

1. Uttakingsprøve til den 35. Internasjonale Kjemiolympiaden

Dato: En dag i ukene 39-41, 2002
Varighet: 100 minutter
Hjelpemidler: Kalkulator og tabeller i kjemi (RVO/Gyldendal)

Oppgave 1 og 2 er flervalgsoppgaver hvor du bare skal svare med bokstaven som viser riktig alternativ.

Oppgave 1

A) Hvilken av følgende forbindelser foreligger i fast fase ved standard betingelser?:

- a) H₂ b) O₂ c) CO₂ d) I₂

B) Hvilket av følgende stoffer er ikke en forbindelse?:

- a) Vann b) Etanol c) Naturgass d) Sukker

C) En prøve på 22,0 mg karbondioksid (CO₂) inneholder:

- a) $1,60 \times 10^3$ mol karbondioksid
b) har et volum på 11,2 mL ved standard betingelser
c) inneholder $3,01 \times 10^{22}$ molekyler karbondioksid
d) inneholder $1,38 \times 10^{-3}$ atomer oksygen

D) Hvilken av følgende atomer eller ioner har en feilaktig elektronstruktur?:

- a) $:\ddot{\text{N}}\text{:}$ b) $\cdot\ddot{\text{C}}\cdot$ c) $[\ddot{\text{F}}:]^{-}$ d) $[\ddot{\text{O}}]^{-2}$

E) Når 15,0 kg karbon i form av kull brennes fullstendig i luft, dannes 55,1 kg CO₂. Hvor mye oksygen trengs til å danne 100 kg CO₂ ved brenning av kull?

- a) 72,7 kg b) 100 kg c) 40,1 kg d) 55,1 kg

F) Følgende tabell beskriver fire atomer eller ioner:

	A	B	C	D
Antall protoner	10	10	11	10
Antall nøytroner	10	10	11	11
Antall elektroner	10	11	10	10

Hvilket av følgende utsagn er sant?:

- a) A og D er isotoper av samme grunnstoff
b) A og B er grunnstoff, C og D er ioner
c) Symbolet for B er ^{21}B
d) Symbolet for D er ^{10}D

G) Hvilket av følgende utsagn er sant?:

- a) Hydrogengass er en god leder av elektrisitet
b) Svovel er et overgangsmetall og leder elektrisitet
c) Litium er et skinnende metall som danner ionebindinger ved å miste ett elektron
d) Kalsium er et ikke-metall. I sine forbindelser danner det hovedsakelig kovalentbindinger ved deling av elektronpar med f. eks. karbon

H) Hvilken av følgende formler representerer ikke en stabil forbindelse?:

- a) MgF_2 b) SiO_2 c) H_2S d) PH

I) Hvor mange cm^3 av ren etanol ($D=0,789 \text{ g/cm}^3$) må man løse i vann for å få 250, 0 cm^3 av en 0,150 M løsning av $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$?

- a) 1,46 b) 1,73 c) 2,19 d) 2,78

J) Ett av hydrogenatomene i syklopenten blir erstattet med et kloratom. Hvor mange strukturisomerer kan dannes?

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 5

Oppgave 2

Bruk følgende opplysninger til å svare på de etterfølgende fire spørsmål:



En blanding av $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ og $\text{NH}_3(\text{g})$ er i likevekt i en lukket 2, 5 liters beholder. H_2 tilsettes blandingen og en ny likevekt etableres ved samme temperatur.

