

NORSK FINALE
for uttakning til



39. internasjonale kjemiolympiaden
i Moskva, Russland, 15.-24. juli 2007



Fredag 23. mars 2007

Kl. 08.30-11.30

Hjelpemidler: Lommeregner og Tabeller i kjemi

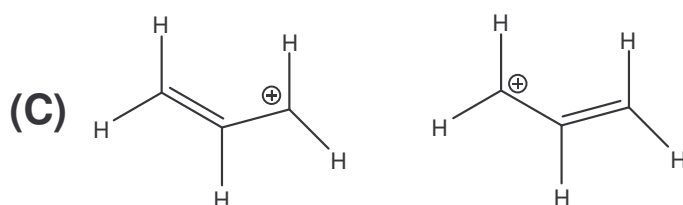
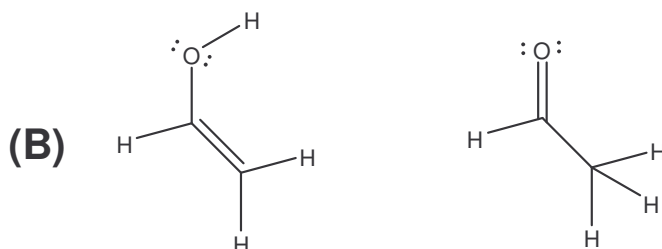
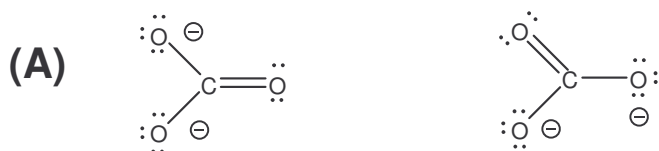
Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på **11** sider medregnet forsiden, formel- og tabellark,
og har **5** oppgaver

Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

Oppgave 1 (36 poeng)

1) Hvilke(n) av følgende par av strukturer representerer resonansformer av det samme molekylet?



- A) **A og B**
- B) **A og C**
- C) **B og C**
- D) Bare **C**

2) Hvilket utsagn er korrekt for syren H_2SO_3 ?

- A) Molekylet er plant trigonalt omkring det sentrale S-atomet og har 1 kort og 2 lange S–O bindinger
- B) Molekylet er pyramidalt omkring det sentrale S-atomet og har 1 kort og 2 lange S–O bindinger
- C) Molekylet er plant trigonalt omkring det sentrale S-atomet og har 2 korte og 1 lang S–O bindinger
- D) Molekylet er pyramidalt omkring det sentrale S-atomet og har 2 korte og 1 lang S–O bindinger

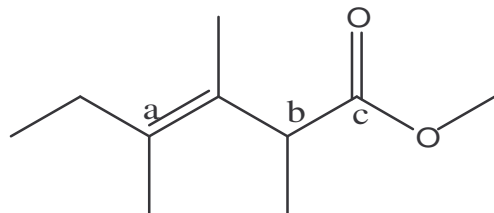
3) En reaksjon har $\Delta H = + 48 \text{ kJ/mol}$ og $\Delta S = +135 \text{ J/K}$ ved $T = 400\text{K}$. Denne reaksjonen er:

- A) Spontant og endoterm
- B) Spontant og eksoterm
- C) Ikke-spontant og endoterm
- D) Ikke-spontant og eksoterm

4) Hvor mange topper for molekylionet $(\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2)^+$ vil du forvente å finne i massespekteret til forbindelsen $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ når vi ser bort fra topper som skyldes den sjeldne isotopen ^{13}C ?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

5) Hybridiseringen på de markerte atomene er :



- | | | |
|---------------|------------|------------|
| A) $a = sp$ | $b = sp^3$ | $c = sp^2$ |
| B) $a = sp^2$ | $b = sp^3$ | $c = sp$ |
| C) $a = sp^2$ | $b = sp^3$ | $c = sp^2$ |
| D) $a = sp^2$ | $b = sp^2$ | $c = sp^2$ |

