

1. UTTAKSPRØVE

til den



38. Internasjonale Kjemiolympiaden 2006 (Sør-Korea)



Dag: En dag i ukene 36-38.

Varighet: 100 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og Tabeller i kjemi.

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på 7 sider og har 5 oppgaver

Oppgave 1 (35 poeng)

Oppgave 1 er en flervalgsoppgave der du bare skal svare ved å angi bokstaven som viser riktig alternativ. Det er kun ett svar som er helt riktig. Flervalgsoppgavene 1 til 8 teller 1 poeng hver, mens oppgavene 9 til 17 teller 3 poeng hver.

1 poengs flervalgsoppgaver:

1) Hvilken av forbindelsene inneholder ikke kovalente/elektronpar-bindinger ?

- A) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (s)
- B) O_2 (g)
- C) HCl (g)
- D) KCl (s)

2) Hvilken av disse forbindelsene gir en basisk løsning ved oppløsning i vann?

- A) SO_2
- B) CaO
- C) NaCl
- D) CO_2

- 3) Hvilket av kationene vil danne et tungtløselig salt med Cl^- -ioner ?
- A) Ag^+
 - B) Na^+
 - C) Cu^{2+}
 - D) Fe^{3+}
- 4) Hvilket atom/ion har størst radius ?
- A) O^{2-}
 - B) F^-
 - C) Ne
 - D) Na^+
- 5) Hvilken av følgende grupper med grunnstoffer inneholder bare metaller ?
- A) K, Sn, C
 - B) Li, Si, Ag
 - C) K, Fe, Si
 - D) Ag, Hg, Sn
- 6) Hva er den konjugerte syren til HPO_4^{2-} ?
- A) H_3O^+ (aq)
 - B) PO_4^{3-} (aq)
 - C) H_2PO_4^- (aq)
 - D) H_3PO_4 (aq)
- 7) Hvilket av følgende salter vil gi størst entropi (uorden) ved oppløsning av 0,1 mol i 1 L vann ?
- A) CaCl_2
 - B) Na_2SO_4
 - C) NaCl
 - D) Na_3PO_4
- 8) Hva er strukturformelen til Fe(III)oksid ?
- A) FeO
 - B) Fe_3O_4
 - C) Fe_2O_3
 - D) FeO_2

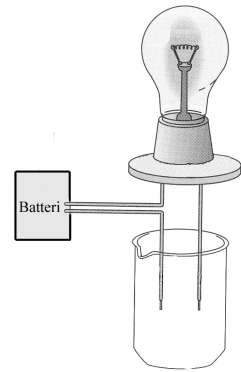
3 poengs flervalgsoppgaver:

- 9) Hvilke(t) atom/ion har 2 elektroner i K-skallet og 7 elektroner i L-skallet ?
- A) O^{2-}
 - B) F^-
 - C) Ne
 - D) Ingen av dem
- 10) Hvilken av følgende sekvenser viser forbindelsene ordnet etter økende kokepunkt?
- A) $H_2S < H_2Se < H_2O$
 - B) $H_2S < H_2O < H_2Se$
 - C) $H_2O < H_2S < H_2Se$
 - D) $H_2Se < H_2S < H_2O$
- 11) En 54 milligram prøve av forbindelsen SF_x (svovelfluorid med ukjent antall fluoratomer x) inneholder $3,01 \cdot 10^{20}$ molekyler. I denne formelen vil x være
- A) 1
 - B) 2
 - C) 4
 - D) 6
- 12) Hvilken av følgende løsninger vil få en lavere pH når vi tilsetter 0,5 M NaOH ?
- A) Rent vann
 - B) 0,75 M NaOH
 - C) 0,75 M HCl
 - D) 0,75 M NaH_2PO_4
- 13) Hvor mange isomerer finnes det med molekylformel C_4H_8 ?
- A) 4
 - B) 5
 - C) 6
 - D) 7