A) Hvilket utsagn beskriver situasjonen ved den nye likevekten sammenlignet med den gamle?:

- a) H_2 -trykket har økt
b) H_2 -trykket har minket
c) H_2 -trykket er uforandret
d) Umulig å avgjøre uten nærmere informasjon

B) Hvilket utsagn beskriver situasjonen ved den nye likevekten sammenlignet med den gamle?:

- a) N_2 -trykket har økt
b) N_2 -trykket har minket
c) N_2 -trykket er uforandret
d) Umulig å avgjøre uten nærmere informasjon

C) Hvilket utsagn beskriver situasjonen ved den nye likevekten sammenlignet med den gamle?:

- a) NH_3 -trykket har økt
b) NH_3 -trykket har minket
c) NH_3 -trykket er uforandret
d) Umulig å avgjøre uten nærmere informasjon

D) Hvilket utsagn beskriver situasjonen når temperaturen senkes og en ny likevekt etableres?:

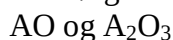
- a) H_2 -konsentrasjonen øker
b) H_2 -konsentrasjonen minker
c) H_2 -konsentrasjonen er uforandret
d) Umulig å avgjøre uten nærmere informasjon

Oppgave 3

Hvor mange gram H_2 og hvor mange gram O_2 er nødvendig for å danne 288 g H_2O ?

Oppgave 4

Grunnstoffet A danner bl.a. følgende salter med oksygen:



a) Hvilken ladning har A i de to saltene?

I A_2O_3 er $m(O)$ (=masse% (O)) = 30,7

b) Hvilket grunnstoff er A?

Oppgave 5

Konsentrert saltsyre selges av kjemikalieforhandlere som en 12,0 M løsning av HCl i vann og med en tetthet på $1,182 \text{ g/cm}^3$.

a) Beregn masseprosenten av hydrogenklorid i løsningen.

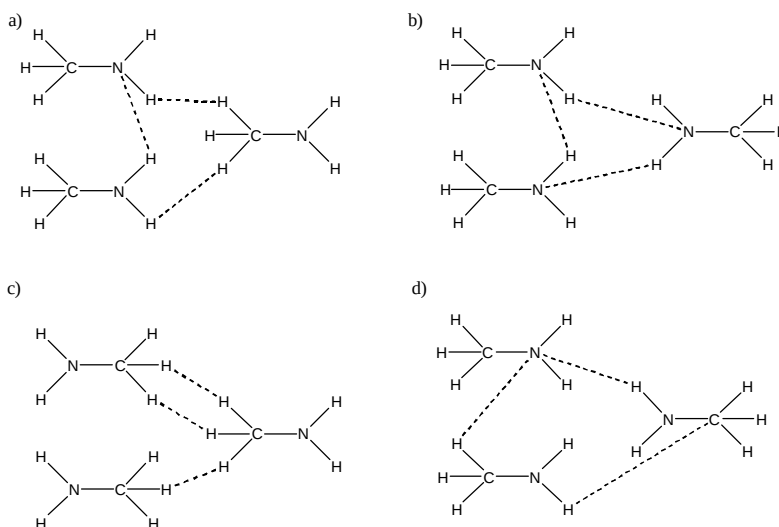
b) Hvilket volum med konsentrert saltsyre er nødvendig for å fremstille 500 ml med 0,124 M HCl løsning?

c) Beregn pH i løsningen i b)

d) Hvilket volum av en bariumhydroksidløsning som inneholder 4,89 g bariumhydroksidoktahydrat pr 500 ml løsning trengs til å titrere 25,00 ml 0,124 M HCl?

Oppgave 6

Hvilken av følgende strukturer gjengir korrekte hydrogenbindinger mellom tre CH_3NH_2 molekyler? Hydrogenbindingene er gjengitt med stiplede linjer.



Oppgave 7

Beholdere med gass (21 kg gass) kan inneholde propan (C_3H_8) eller butan (C_4H_{10}).

Forbrenningsvarmen for propan (44,1 g/mol): $\Delta H = -2221 \text{ kJ/mol}$ og

forbrenningsvarmen for butan (58,1 g/mol): $\Delta H = -2889 \text{ kJ/mol}$.

a) Skriv reaksjonsligning for forbrenning av i) propan og ii) butan.

b) Beregn energimengden som frigjøres fra en beholder med i) propan og ii) butan.

Prisen på en beholder med innhold er uavhengig av innholdet og er lik kr 250.

c) Beregn gjennomsnittlig kostnad ved produksjon av 1 GJ energi når man starter fra i) propan og ii) butan ($1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ J}$).