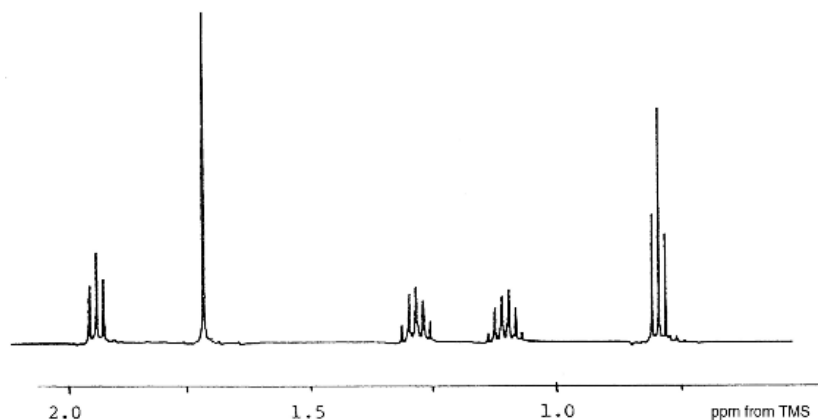
6) Bly krystalliserer i en flatesentrert kubisk enhetscelle med kantlengde x . Hva er radius til et blyion ?

- A) x
- B) $\frac{1}{2} x$
- C) $\frac{1}{4} x$
- D) $\frac{1}{4} \sqrt{2} x$

7) pH i en 0,040M hypobromsyreløsning (HOBr) måles til 5,05. Hva er syrens K_a -verdi ?

- A) $1,0 \cdot 10^{-9}$
- B) $2,0 \cdot 10^{-9}$
- C) $1,0 \cdot 10^{-10}$
- D) $2,0 \cdot 10^{-10}$

8) Hvilket molekyl vil gi opphav til følgende ^1H -NMR spektrum ?

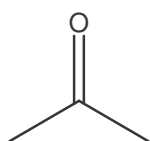


- A) 1-heksanal
- B) 2-heksanon
- C) 3-pentanon
- D) 2-heksanol

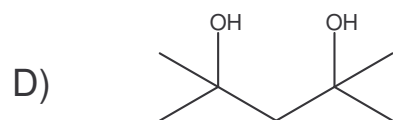
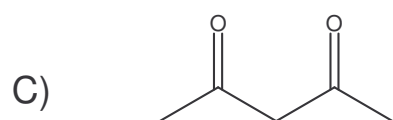
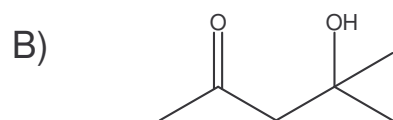
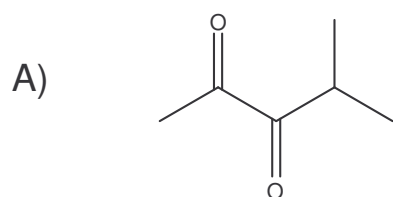
9) Vi ser på et elektron som et partikkel-i-boks system. Hva er energiforskjellen mellom nivåene $n = 2$ og $n = 3$ i en boks med lengde 40 nm ?

- A) $1,88 \cdot 10^{-22}$ J
- B) $1,88 \cdot 10^{-20}$ J
- C) $3,88 \cdot 10^{-21}$ J
- D) $5,88 \cdot 10^{-23}$ J

10) Behandler man forbindelse (1) med base, blir produktet



1



11) Hvilken orden med hensyn på forbindelsen A har en reaksjon med følgende data ?

Tid (sek)	[A]
0	10
1	2,31
2	1,30
3	0,91
4	0,70
5	0,57
6	0,48

- A) 0. orden
- B) 1. orden
- C) 2. orden
- D) Ingen av de over

12) Hvilket av følgende molekyl er polart ?

