

2. UTTAKSPRØVE



til den

41. Internasjonale Kjemiolympiaden 2009 i Cambridge, England



Dag: Onsdag 14. januar 2009

Varighet: 180 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Tabeller og formler i kjemi".

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på **9** sider (inklusive forsiden) og har **6** oppgaver

Øverst på besvarelsen må du skrive *skole, navn, fødselsdato, hjemmeadresse og eventuelt e-postadresse og mobilnummer*, slik at vi kan kontakte deg dersom du kvalifiserer deg til finaleuka.

SKRIV TYDELIG SÅ DU IKKE MISTER POENG PGA UKLARHETER !!

Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

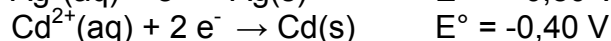
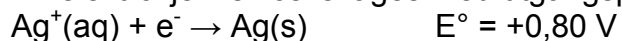
www.kjemiolympiaden.no

Oppgave 1 (36 poeng, 2 poeng 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) Salpetersyring er en svak syre. Ordnet etter avtagende konsentrasjon av ionene og molekylene i en løsning av salpetersyring, blir rekkefølgen:
A) $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{NO}_2^- > \text{HNO}_2 > \text{OH}^-$
B) $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{NO}_2^- = \text{HNO}_2 = \text{OH}^-$
C) $\text{HNO}_2 > \text{H}_3\text{O}^+ = \text{NO}_2^- > \text{OH}^-$
D) $\text{HNO}_2 > \text{NO}_2^- > \text{H}_3\text{O}^+ > \text{OH}^-$
- 2) Hva er protolysegraden (% protolyse) i en 0,010 M HCN-løsning?
($K_a = 4,9 \cdot 10^{-10}$ M)
A) 0,0025 %
B) 0,025 %
C) 0,25 %
D) 2,5 %
- 3) Ioneproduktet til vann ved 45 °C er $4,0 \cdot 10^{-14}$. Hva er pH i rent vann ved denne temperaturen?
A) 6,7
B) 7,0
C) 7,3
D) 13,4
- 4) Hvilken av disse 0,1 M løsningene har høyest pH:
A) natriumkarbonat
B) natriumklorid
C) ammoniumkarbonat
D) ammoniumklorid
- 5) Løseligheten til bly(II)karbonat er $2,7 \cdot 10^{-7}$ M. Hva blir K_{sp} ?
A) $5,2 \cdot 10^{-4}$
B) $2,7 \cdot 10^{-7}$
C) $7,3 \cdot 10^{-14}$
D) $3,9 \cdot 10^{-20}$
- 6) Sølvisioner, Ag^+ , tilsettes i en løsning som inneholder $[\text{Br}^-] = [\text{Cl}^-] = [\text{CO}_3^{2-}] = [\text{AsO}_4^{3-}] = 0,1$ M. Hvilket av følgende salter vil felles ut først?
A) AgBr ($K_{sp} = 5,0 \cdot 10^{-13}$)
B) AgCl ($K_{sp} = 1,8 \cdot 10^{-10}$)
C) Ag_2CO_3 ($K_{sp} = 8,1 \cdot 10^{-12}$)
D) Ag_3AsO_4 ($K_{sp} = 1,0 \cdot 10^{-22}$)

7) En elektrokjemisk celle lages med utgangspunkt i følgende halvreaksjoner:



Hva er anoden og hva blir cellepotensialet ved standard tilstand?

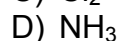
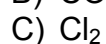
A) Ag; $E_{\text{celle}} = 1,20 \text{ V}$

B) Ag; $E_{\text{celle}} = 2,00 \text{ V}$

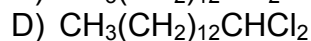
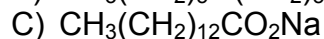
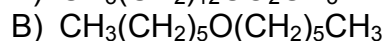
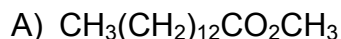
C) Cd; $E_{\text{celle}} = 1,20 \text{ V}$

D) Cd; $E_{\text{celle}} = 2,00 \text{ V}$

8) Hvilken av disse gassene vil få en løsning med kaliumjodid og stivelse til å bli blå-sort?



9) Hvilken av disse forbindelsene er mest sannsynlig en såpe?



10) Den kjemisk reaksjonen $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ har standard cellepotensial $E^\circ = -2,06 \text{ V}$. Hva kan vi derfor si om denne reaksjonen?

