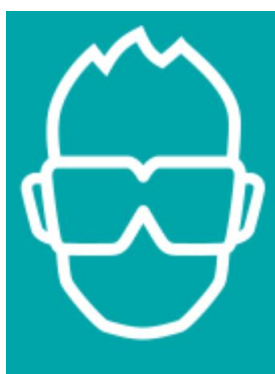


2. UTTAKSPRØVE



til den
50. Internasjonale kjemiolympiaden 2018
i Bratislava, Slovakia & Praha, Tsjekkia



Dag: Onsdag 24. januar 2018

Varighet: 180 minutter.

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

Maksimal poengsum: 100 poeng.

Oppgavesettet er på **9** sider (inklusive forsiden og svarark for oppgave 1)
og har **7** oppgaver.

Oppgave 1 skal besvares på det vedlagte svararket,
og du må fylle ut det andre som etterspørres på svararket.

www.kjemiolympiaden.no

SVARARK

2. UTTAKSPRØVE

50. Internasjonale kjemiolympiaden i Slovakia/Tsjekkia 2018

Navn: _____

Skole: _____

Fødselsdato: _____

Hjemmeadresse: _____

E-postadresse: _____

Mobilnummer: _____

Vi legger ut resultatliste med de 50 beste i 2. runde på våre hjemmesider, de resterende resultatene publiseres ikke. **Hvis du er blant de 50 beste i 2. runde er det greit at navnet ditt står på resultatlista?**

Sett kryss:

JA

NEI

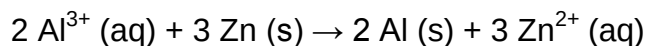
For oppgave 1 setter du kryss for svaralternativet du velger i tabellen under. De andre oppgavene besvarer du på egne ark.

Oppgave 1	A	B	C	D
1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
6)				
7)				
8)				
9)				
10)				

Oppgave 1 (20 poeng - 2 poeng for hver deloppgave)

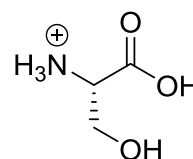
Hvert av spørsmålene i denne oppgaven **skal besvares på eget svarark** ved å angi bokstavkoden til det alternativet som er korrekt. *Kun ett svar* er korrekt for hvert spørsmål.

- 1) Hva er standard celledspenning for reaksjonen under?



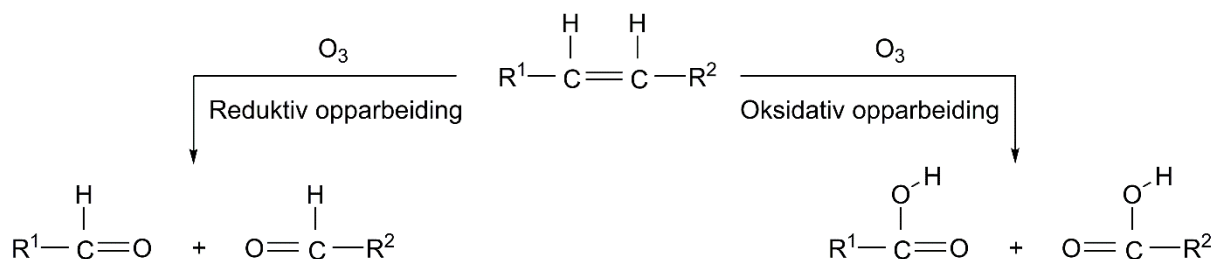
- A) - 1,04 V
 - B) - 0,90 V
 - C) + 0,90 V
 - D) + 1,04 V
- 2) Elektrolyse av 1,00 g av et Cu(II)-salt krevde 0,100 A strøm i 123 minutter for at alt kobberet skulle bli avleiret. Hvilket kobbersalt ble brukt i elektrolysen?
- A) CuCl_2 , $M_m = 134,5 \text{ g/mol}$
 - B) CuBr_2 , $M_m = 223,4 \text{ g/mol}$
 - C) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $M_m = 187,6 \text{ g/mol}$
 - D) $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$, $M_m = 262,5 \text{ g/mol}$
- 3) I hvilken av de følgende forbindelsene er oksidasjonstallet til klor lavest?
- A) Cl_2
 - B) KCl
 - C) KClO
 - D) KClO_4
- 4) Hvilken forbindelse dannes ved katoden ved elektrolyse av en vannløsning av AgF ?
- A) $\text{Ag} (\text{s})$
 - B) $\text{H}_2 (\text{g})$
 - C) $\text{O}_2 (\text{g})$
 - D) $\text{F}_2 (\text{g})$
- 5) Hvor mange uparede elektroner er det i superoksidionet, O_2^- ?
- A) 0
 - B) 1
 - C) 2
 - D) 3

