfølgende reaksjoner har form

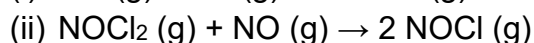
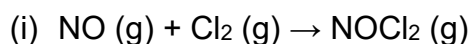


hvor de to trinnene har henholdsvis hastighetskonstanter k_A og k_B . En slik koplet reaksjon har ulikt forløp avhengig av størrelsesforholdet mellom k_A og k_B . Figuren viser hvordan konsentrasjonen av A, B og C varierer med tiden t i to ulike systemer.



- Hvilken figur (1 eller 2) tilhører systemet hvor $k_A \gg k_B$? Gi en kort forklaring.
- Hvilket trinn, $A \rightarrow B$ eller $B \rightarrow C$, er det hastighetsbestemmende trinnet for reaksjonen med forløp som vist i Figur 2?

En foreslått mekanisme for dannelse av nitrosylklorid er



- Skriv opp totalreaksjonen for denne reaksjonen. Hva er mellomprodukt(er)?
- Utleid hastighetsloven som følger av mekanismen hvis første trinn er det hastighetsbestemmende. Kun reaktantkonsentrasjoner skal inngå i svaret.
- Utleid hastighetsloven som følger av mekanismen hvis andre trinn er det hastighetsbestemmende, og det første trinnet er en rask likevekt. Kun reaktantkonsentrasjoner skal inngå i svaret.

En serie med forsøk ga følgende resultater for forbruk av Cl_2 (M min^{-1})

Forsøk nr	[NO] (M)	[Cl ₂] (M)	Reaksjonshastighet (M min^{-1})
1	0.10	0.10	0.17
2	0.10	0.20	0.36
3	0.20	0.20	1.45

- Hvilken mekanisme – (d) eller (e) – er i overensstemmelse med dette forsøket?

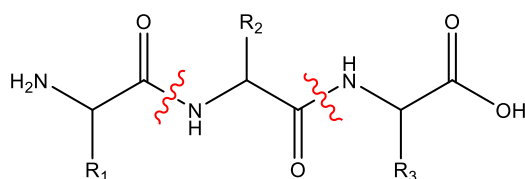
Oppgave 8 (10 poeng)

(Basert på en oppgave fra den første runden i det britiske kjemi-OL uttaket 2008).

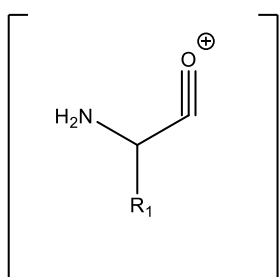
Utvalgte kjeglesnegler er predatorer som kan lamme sitt bytte ved å skille ut en gift. Denne giften er ofte et lite peptid som rammer essensielle prosesser hos byttedyret. Slike peptider er derfor også av stor interesse for farmasøytiske industri, for eksempel som utgangspunkt for nye bedøvende legemidler.



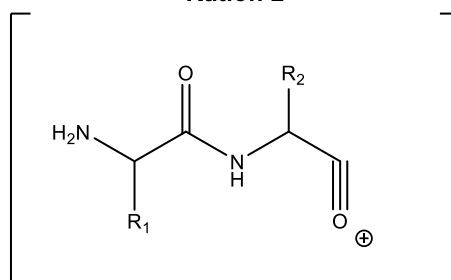
Peptider er lineære kjeder av aminosyrer som dannes ved kondensasjon mellom syregruppen på aminosyre n og aminogruppen på aminosyre $(n+1)$ i sekvensen. Når man studerer peptider ved hjelp av massespektrometri er det vanlig å observere en fragmentering i amidbindingen mellom to aminosyrer (altså den bindingen som ble dannet ved kondensasjon mellom to aminosyrer - markert med rød bølget linje på figuren nedenfor). De eksperimentelle betingelser vil diktere både fragmentering og omleiringsreaksjoner i en slik analyse, som kan gi komplekse MS spektre, med i denne oppgaven skal vi kun se på enkle fragmenteringer hvor man kun bryter amidbindingen og ladningen forblir på det N-terminale fragmentet slik som vist for dette tripeptidet:



Kation 1



Kation 2



Gitt et tripeptid med sekvens Ala-Ser-Val, det vil si at $\mathbf{R_1} = -\text{CH}_3$, $\mathbf{R_2} = -\text{CH}_2\text{OH}$ og $\mathbf{R_3} = -\text{CH}(\text{CH}_3)_2$.