A) Den er spontan

B) Den kan aldri skje

C) Den kan skje ved elektrolyse

D) Den er eksoterm

11) Løseligheten av $\text{AgI}(\text{s})$ vil helt sikkert være større i....

A) i $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ enn i vann

B) i vann enn i $\text{KI}(\text{aq})$

C) i $\text{KI}(\text{aq})$ enn i vann

D) i syre enn i vann

12) Hvilket av disse utsagnene er sanne om alfa-heliksen i proteiner?

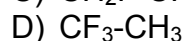
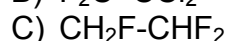
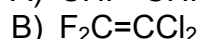
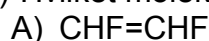
A) Den blir stabilisert av hydrogenbindinger mellom sidegruppene på aminosyrene

B) Det er prosentvis omtrent like mye alfa-heliks i alle proteiner

C) Den stabiliseres av hydrogenbindinger mellom hydrogenatomer i aminogruppene og oksygenatomer på karboksylsyregruppen i hovedkjeden

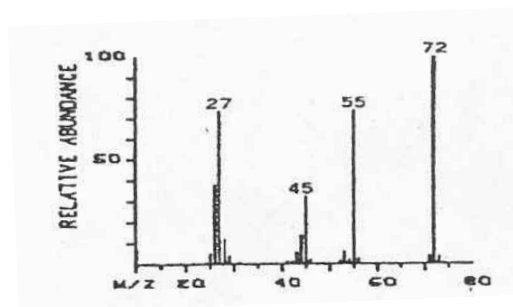
D) Den inneholder alle 20 aminosyrer med omtrent samme frekvens

13) Hvilket molekyl har stereoisomeri?

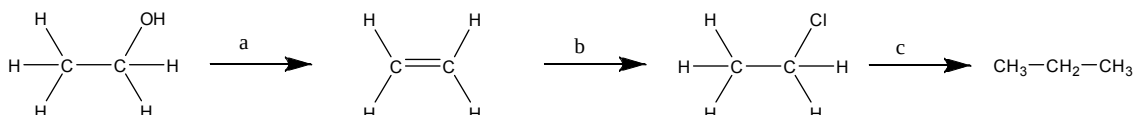


14) Følgende massespektrum tilhører:

- A) pentan
- B) melkesyre
- C) butanon
- D) propensyre



15) Hva slags reaksjonstype er de tre viste reaksjonene?



- A) Substitusjon, eliminasjon, eliminasjon
- B) Eliminasjon, eliminasjon, substitusjon
- C) Addisjon, eliminasjon, substitusjon
- D) Eliminasjon, addisjon, substitusjon

16) Blodet i menneskekroppen holder konstant pH = 7.40. Dette skjer fordi blodet er en buffer. Den viktigste reaksjonen er:

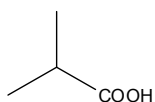


Hvor stort er forholdet mellom karbonsyre og hydrogenkarbonationer i blodet.

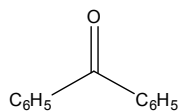
- A) Omtrent 1:2
- B) Omtrent 1:5
- C) Omtrent 1:10
- D) Omtrent 1:20

17) Hvilken av følgende forbindelser vil gjøre en løsning av $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ grønn?

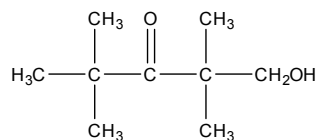
A



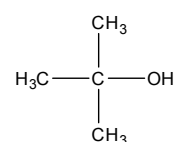
B



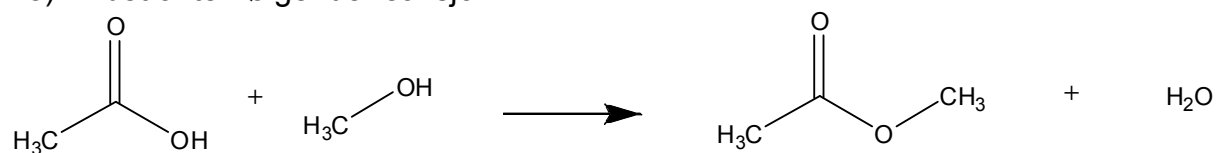
C



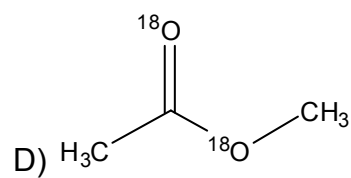
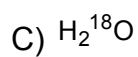
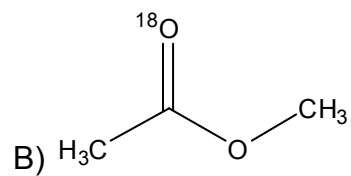
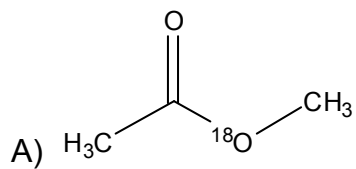
D



18) Vi betrakter følgende reaksjon:



Dersom vi benytter isotop-merket metanol (oksygen isotop ^{18}O), hva blir det merkede produktet i reaksjonen over?