- 6) Hvis tettheten til en ren væske av stoffet **A** er d (g/cm³), den molare massen til **A** er M (g/mol), og N_A er Avogadros konstant, så er antall molekyler i 1 liter av flytende **A** gitt ved.
- A) $(N_A \cdot d) / (1000 \cdot M)$
 B) $(N_A \cdot 1000) / (d \cdot M)$
 C) $(1000 \cdot d) / (M \cdot N_A)$
 D) $(1000 \cdot d \cdot N_A) / M$
- 7) Et rakettbrennstoff består av en blanding av *N,N*-dimetylhydrazin (CH₃)₂NNH₂ og N₂O₄ (begge er væsker). Stoffmengden av de to stoffene er slik at det kun dannes N₂, CO₂ og H₂O. Hvor mange mol gass dannes totalt fra 1 mol (CH₃)₂NNH₂ når denne forbrennes med N₂O₄?
- A) 8
 B) 9
 C) 10
 D) 12
- 8) Hvilken av følgende reaksjoner har størst positiv endring i entropi?
- (i) $2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
 (ii) $2\text{NO(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
 (iii) $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$
 (iv) $\text{Br}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{BrCl(g)}$
- A) (i)
 B) (ii)
 C) (iii)
 D) (iv)
- 9) 1,0 M eddiksyreløsning titreres mot NaOH. Hva er pH ved henholdsvis halvtitreringspunktet og ekvivalenspunktet?
- A) 9,4 og 11,6
 B) 4,7 og 9,4
 C) 4,7 og 7,0
 D) 2,3 og 4,6
- 10) Aminosyren L-serin er en to-protisk syre ($\text{p}K_{a1}=2,2$ og $\text{p}K_{a2}=9,1$). Hva vil totalladningen av serin hovedsakelig være ved henholdsvis pH 1 og 13?



Oppgave 2 (16 poeng)

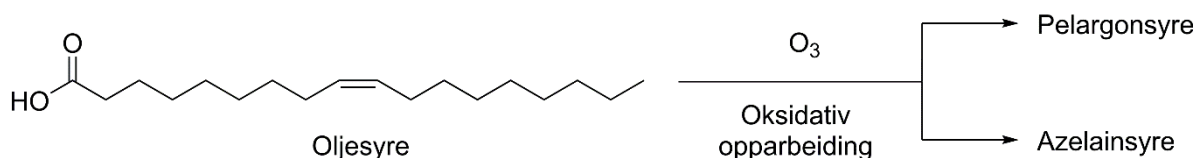
Ozonolyse av alkener er en reaksjonstype opprinnelig utviklet av den tyske kjemikeren Carl Dietrich Harries (1866–1923) på starten av 1900-tallet. Ved hjelp av ozon (O_3) kan dobbeltbindingen i et alken av typen vist i figuren nedenfor spaltes under dannelse av enten to aldehyder (ved bruk av reduktiv opparbeiding) eller to karboksylsyrer (ved bruk av oksidativ opparbeiding):



Ozonolyse er vanskelig å håndtere på industriell skala, men glyoksalsyre er blitt laget fra maleinsyre (*cis*-butendisyre) ved ozonolyse med reduktiv opparbeiding. Reaksjonen er ikke ufarlig – både i 2003 og 2004 resulterte bruken av denne prosessen til alvorlige eksplosjonsulykker ved en kjemisk fabrikk i byen Linz i Østerrike.

a) Tegn de kjemiske strukturene til maleinsyre og glyoksalsyre.