- 14) Stoffene A, B og C inngår i følgende likevekt: $A + B \rightleftharpoons C$.
Likevektskonstanten er $K = 3,6 \text{ M}^{-1}$ og konsentrasjonen ved et gitt tidspunkt er $[A] = 2,3\text{M}$, $[B] = 4,0\text{M}$ og $[C] = 6,5\text{M}$. Hvilken påstand er rett?
- A) Systemet er i likevekt
 - B) Systemet er ikke i likevekt; det vil dannes mer av produkt C
 - C) Systemet er ikke i likevekt; det er "overskudd" av produktet C
 - D) Vi kan ikke avgjøre om systemet er i likevekt eller ikke
- 15) Hvilke av følgende molekyler er polare ?
(1) NH_3 (2) CO_2 (3) CHCl_3 (4) CCl_4
- A) Kun 1, 2 og 3
 - B) Kun 1 og 3
 - C) Kun 2 og 4
 - D) Alle fire
- 16) Betrakt følgende serie av likevekter for oppløsning av karbondioksid i vann:
- (1) $\text{CO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 (\text{aq})$
 - (2) $\text{CO}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq})$
 - (3) $\text{HCO}_3^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-} (\text{aq})$
- Videre får du vite at MgCO_3 er et tungtløselig salt som felles ut. Hvilke(n) av følgende påstander er korrekt ?
- A) Tilsetning av litt eddiksyre fører til at mer CO_2 -gass løses i vannet
 - B) Tilsetning av litt $\text{MgCl}_2 (\text{s})$ fører til at mer CO_2 -gass løses i vannet
 - C) Tilsetning av litt natriumacetat fører til at mer CO_2 -gass løses i vannet
 - D) Både B) og C) er korrekt
- 17) Hvilken av disse redoksreaksjonene vil sannsynligvis gå ?
- A) $\text{Zn}^{2+} + \text{Cu} \rightarrow \text{Zn} + \text{Cu}^{2+}$
 - B) $\text{Au}^{3+} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Au} + \text{Fe}^{3+}$
 - C) $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{3+}$
 - D) Ingen av dem

Oppgave 2 (15 poeng)

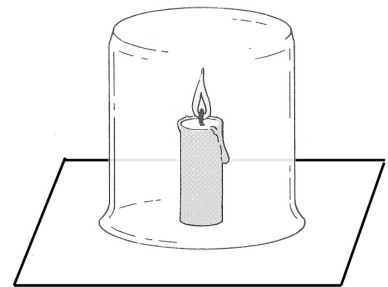
A. Du har fått utdelt utstyret som vist i figuren til høyre: lysepære, batteri, begerglass og lysepæreholder med metallstaver.



- a) Følgende løsninger tilsettes etter tur i begerglasset. Avgjør for hver av dem om pæra vil lyse. Begrunn meget kort svaret ditt.
- i) H_2O (l)
 - ii) heksan
 - iii) NaCl (aq)
 - iv) sukker-løsning
- b) Til den/de av løsningen(e) som fikk pæra til å lyse tilsettes sølvnitrat. Vil pæra fortsatt lyse? Begrunn kort svaret.

B. Du har nå fått utdelt et stearinlys, en fyrstikk og et begerglass. Du tenner lyset.

- a) Skriv en ubalansert reaksjonslikning for den fullstendige forbrenningen som skjer når lyset brenner. For stearin kan du bruke formelen $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$
- b) Du setter begerglasset over lyset som vist i figuren til høyre. Bruk reaksjonslikningen i a) til å forklare hva som skjer.
- c) Er reaksjonen i a) endoterm eller eksoterm ?



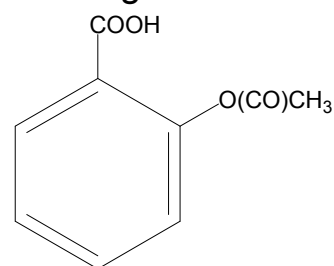
Oppgave 3 (20 poeng)

A. En av de dødeligste giftene som er kjent er botulinumtoksin. Den kan finnes i bedervet mat, virker lammende og har en antatt dødelighet på omlag $5 \cdot 10^{-8}$ gram for et menneske. Tross giftigheten har den funnet nytteverdi innen medisin hvor den kan benyttes mot spesielle former for muskelkramper.

- a) Botulinumtoksin har en molar masse på 150 000 g/mol. Beregn hvor mange molekyler dødelig dose tilsvarer.
- b) Hvor mange mennesker kan 0,25 gram botulinumtoksin ta livet av?