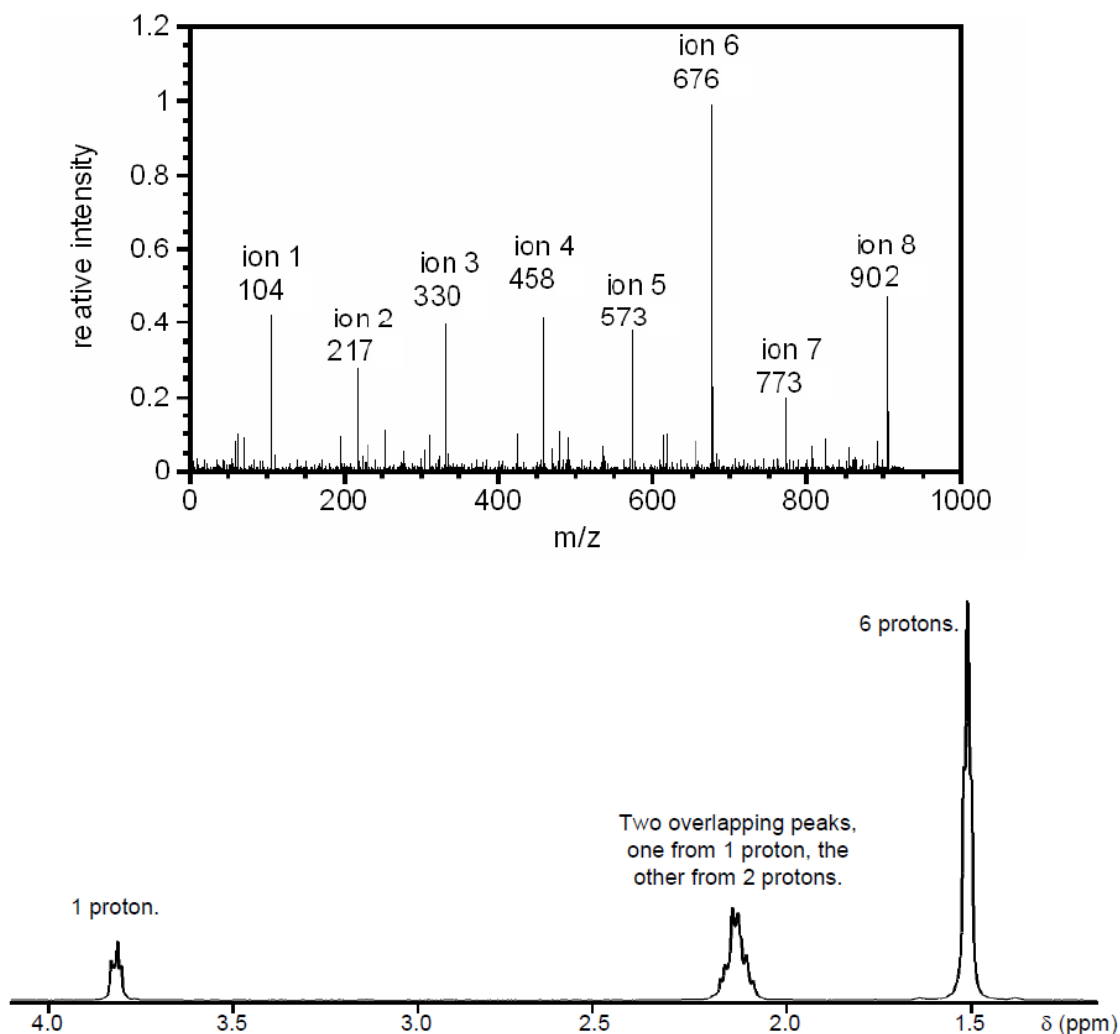
a) Hva er molekylmassen til tripeptidet?

Peptidet blir analysert i et massespektrometer og vi får to ionetopper som forklart i figuren over, for henholdsvis kationene «Ala⁺» og «Ala-Ser⁺».

b) Ved hvilke m/z -verdier i massespekteret vil vi finne de to toppene?

Et peptid **X** ble isolert fra en kjeglesnegle. En kjemisk analyse viste at peptidet inneholdt følgende 9 aminosyrer: 2x cystein, 1x asparaginsyre, 1x glutaminsyre, 1x glutamin, 1x glysin, 1x isoleusin, 1x leusin and 1x prolin. Total molekylmasse er 976. Et massespektrum av dette peptidet er vist nedenfor. Det ble også samlet et ^1H -NMR spektrum av aminosyre nr 3 i sekvensen.