Verdens største forbruker av ozon er selskapet Emery Oleochemicals. I en av deres industriprosesser behandles den enumettede fettsyren oljesyre med ozon. Ved oksidativ opparbeiding dannes de to karboksylsyrene angitt nedenfor. Pelargonsyre stammer fra karbonkjeden på den siden av dobbeltbindingen i oljesyre som ikke inneholder karboksylsyregruppen.



b) Tegn de kjemiske strukturene til pelargonsyre og azelainsyre.

c) Hva er de kjemiske (systematiske) navnene til pelargonsyre og azelainsyre?

Den aller første bruken av ozonolyse i kjemisk industri var i produksjonen av vanillin fra stoffet eugenol – en væske med krydderlignende lukt som kan utvinnes fra kryddernellikolje. Ved isomerisering av dobbeltbindingen i eugenol dannes isoeugenol, som er en strukturisomer av eugenol. Ozonolyse av isoeugenol med reduktiv opparbeiding gav vanillin. Reaksjonssekvensen er angitt nedenfor. Det aromatiske systemet påvirkes ikke av ozonolysen.



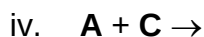
10 gram av en legering bestående av kobber, sølv og sink oppløses i sterk salpetersyre. Deretter fjernes overskudd av salpetersyre. Til oppløsningen tilsettes forsiktig kaliumjodid inntil det ikke dannes mer bunnfall. Etter filtrering og tørking måles massen av bunnfallet til 19,35 gram. Bunnfallet varmes opp og det utvikles en gass og massen reduseres med 6,00 gram.

- Grunnstoff **A** tilhører en av hovedgruppene i periodesystemet. Oksidasjonstallet til **A** er i alle kjemiske forbindelser +1. Det rene grunnstoffet **A** smelter ved 39 °C, og både grunnstoffet og forbindelser av det farger en flamme rød. Det danner flere forbindelser med oksygen, vi kaller dem **B**, **C**, **D** og **E**. I disse forbindelsene er de gjennomsnittlige oksidasjonstallene til oksygen henholdsvis -2, -1, -1/2 og -1/3. Oksygen med oksidasjonstall -1 foreligger som ionet O_2^{2-} .

a) Hvilket grunnstoff er **A**? Gi en kort begrunnelse for ditt svar.

b) Skriv balanserte reaksjonsligninger for følgende reaksjoner:

- Side 6 av 9



c) Gi navnene til **B**, **C**, **F** og **G**.

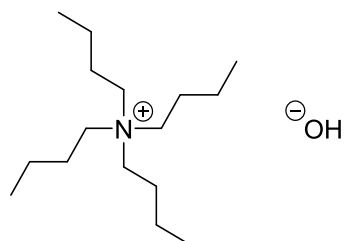
Oppgave 5 (10 poeng)

Ved 20 °C er løseligheten til vannfritt CuSO_4 gitt ved 17,2 g/100 g vann.