- A) BF_3
- B) NH_3
- C) CH_4
- D) CO_2

Oppgave 2 (20 poeng)

A. Brent kalk, CaO(s) , dannes ved oppvarming av kalkstein, $\text{CaCO}_3\text{(s)}$.

- Skriv balansert likning for dannelse av brent kalk ved oppvarming av kalkstein.
- Beregn ΔH° og ΔS° for denne reaksjonen.
- Beregn likevektskonstanten for reaksjonen.
- Er reaksjonen termodynamisk spontant under standard betingelser ved romtemperatur? Forklar.
- Beregn ved hvilken temperatur reaksjonen blir spontan.

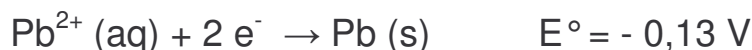
B. Når brent kalk blandes med vann, dannes en etsende løsning av kalsiumhydroksid, kalt lesket kalk.

- Skriv balansert likning for dannelse av lesket kalk.

1,045 g CaO(s) tilsettes 50,0 mL vann ved 25°C i et godt isolert beger. Temperaturen i vannet stiger til $32,3^\circ\text{C}$. Den spesifikke varmekapasiteten til vann er $4,18 \text{ J / (g } ^\circ\text{C)}$. Anta at selve begeret ikke mottar noen varme fra reaksjonen.

- Beregn ΔH° for reaksjonen i forrige punkt.

C. Gitt følgende halvreaksjoner med tilhørende standard potensial



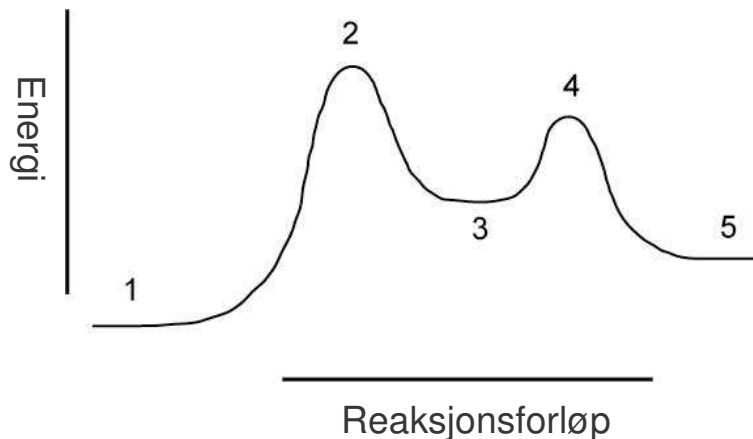
- Hvilket av disse metallene er det sterkeste oksidasjonsmidlet?
- Hvilke to halvreaksjoner må kombineres for å danne cellen med størst spenning?
- Beregn E°_{celle} , ΔG° og K for denne cellereaksjonen.
- Hva blir cellespenningen dersom konsentrasjonen av alle ioner som er involvert i reaksjonen endres til 0,01M?

Oppgave 3 (10 poeng)

Betrakt en reaksjon som følger denne mekanismen:



Reaksjonen har følgende energiprofil:



- Skriv opp den balanserte, netto reaksjonslikningen.
- Hvilket mellomprodukt befinner seg ved punkt 3?
- Hvilke overgangsforbindelser/transisjonsforbindelser befinner seg ved punkt 2 og 4, henholdsvis?
- Hvilket av de to stegene i mekanismen er det hastighetsbestemmende? Begrunn kort svaret.
- Er reaksjonen endoterm eller eksoterm? Begrunn kort svaret.

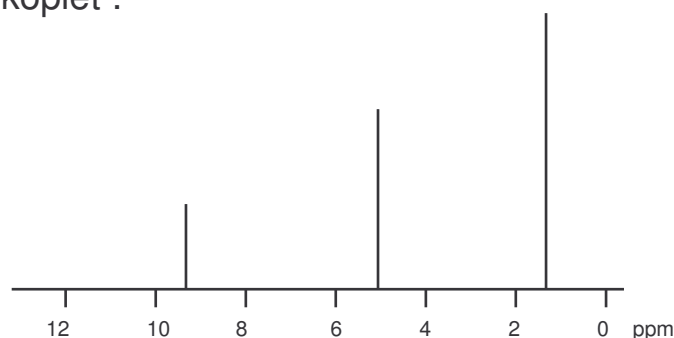
Oppgave 4 (20 poeng)

En ikke-syklisk forbindelse **A** har molekylformel C_4H_6O og gir positivt resultat ved reaksjon med 2,4-dinitrofenylhydrazin (2,4-D).

a) Hvor mange dobbeltbindinger er det i molekyl **A** ?