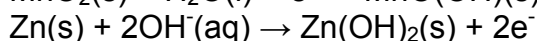
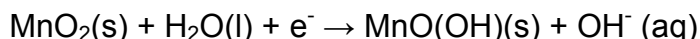
Oppgave 2 (10 poeng)

Formelen for polymeren PVC (polyvinylklorid) kan skrives slik $[-CH_2-CHCl-]_n$. I materialet PVC-plast er polymeren blandet med andre stoffer. En student fikk i oppgave å finne ut hvor mye ren PVC det var i en plastisolasjon på en ledning. Hun bestemte seg for å brenne en bit av plasten i luft og boble forbrenningsgassene gjennom en vannløsning som hun etterpå titrerte med natronlut. Ved å brenne 0,460 gram plast på denne måten, fikk hun et titrervolum på 22,5 mL med 0,200 M natronlut.

- a) Tegn strukturformelen til monomeren i PVC og beskriv kort reaksjonen for dannelse av polymeren.
- b) Hvilke andre gasser enn HCl vil dannes i en fullstendig forbrenning av PVC?
- c) Skriv en balansert likning for fullstendig forbrenning av én monomer.
- d) Beregn innholdet av ren PVC i denne PVC-plasten i masse-%.
- e) Hvorfor bruker man ikke ren PVC som isolasjonsmateriale for elektriske ledninger?

Oppgave 3 (8 poeng)

De mest vanlige ikke-oppladbare batterier er de såkalte alkaliske batterier, som har fått sitt navn fordi kaliumhydroksid brukes som elektrolytt (strømleder) inne i batteriet. En litt forenklet modell av reaksjonen i et slikt batteri kan formuleres i følgende halvreaksjoner:



- a) Antatt at den positive polen på batteriet er mottaker av frie elektroner fra den eksterne kretsen, hvilken elektrode danner den positive polen på batteriet, anoden eller katoden?
- b) Skriv en balansert likning for reaksjonen i batteriet når det leverer strøm.
- c) Hvilke oksidasjonstall har mangan i følgende forbindelser



Når batteriet er total utladet er det forbrukt tilsammen 12,9 gram med fast Zn.

- d) Regn ut hvor mange gram MnO_2 som ble redusert under utladningen.

Oppgave 4 (20 poeng)

Du får utlevert en liten bit av hver av tre vanlige, binære (to-komponent) metallegeringer **A** – **C**. For å identifisere grunnstoffene de er laget av velger du følgende fremgangsmåte:

Trinn 1. Veiing av bitene gir massene **A** = **B** = **C** = 10,0 gram.

Trinn 2. Bitene males opp til et finfordelt metallspon.

Trinn 3. Metallsponet fra hver bit forsøkes oppløst i saltsyre. Legering **A** og **B** løses delvis opp under dannelse av en gass som samles opp. De oppløste metallene danner M^{2+} -ioner. Volumet av gassen måles til henholdsvis 1146 mL og 1199 mL ved $T = 273K$. De to løsningene kalles henholdsvis **L1** (fra **A**) og **L2** (fra **B**). Legering **C** reagerer ikke med saltsyren i det hele tatt.

- a) Hvilken gass er det som dannes?
- b) Hvor mange mol metall fra legering **A** og **B** er det som reagerer med saltsyren?
- c) Hvilken konklusjon kan du trekke fra observasjonen at legering **C** ikke reagerer med saltsyre?

Trinn 4. De faste restene av **A** og **B**, samt hele legering **C** vaskes, tørkes og forsøkes oppløst i salpetersyre. Nå løses alt metallsponet for alle tre legeringene. Det dannes en mørk brun gass med intens lukt. De tre løsningene kalles **L3** (fra **A**), **L4** (fra **B**) og **L5** (fra **C**).

- d) Hvilken gass er det som dannes nå?