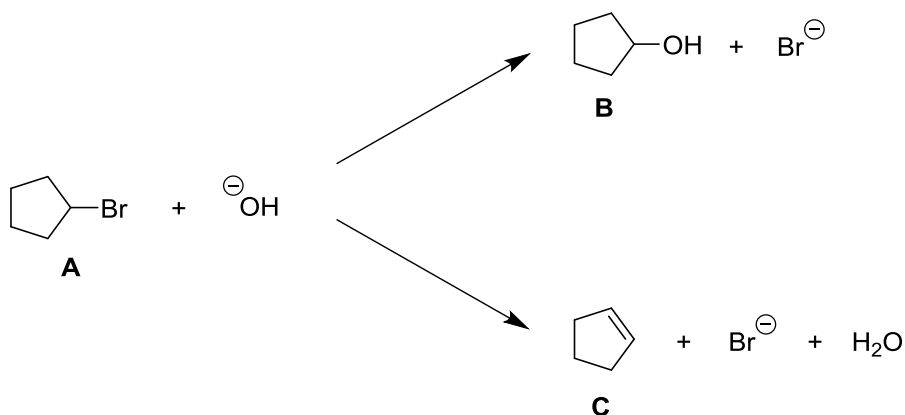
- Hva er masseprosent av CuSO_4 i en mettet løsning?
- Hva er molar konsentrasjon av den mettede løsningen, forutsatt at tettheten til en mettet løsning av kobber(II)sulfat ved 20 °C er 1,0 g/mL?
- Vanlig kobber(II)sulfat inneholder krystallvann og har formelen $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Anta at vi veier inn 17,2 g av dette saltet og løser det i 100 g vann. Blir denne løsningen mettet? Begrunn svaret.
- Anta at du vil lage akkurat like mye mettet løsning ved å bruke $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ som du får ved å bruke vannfritt CuSO_4 i 100 g vann. Hvilken masse $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ og hvilken masse vann skal du da bruke?

Oppgave 6 (14 poeng)

Når en behandler det sekundære alkylbromidet **A** med den sterke basen tetrabutylammoniumhydroksid, vil en få en blanding av den sekundære alkoholen **B** og alkenet **C**.



Tetrabutylammoniumhydroksid

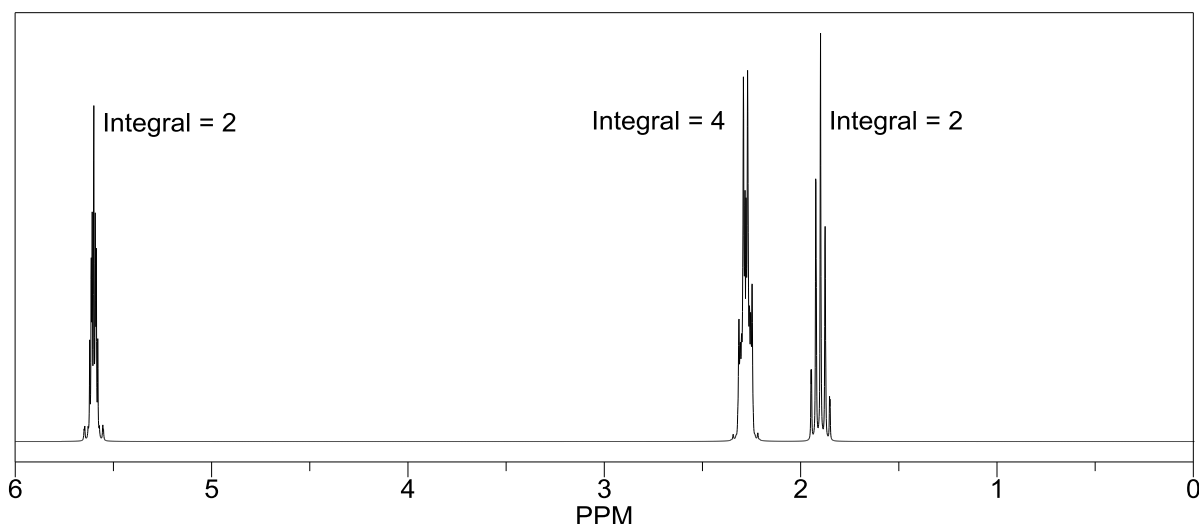


- Hvilke reaksjonstyper er reaksjonene som gir henholdsvis **B** og **C** eksempler på?
- Er **B** og **C** isomere forbindelser? Begrunn svaret.
- Finnes det noen speilbildeisomerer av **B**? Begrunn svaret.

De to reaksjonsproduktene kan skilles fra hverandre ved destillasjon.