Kjemiolympiaden 2003.

2. uttakingsprøve

Onsdag 12. februar 2003.

Tid: 180 minutter

Tillatte hjelpemidler: Tabeller i kjemi og lommeregner.

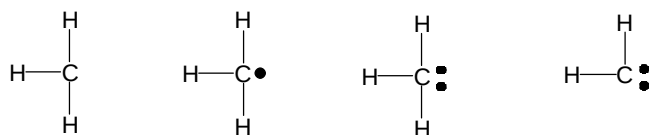
Dette oppgavesettet er på 5 sider

Oppgave 1

- a) Tegn strukturformler (elektronprikk/Lewis-strukturer) for hver av følgende kovalente forbindelser. Angi hvilke bindinger som er polare ved plassering av symbolene δ^+ og δ^- på passende sted. For hvert molekyl, angi også om molekylet totalt sett er polart eller ikke-polart.

- 1) CH_3Cl
- 2) CO_2
- 3) HCl
- 4) SF_6
- 5) CH_4
- 6) H_3PO_4

- b) Følgende fire meget reaktive karbonforbindelser er gitt. Hva er den totale ladningen på hver av dem?

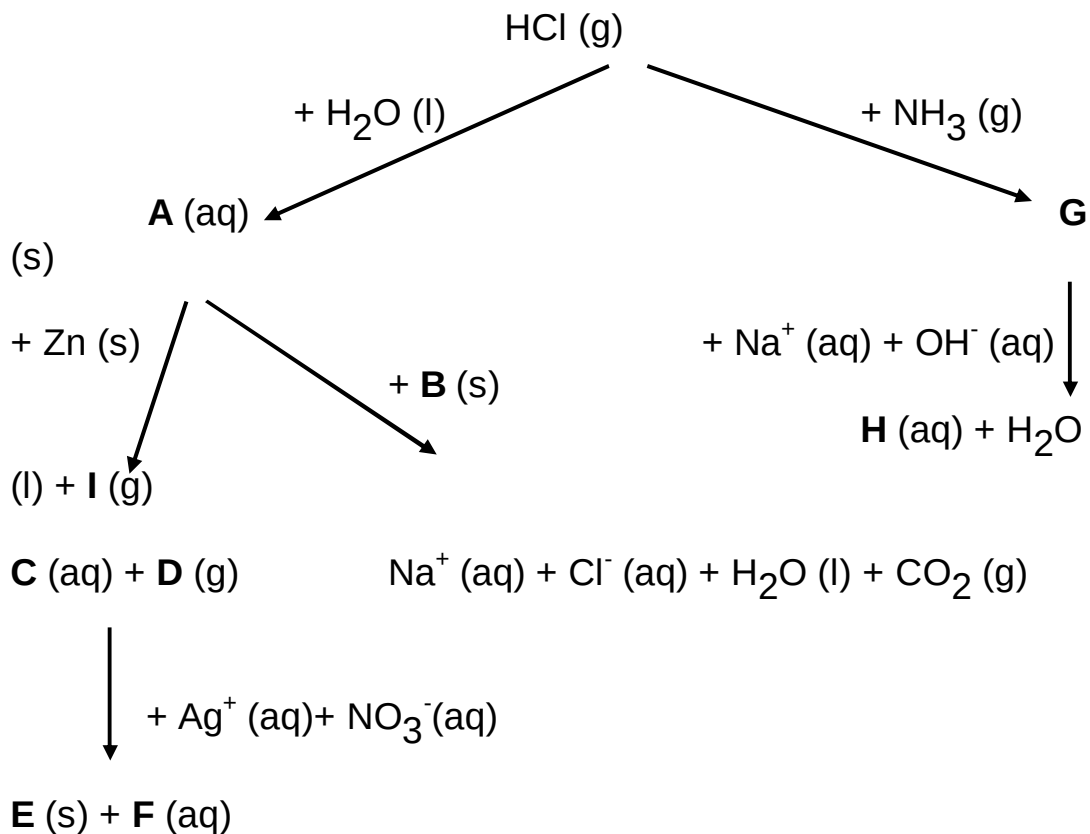


- c) Man trodde lenge at edelgassene ikke kunne ta del i kjemiske reaksjoner. Nå har det vist seg at det finnes flere edelgassforbindelser, men de er lite stabile
- i) Hva er oksidasjonstallene for grunnstoffene i forbindelsene XeO_3 og KrF_2 ?
 - ii) Vil du anta at de to stoffene er oksidasjonsmidler eller reduksjonsmidler? Begrunn kort.
 - iii) XeO_3 reagerer lett med magnesium. KrF_2 reagerer med vann. Forsøk å skrive reaksjonsligninger.

Oppgave 2

Angi navn og kjemisk formel på forbindelsene **A – I** i følgende reaksjonsskjema

(NB! Merk at symbolene **B**, **C**, **F**, **H** og **I** i reaksjonsskjemaet **ikke** må forveksles med de kjemiske symbolene for bor, karbon, fluor, hydrogen og jod).



Oppgave 3

En løsning inneholder $0,010\text{M Cl}^- \text{ (aq)}$ og $0,010\text{M I}^- \text{ (aq)}$. Til denne løsningen tilsettes sakte en $0,100\text{M}$ løsning av $\text{Ag}^+ \text{ (aq)}$.

- Vis at AgI(s) felles ut før AgCl(s) .
- Beregn konsentrasjonen av $\text{I}^- \text{ (aq)}$ i løsningen når en kommer til punktet hvor AgCl(s) begynner å felle ut.

- c) Kan denne metoden brukes som en rimelig kvantitativ metode til å separere $\text{Cl}^-(\text{aq})$ og $\text{I}^-(\text{aq})$? Begrunn svaret.