Du kan anta at «ion1» er den N-terminale aminosyren og «ion 8» er de 8 første aminosyrene i sekvensen.



- Hvilken aminosyre korresponderer med toppen «ion 1»? Gi en kort begrunnelse som forklarer m/z-verdien.
- Hvilke to aminosyrer kan være i posisjon nr 3 i denne sekvensen? Gi en kort begrunnelse med utregninger.
- Hvilken av de to kandidatene i deloppgave d) passer best til ^1H -NMR spekteret? Gi en kort begrunnelse.
- Hvilken aminosyre er nr 9 i sekvensen? Gi en kort begrunnelse med utregninger.

Aminosyre	Sidekjede R-gruppe	Molekylmasse R-gruppen
Ala – alanin	-CH ₃	15
Asp – asparaginsyre	-CH ₂ -CONH ₂	58
Cys – cystein	-CH ₂ SH	47
Gln – glutamin	-CH ₂ -CH ₂ -CONH ₂	72
Glu – glutaminsyre	-CH ₂ -CH ₂ -COOH	73
Gly – glycin	-H	1
Ile – isoleusin	-CH(CH ₃)-CH ₂ -CH ₃	57
Leu – leusin	-CH ₂ -CH-(CH ₃) ₂	57
Pro – prolin	-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ - (ring)	42
Val – valin	-CH-(CH ₃) ₂	43

Tabellverdier og formler

Konstanter

Faradays konstant:	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$
Gasskonstanten:	$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $R = 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Planks konstant:	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
Lysets hastighet:	$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Hvilemasse til elektron	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Atommasseenhet (1 amu / u)	$1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
1 Å	$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$

Termodynamiske sammenhenger

$$pV = n R T$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV)$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ = -n F E^\circ = -R T \ln K$$

$$dS = dq_{\text{rev}} / T \quad \text{definisjon av entropi}$$

$$\Delta U = 0 \quad \text{for isoterm ekspansjon eller kompresjon}$$

$$w = -p_{\text{ex}} \cdot \Delta V \quad \text{ekspansjons/kompresjonsarbeid ved konstant trykk}$$

$$w = -n R T \ln (V_{\text{slutt}} / V_{\text{start}}) \quad \text{ekspansjons/kompresjonsarbeid ved isoterm reversibel prosess}$$

Nernst likning for elektrokjemisk spenning $E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(Q) = E^0 - 0,0592 \log(Q)$

Antall dobbeltbindingsekvivalenter:
(NB! halogen teller som hydrogen)

$$C_a H_b O_c N_d \quad \text{DBE} = \frac{(2a + 2) - (b - d)}{2}$$

Utvalgte omtrentlige ^1H -frekvensområder i NMR:

Metylgrupper	$-\text{R}-\text{CH}_3$	0,8 – 1,2 ppm
Metylengrupper	$-\text{R}-\text{CH}_2-\text{R}-$	1,0 – 1,5 ppm
Methingrupper	$-\text{R}-\text{C}(\text{R})\text{H}-\text{R}-$	1,2 – 1,8 ppm
Allyl (nabo til dobbeltbinding)	$-\text{C}=\text{C}-\text{CH}-$	1,5 – 2,0 ppm
$-\text{R}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{C/O}$ (nabo til karbonyl)		2 – 3 ppm
$-\text{R}-\text{CXH}_2$ hvor X=halogen		2 – 4 ppm
$-\text{R}-\text{CH}_2-\text{O}-$ (nabo til eter)		3 – 4 ppm
Vinyl (sitter på dobbeltbinding)	$-\text{C}=\text{C}-\text{H}$	4 – 6 ppm
Aromatiske protoner		6 – 9 ppm
Aldehyd (kan være svakt signal)		9 – 10 ppm

Integrerte hastighetslover:

0. ordens reaksjon	$[A](t) = -k t + [A]_0$
1. ordens reaksjon	$\ln [A](t) = -k t + \ln [A]_0$
2. ordens reaksjon	$1/[A](t) = k t + 1/[A]_0$

Halveringstider:

0. ordens reaksjon	$t_{1/2} = [A]_0 / 2 k$
1. ordens reaksjon	$t_{1/2} = \ln 2 / k$
2. ordens reaksjon	$t_{1/2} = 1 / (k [A]_0)$