- Oppgi et reagens en kan tilsette til de separerte produktene for å avgjøre hvilket som er **C**. Skriv reaksjonsligningen (med strukturformler) for reaksjonen som vil finne sted mellom reagenset og **C**

En kan også bruke NMR til å finne ut hvilket produkt som er **B** og hvilket som er **C**. Under ser du ^1H NMR-spekteret til et av produktene.



- Hvilket produkt (**B** eller **C**) har dette ^1H NMR-spekteret? Gi en kort begrunnelse (du behøver ikke analysere splittingsmønsteret for hvert hovedsignal)

I nærvær av konsentrert svovelsyre kan **B** danne en ny forbindelse **D** med butansyre.

- Tegn strukturformelen til forbindelse **D**.

I den opprinnelige reaksjonsblandingen kan hydroksidionet også reagere med tetrabutylammoniumionet i en eliminasjonsreaksjon kjent som Hofmann-elimineringen. Det dannes da but-1-en, tributylamin og vann.

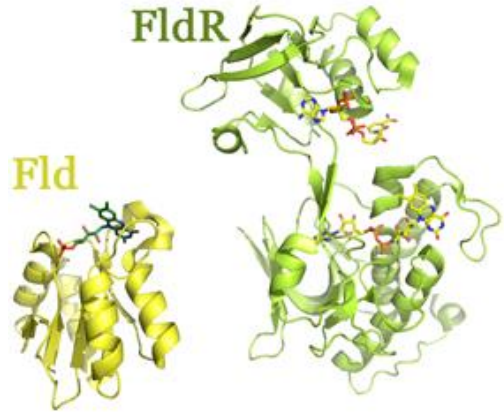
- Foreslå en reaksjonsmekanisme for reaksjonen mellom hydroksid- og tetrabutylammoniumionet.

Oppgave 7 (10 poeng)

I biologiske systemer kan proteiner binde seg til hverandre for å overføre elektroner. Proteinet flavodoksinreduktase (FldR) binder seg til flavodoksin (Fld) for å overføre elektroner. Denne bindingen kan skrives som en dissosiasjonslikevekt:

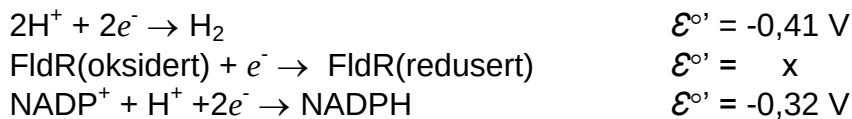


- a) Dersom du blander 1,0 mL 2,0 mM FldR-løsning og 1,0 mL 2,0 mM Fld-løsning, hva er konsentrasjonen av FldR-Fld komplekset ved likevekt?
- b) Hvilken konsentrasjon av Fld må tilsettes for at 99% av FldR proteinmolekylene skal være bundet til Fld ved likevekt dersom konsentrasjonen av FldR opprinnelig er 1,0 mM?



Før FldR kan overføre elektroner til Fld, må FldR bli redusert, dette gjøres av NADPH.

Utdrag fra tabellen over standard biokjemiske reduksjonspotensialer (pH = 7,0):



(I standard reduksjonspotensialer $\mathcal{E}^{\circ}$ er $[\text{H}^+] = 1,0$, men biokjemiske reaksjoner foregår ofte ved pH = 7,0. Derfor oppgis vanligvis standard reduksjonspotensialer i biokjemien $\mathcal{E}^{\circ'}$ ved pH = 7,0.)

- c) Skriv balansert reaksjonsligning for reaksjonen mellom NADPH og FldR.
- d) Hva er det laveste reduksjonspotensialet FldR kan ha for at FldR skal kunne klare å bli redusert av NADPH ved pH = 7,0?
- e) Anta at reduksjonspotensialet er verdien du fant i d). Vil reaksjonen også være spontan ved pH = 6? Begrunn kort.