B. Acetylsalisylsyre som kan brukes som hodepinetablett kan også være dødelig i store nok mengder. 20 gram vil gi en alvorlig forgiftning for et voksent menneske.

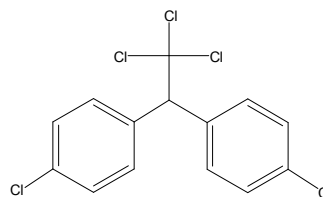
- a) Skriv protolyseringsreaksjonen for acetylsalisylsyra.
- b) En vanlig hodepinetablett inneholder 300 mg acetylsalisylsyre. Beregn konsentrasjonen i molar dersom tabletten løses i et glass vann med volum 100 mL.



- c) Skriv massevirkningsloven for denne reaksjonen, og beregn likevektskonstanten dersom likevektskonsentrasjonene er $[R-COOH]=0,0146$ M, $[H_3O^+]=0,00215$ M, $[R-COO^-]=0,00215$ M og anta $[H_2O]=1$. (For enkehetsskyld er resten av acetylsalisylsyren skrevet som R.)
- d) Beregn pH i løsningen ved likevekt, og beregn hvor stor andel av acetylsalisylsyra som har protolysert ved likevekt.
- e) Hva skjer med likevekten dersom vi tilsetter litt saltsyre, og hvordan påvirker saltsyretilsetningen andelen av protolysert acetylsalisylsyre?

Oppgave 4 (20 poeng)

A. DDT ($C_{14}H_9Cl_5$) er et insektmiddel som kom på markedet under 2. verdenskrig i forbindelse med bekjempelse av blant annet malaria og tyfus. Insektmiddelet er i dag forbudt da det fører til skader i forplantingsevnen hos dyr og mennesker.



a) Hvor stor masse-% klor er det i DDT ?

B. Metylbenzoat benyttes bl.a. ved fremstilling av parfyme, og inneholder 70,58 masse-% karbon, 5,93 masse-% hydrogen og 23,9 masse-% oksygen.

a) Hva er den empiriske formel til metylbenzoat?

Metylbenzoat har en molekylvekt på 136.

b) Hva er molekylformelen til metylbenzoat ?

c) Skriv forslag til strukturformel for metylbenzoat.

Oppgave 5 (10 poeng)

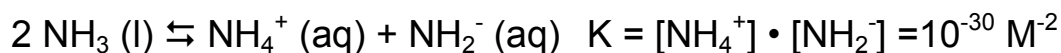
I rent vann finner det sted en såkalt autoprotolyse. Likevekten for denne reaksjonen er



pH i vann er definert som $-\log [H_3O^+]$, og dermed blir pH = 7 for rent vann. Ved 45 grader celsius vil $K_w = 4 \cdot 10^{-14} M^{-2}$ for den samme likevekten.

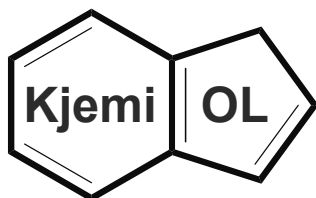
a) Hva er pH i rent vann ved 45 °C ?

Ren flytende ammoniakk kan brukes som løsningsmiddel for polare forbindelser. Også ammoniakk undergår en autoprotolyse på tilsvarende måte som vann. Likevekten er



På samme måte definerer vi $pH_{amm} = -\log[NH_4^+]$.

b) Hva er pH_{amm} i ren ammoniakk ?



2. UTTAKNINGSPRØVE

til den



**38. internasjonale kjemiolympiaden
i Gyeongsan, Sør-Korea, 02.-11. juli 2006**



Dag: Onsdag 25. januar 2006

Varighet: 180 minutter

Hjelpemidler: Lommeregner og Tabeller i kjemi

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på 8 sider medregnet forsiden og har 6 oppgaver

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

Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

Oppgave 1 (20 poeng)

Oppgave 1 er en flervalgsoppgave der du bare skal svare ved å angi bokstaven som representerer riktig alternativ. Det er kun ett svar som er helt riktig.

18) Hvor mange vannmolekyler er det i 0,10 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (molar masse 249,7 g/mol) ?