Oppgave 4

Ved di-klorering av propan ble fire isomere produkter med molekylformel $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ isolert og gitt betegnelsene **A**, **B**, **C** og **D**. Hver av disse ble klorert til en eller flere triklorpropaner, $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}_3$.

A og **B** ga tre triklorpropaner, **C** ga én og **D** ga to.

Utleid og tegn strukturen for **C** og **D**.

Ett av produktene fra **A** var identisk med produktet fra **C**. Utleid og tegn strukturen for **A** og **B**.

Oppgave 5

På en kjemikaliebank står det 6 flasker uten merking. Ved siden av ligger en liste med hvilke løsninger de inneholder. Det er AgNO_3 , Na_2CO_3 , CuSO_4 , NaI , HCl og $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

Ved hjelp av en løselighetstabell og egen erfaring skal du lage en plan for hvordan du kan identifisere riktig innhold i alle seks flaskene. Planen må være systematisk og klar slik at hver løsning identifiseres med 100% sikkerhet. Du kan kun blande løsninger hentet fra de seks flaskene, ingen andre kjemikalier er tilgjengelig.

Tilleggsopplysninger til "Tabeller og formler i kjemi 2KJ og 3KJ"

$$K_{\text{sp}} = 1,4 \cdot 10^{-10} \text{ for } \text{CuCO}_3 (\text{s})$$

$$K_{\text{sp}} = 8,1 \cdot 10^{-12} \text{ for } \text{Ag}_2\text{CO}_3 (\text{s})$$

Oppgave 6

En forbindelse **X** inneholder 85,6% karbon og 14,4% hydrogen (masseprosent). Forbindelsen **X** reagerer med en ekvivalent HBr og det dannes en blanding av to forbindelser **A** og **B** som hver inneholder 48,4% brom. **A** er ikke kiralt mens **B** er en blanding av to optisk isomere (speilbildeisomere) forbindelser **B1** og **B2**.

Ved oksidasjon av **X** med kaliumdikromat i surt miljø (spalter $\text{C}=\text{C}$ dobbeltbindinger) dannes to forbindelser **C** og **D**. **C** reagerer med 2,4-dinitrofenylhydrazin (2,4-D) mens **D** reagerer surt.