Br_2 adderes lett til **A** og danner en ny forbindelse **B**. Både **A** og **B** lar seg oksidere, og ved oksidasjon av **A** dannes forbindelse **C**. Et proton (^1H) NMR spekter av forbindelse **A** gir et meget enkelt spektrum som viser at ingen signaler for hydrogenatomene er koplet :

Topp nr	Shift-verdi (ppm)	Integral	Splitting
1	1,7 ppm	3	Ikke splittet
2	Ca. 5 ppm	2	Ikke splittet
3	9,5 ppm	1	Ikke splittet



b) Tegn strukturformel for forbindelsene **A**, **B** og **C**.

A kan også reduseres til en forbindelse **D** som danner en ester når den reagerer med **C**. **A** reagerer også med $EtMgBr$ (Grignard) under dannelse av **E**.

c) Tegn strukturformel for **D** og **E**.

Forbindelse **A** kan også reagere med HBr . I utgangspunktet kan det da dannes to produkter, mens det i følge Markovnikovs regel, bare vil være ett som dannes.

d) Tegn strukturformler for de to mulige produktene og sett en ring rundt det forventede produktet.

Oppgave 5 (14 poeng)

En bit av en legering mellom tinn og vismut med massen 0,472 g løses opp i overskudd svovlsyre. Det dannes tinn(II) ioner og vismut(III) ioner. Løsningen fortynnes til 100 mL i en målekolbe og det tas ut porsjoner på 25,00 mL til titrering mot en 0,0107 M KMnO_4 -løsning. Under reaksjonen dannes det tinn(IV) ioner og mangan(II) ioner, mens det ikke skjer en endring med vismut(III) ionene under titreringen.

a) Skriv opp balansert reaksjonslikning for de to nevnte reaksjonene.

Det anvendes i snitt 15,61 mL KMnO_4 -løsning til hver titrering.

b) Beregn stoffmengden av forbrukt KMnO_4 .

c) Hvordan kan man vite at man er kommet til ekvivalenspunktet?

d) Beregn massen av tinn i legeringen.

e) Vil den beregnede massen av tinn være større, lik eller mindre en det korrekte svaret dersom

a. Det dannes MnO_2 i stedet for Mn^{2+} pga en stigning i pH.

b. Målekolben ble fylt opp med litt mer enn 100mL, mens det regnes med 100mL.

c. Det dannes et oksidbelegg på legeringen.

Tabellverdier og formler

Konstanter

Faradays konstant : $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$

Gasskonstanten : $R = 8,315 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Planks konstant : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Elektronmassen : $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Nernst likning

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q \quad \text{alternativt} \quad E = E^0 - \frac{0,0592}{n} \lg Q, 25^\circ\text{C}$$

Termodynamiske sammenhenger

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

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ = -n F E^\circ$$

$$\Delta G^\circ = -R T \ln K$$

Partikkel i boks

$$E_n = (n h)^2 / 8 m L^2$$

Antall dobbeltbindingsekvivalenter: $\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}_d$ $\text{DBE} = \frac{(2a+2)-(b-d)}{2}$
(NB! halogen teller som hydrogen)

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
$-\text{R}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{C}/\text{O}$ (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		9 – 10 ppm (kan være svak)

Standard dannelsesentalpi og standard entropi ved 25°C:

Forbindelse	ΔH°_f (kJ/mol)	S° (J/Kmol)
CaO (s)	- 635,1	+ 39,7
CO ₂ (g)	- 393,5	+ 213,6
CaCO ₃ (s)	- 1206,9	+ 92,9