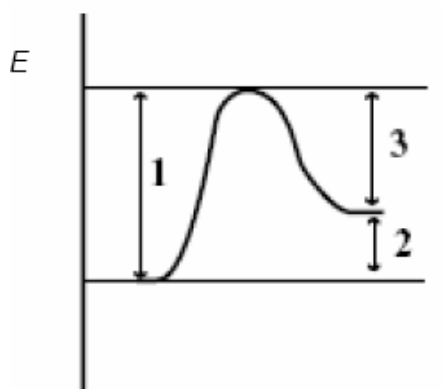
- A) $1,2 \cdot 10^{21}$
- B) $2,4 \cdot 10^{20}$
- C) $2,4 \cdot 10^{22}$
- D) $1,2 \cdot 10^{23}$

19) CO_2 reagerer med vann og danner karbonsyre, H_2CO_3 . CO_2 kalles av den grunn syreanhydridet til karbonsyre. Hva er syreanhydridet av svovelsyre og salpetersyre ?

- A) SO_3 og NO_2
- B) SO_2 og NO_3
- C) SO_3 og N_2O_5
- D) SO_2 og NO_2

20) Figuren viser et energinivådiagram for en reaksjon (reaktanter er til venstre og produkter er til høyre i diagrammet). Hvilke(n) energidifferens(e) endres ved tilsetning av en katalysator ?

- A) Kun 1
- B) Kun 3
- C) Kun 1 og 3
- D) Både 1, 2 og 3



21) Etyn, C_2H_2 , reagerer fullstendig med oksygen og det dannes bare CO_2 og vann. Hva er forholdet mellom antall mol oksygen og vann i den balanserte reaksjonslikningen ?

- E) 2/1
- F) 3/2
- G) 5/2
- H) 3/1

- 22) 25,00 mL 0,1050 M svovelsyre titreres mot en NaOH - løsning. Omslaget (fenolftalein som indikator) kommer ved 17,23 mL tilsatt NaOH - løsning. Hva er konsentrasjonen til NaOH - løsningen ?
- E) 0,7617 M
 - F) 0,1447 M
 - G) 0,1524 M
 - H) 0,3047 M
- 23) Hvilken av følgende omdannelser er en oksidasjon ?
- E) $\text{VO}_3^- \rightarrow \text{VO}^{2+}$
 - F) $\text{CrO}_2^- \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$
 - G) $\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$
 - H) $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$
- 24) Hvilket av følgende molekyler har en plan geometri ?
- A) Metan
 - B) Aceton
 - C) Syklopropan
 - D) Benzen
- 25) Hvilken av følgende løsninger blir ikke en buffer dersom du tilsetter 100 mL 0,10 M NaOH til 100 mL av følgende løsninger ?
- A) 0,15 M CH_3COOH
 - B) 0,10 M HCOOH
 - C) 0,20 M NH_4Cl
 - D) 0,30 M NaHCO_3

Oppgave 2 (12 poeng)

En løsning A inneholder saltsyre, svovelsyre og salpetersyre. Løsningen nøytraliseres med 44,0 gram NaOH. Etter nøytraliseringen deles løsningen i to like store porsjoner, som vi kan kalle B og C. Den første porsjonen tilsettes et overskudd av $\text{BaCl}_2(\text{aq})$, noe som gir et bunnfall med masse 3,50 g. Den andre porsjonen tilsettes et overskudd av $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, og det dannes et bunnfall med masse 5,00 g.

- c) Skriv tre balanserte reaksjonslikninger for reaksjon mellom $\text{NaOH}(\text{s})$ og hver av de tre syrene.
- d) Skriv balansert reaksjonslikning for dannelse av de to bunnfallene.
- e) Beregn stoffmengden av svovelsyre og saltsyre i løsning A.
- f) Beregn stoffmengden av salpetersyre i løsning A.

Oppgave 3 (16 poeng)

A. Angi strukturformelen/strukturformlene som er i overensstemmelse med navnene

- a) 3,3-dimetylbutanal
- b) 3,3-dimetylbuten
- c) 3-metyl metylbutenoat
- d) 3,3-dimetylbutanol
- e) 3,3-dimetylbutanon
- f) dimetoksy-3,3-dimetylbutan

B. Angi strukturformelen/strukturformlene til produktet/produktene av følgende reaksjoner

- a) Oksidasjon av 3-metylpentanal med MnO_4^-
- b) Reaksjon mellom 3-metyl etyl-3-heksenoat og vann i surt miljø

Oppgave 4 (16 poeng)

Avløpsvann fra en kjemisk fabrikk inneholder følgende organiske forbindelser i de mengder som er angitt i tabellen under.