151,7 mg av **D** ble løst i 100 cm^3 vann. Av dette ble det tatt ut $10,0 \text{ cm}^3$ som ble titrert mot $0,0125 \text{ M}$ NaOH -løsning. Det ble forbrukt $16,5 \text{ cm}^3$.

- Vis at **X** har empirisk formel $(\text{CH}_2)_n$ og finn n .
- Skriv strukturformler for forbindelsene **A**, **B**, **C** og **D**. Tegn de to formene **B1** og **B2** slik at det vises at de er speilbildeisomerer.
- Skriv reaksjonslikninger for oksidasjon av **X** og reaksjon mellom **C** og 2,4-D.

Oppgave 7

For å regulere pH i magen finnes det mange ulike preparater som kan nøytralisere magesyre, som i all hovedsak tilsvarer saltsyre. I preparatomtalen for et slikt produkt (flytende mikstur) kan man lese følgende:

"1,00 mL inneholder $\text{Mg}(\text{OH})_2$ og MgCO_3 tilsvarende 0,99 mmol Mg og $\text{Al}(\text{OH})_3$ tilsvarende 2,18 mmol Al ... "

- Skriv relevante likninger for nøytralisering av saltsyren med disse tre virkestoffene.
- pH i magen ligger normalt mellom 1,5 og 2,5. Hvilken protonert form av basen $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ vil dominere i en slik løsning?
- Hvor mange mmol saltsyre nøytraliseres med 10,0 mL mikstur.
- Anta at magesaftvolumet er 2,00L etter en god lunch. Dessverre er pH ubehagelig lav: $\text{pH}=1,00$. Hva blir den nye pH i magen etter å ha drukket 15,0 mL av nevnte mikstur (noe som tilsvarer ca. en spiseskje) ?
- Hvor mye mikstur må man drikke for å få pH tilbake til 2,0 ?

Oppgave 8

- Før på oksidasjonstrinn for alle atomene i forbindelsene: HBr , I_2 , ICl , I_3^- , HF_2^- , ClF_3 , OF_2 , ClO_2^- , HBrO_3 , H_5IO_6 .
- Kloridionet er stabilt og vanlig, mens jodidioner virker reduserende og lett oksideres til jod. Klorationet (ClO_3^-) er et sterkt oksidasjonsmiddel, jodationet (IO_3^-) er mye svakere, og mange jodater finnes i naturen. Likevel kan jodationer reduseres til jod, for eksempel av jodidioner som da blir oksidert til jod. Skriv reaksjonslikning.
- Er det lettest å få til dette i sur eller basisk løsning? Begrunn svaret.
- Ved spesielle pH-betingelser er jod ustabilt i vann, og det skjer en redoksreaksjon. Hvilken reaksjon, og ved hva slags betingelser?

Oppgave 9

På figuren nedenfor vises en graf av 1. Ioniseringsenergi (y-aksen) som funksjon av atomnummeret (x-aksen) for noen grunnstoffer.

- Definer begrepet 1. ioniseringsenergi (også kalt ioniseringspotensial).
- Hvilke grunnstoffer ligger på de høye toppene i grafen, og hvilke ligger i de dypeste bunnene ?
- Hva er årsaken til det sterke fallet i ioniseringsenergi fra disse toppene til bunnene rett ved siden av ?
- Hvor mange valenselektroner har grunnstoffet som er markert med $\times$?
- Hvilket av grunnstoffene merket **A** og **B** på figuren har lavest verdi for 2. ioniseringsenergi? Begrunn svaret.
- Av figuren sees at 1. ioniseringsenergi for en gitt periode i det periodiske systemet stort sett *øker* når atomnummeret *øker* (For eksempel fra **A** via **B** til ?). Hvordan kan man forklare det ut fra atomenes oppbygging? Videre kan man også se at 1. ioniseringsenergi *avtar* med *økende* atomnummer for en gitt gruppe i det periodiske system. Kan du forklare dette også ?