Trinn 5. Løsning **L5** tilsettes saltsyre, og det felles ut et hvitt bunnfall. Det filtreres fra løsningen, tørkes og massen måles til 12,29g. Dette bunnfallet er løselig i ammoniakk. Ved tilsetting av metanal til amoniakkoppløsningen dannes et fint, metallisk belegg i reagensrøret. Resten av løsning **L5** deles i 2. De to delene blir begge mørke blåe ved tilsetting av henholdsvis ammoniakk eller fortynnet svovelsyre.

- e) Hvilke to metaller danner legering **C**?
- f) Skriv reaksjonslikninger for dannelse av det hvite bunnfallet, oppløsning i ammoniakk og dannelse av metallspeilet.
- g) Beregn prosentvis sammensetning for legering **C**.

Trinn 6. De sure løsningene **L1** – **L4** tilsettes sulfid ved å boble H_2S -gass gjennom løsningene. Det felles et sort bunnfall i løsningene **L3** og **L4**. Dette bunnfallet løses opp i varm salpetersyre under dannelse av en brun gass. Tilsetting av ammoniakk gir en blå løsning.

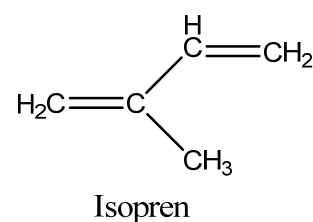
- h) Hvilket metall kan dette være ?

Trinn 7. Løsningene **L1** og **L2** gjøres basiske ved tilsetting av ammoniakk. Nå felles nye sulfider i både **L1** og **L2**. De to bunnfallene filtreres bort, tørkes og veies. Bunnfallet fra **L1** har en masse på 4,64g mens det fra **L2** har en masse på 5,21g.

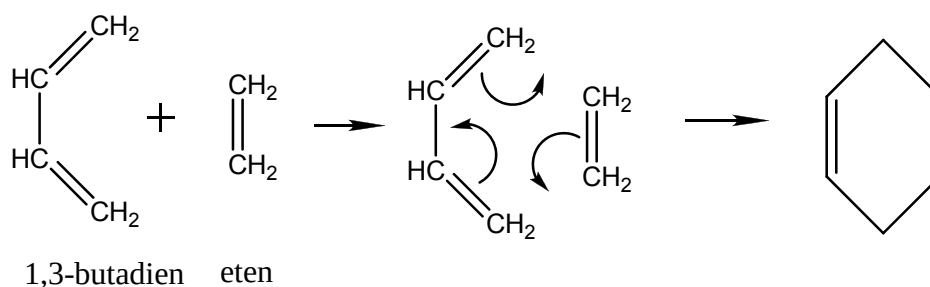
- i) Hva er atommassen og identiteten til de to metallene?
- j) Beregn prosentvis sammensetning av legering **A** og **B**.

Oppgave 5 (16 poeng)

Terpener er biosyntetiske derivater av isoprenenheter, som har molekylformel C_5H_8 og terpen har molekylformler som er multiplum av dette $(C_5H_8)_n$. Terpener utgør de aktive bestanddeler i eteriske oljer og anvendes blant annet til parfyme og smaktilsetninger (essenser). Til høyre er vist strukturformelen for isopren.



Et syklisk alken kan dannes når en forbindelse med en dobbeltbinding reagerer med et annet molekyl med 2 dobbeltbindinger når disse er separert med en enkeltbinding. Reaksjonen kalles en Diels-Alder-reaksjon. Det enkleste eksempelet er reaksjonen mellom 1,3-butadien og eten:

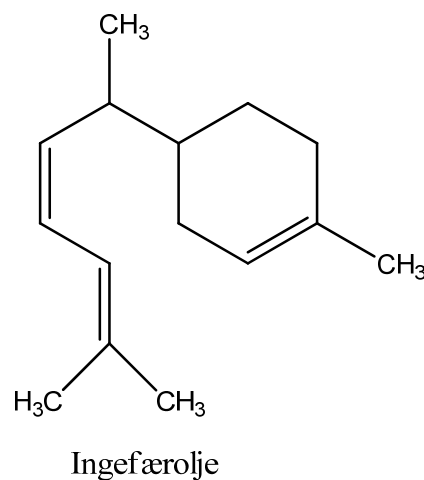


Legg merke til hvordan de tre dobbeltbindingen omleires til 2 nye bindinger og dannelse av en ny dobbeltbinding mellom de to gamle i butadienmolekylet. Dersom flere 1,3-butadienderivater reagerer på denne måten kan man få mer kompliserte molekyler.

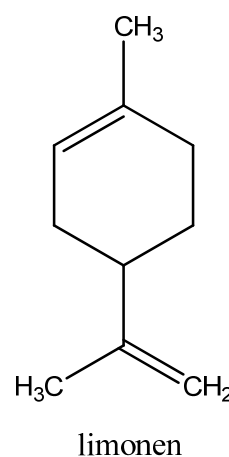
Ingefærolje er et eksempel på et terpen som er dannet av isopren.

- Hva er det systematiske navnet på isopren?
- Hvor mange isoprenenheter er det i ingefærolje?
Tegn en figur som viser de ulike isoprenenhetene.
- Marker på figuren alle kirale karbonatomer

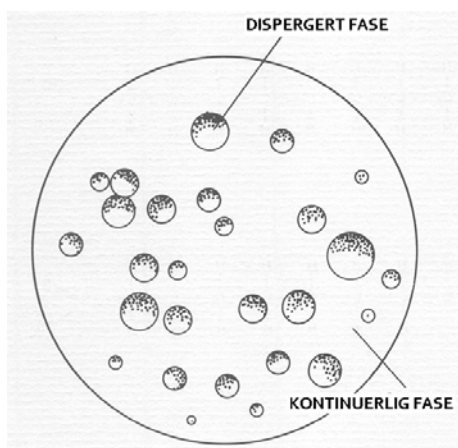
Når to isoprenmolekyler går sammen i en Diels-Alder reaksjon kan det dannes fire strukturisomerer. En av disse er limonen, som finnes i blant annet appelsin og sitron.



- Vis med piler tilsvarende som over hvordan 2 isoprenmolekyler går sammen og danner limonen.
- Marker på tegningen alle kirale karbonatomer
- Tegn strukturformler for de 3 andre isomerene av limonen.



Oppgave 6 (10 poeng)



Emulsjoner er blandinger av to ikke-blandbare væsker der en av væskene er dispergert (finfordelt) som små dråper i den andre væsken. Væskefasen som de små dråpene er dispergert i kalles den *kontinuerlige* fasen, mens de små dråpene kalles for den *dispergerte* fasen. Emulsjoner kan derfor være av to hovedtyper, o/w (oil-in-water) der små oljedråper er dispergert i vann, eller av typen w/o (water-in-oil) der små vanddråper er dispergert i olje. Med olje mener vi væsker som ikke blander seg med vann, og da gjerne organiske væsker. For at systemet skal være noenlunde stabilt over tid etter blanding må vi tilsette en emulgator, et

overflate-aktivt stoff som har noe løselighet i både olje og vann.

- a) Vi har laget oss fire emulsjoner, **A – D**, ved hjelp av fortynnet saltvann, toluen (metylbenzen) og en emulgator. Avgjør om hver av emulsjonene **A – D** er av typen o/w eller w/o ved hjelp av følgende opplysninger:
- i) Emulsjon **A** og **B** tilsettes et oljeløselig rødt fargestoff. **A** får en jevn lyserød farge, mens **B** er nesten fargeløs men med små røde prikker.
 - ii) Emulsjon **C** leder strøm svært dårlig, i motsetning til **D**.
 - iii) Emulsjon **A** og **C** lar seg ikke enkelt fortynne med vann.
- b) Melk, smør og margarin er alle emulsjoner. Melk kan som kjent lett tynnes med vann. Smør og margarin tynnes lett med matolje. Klassifiser melk, smør og margarin som henholdsvis o/w eller w/o emulsjoner.
- c) Majones er også en emulsjon. Den lages ved å tynne vispede eggeplommer ("vannfase") forsiktig med matolje ("oljefase") under sterk røring. Dette kan være ganske vanskelig og krever litt tålmodighet. Hvorfor det? Hvilken type emulsjon er majones?
- d) Krem lages når fløte vispes kraftig i luft. Det er ikke en emulsjon, men et skum. Hva er det som skiller en emulsjon fra et skum?
- e) Hvilken type emulgator vi anvender er helt avgjørende for om vi får en o/w eller w/o emulsjon. For melk, smør og majones er emulgatoren fosfolipider og proteiner som foreligger naturlig i ingrediensene. To svært viktige syntetiske emulgatorer er Span[®] 60 og Tween[®] 60, der én danner o/w emulsjoner og den andre danner w/o emulsjoner. En tommelfingerregel i kolloidkjemi er Bancroft's regel. Den sier at den væsken som emulgatoren er best løselig i vil danne den kontinuerlige fasen. Ut fra dette, hvilken av disse emulgatorene brukes for o/w emulsjoner og hvilken brukes for w/o emulsjoner?
- Span[®] 60

Tween[®] 60

$a+b+c+d \sim 17$