Stoff	Molekylformel	Mengde
Fenol	C_6H_6O	16 mg/L
Sitronsyre	$C_6H_8O_7$	10 mg/L
Salisylsyre	$C_7H_6O_3$	9 mg/L

Ved biokjemisk nedbrytning forbrukes oksygen og det dannes karbondioksid og vann.

a) Skriv balanserte reaksjonslikninger for den biokjemiske nedbrytningen av de tre forbindelsene.

Som et mål på avløpsvannets innhold av organiske stoffer benyttes betegnelsen BOD (fra engelsk Biochemical Oxygen Demand) som angir massen av oksygen (i mg) som forbrukes pr. L avløpsvann ved fullstendig oksidasjon av de organiske stoffer i vannet.

b) Beregn BOD i det omtalte avløpsvannet.

Ved laboratorieanalyser av avløpsvann benytter en kaliumpermanganat ($KMnO_4$) som oksidasjonsmiddel. I sur løsning dannes det da CO_2 og vann, akkurat som når oksygen er oksidasjonsmiddelet. Permanganat reduseres til Mn^{2+} i sur løsning.

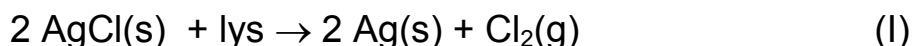
c) Hvilken mengde MnO_4^- kan oksidere like stor mengde avløpsvann som ett mol O_2 ?

I praksis foregår ikke oksidasjonen med MnO_4^- fullstendig. Fenol nedbrytes 90%, citronsyre 66% og salisylsyre 85%.

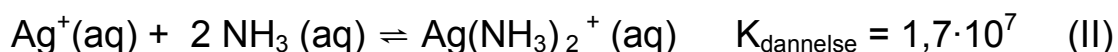
d) Beregn volumet kaliumpermanganatløsning med konsentrasjon 0,050M som forbrukes for å oksidere 250 mL av det omtalte avløpsvannet.

Oppgave 5 (20 poeng)

I denne oppgaven skal vi studere saltet sølvklorid. Kanskje kjenner du til at sølvklorid inngår i et trinn i den kvalitative analysen for å påvise sølv i en prøve. Sølvklorid kan ellers benyttes til å lage svarthvite fotografier. Ved å bestråle et papir belagt med AgCl krystaller med lys vil følgende reaksjon skje:



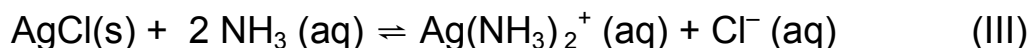
De små sølvpartiklene som dannes vil gi en mørk farge der arket er blitt belyst (altså en negativ). For å kunne oppbevare negative i lys må overskuddet av sølvklorid fjernes slik at ikke hele negative blir mørk. Til dette kan en benytte en ammoniakkløsning, fordi ammoniakk vil kompleksere med sølvionene og danne et stabilt kompleks (det er likevel mer vanlig å benytte tiosulfat for å fjerne sølvklorid):



Reaksjonen er en vanlig påvisningsreaksjon for sølv.

- c) Skriv oppløsningsreaksjonen for sølvklorid i vann og beregn hvor mange gram sølvklorid som kan løses i 1 L rent vann.
- d) Vurder hvordan følgende endringer vil påvirke likevekten i a) for en mettet sølvkloridløsning.
 - a. tilsetning av sølvnitrat
 - b. tilsetning av litt fast sink
 - c. tilsetning av fast sølvklorid
 - d. dampe av litt av vannet
- e) Skriv likevektsuttrykket for reaksjon (II).
- f) Vurder hvordan konsentrasjonen av diamminsølvionkomplekset endres ved følgende tilsetninger:
 - a. sølvnitrat
 - b. salpetersyre

Kombineres reaksjon (II) og reaksjonen i a) fås:



som beskriver oppløsning av sølvklorid i en ammoniakkløsning. Dette viser hvordan sølvklorid kan fjernes fra negative. Det kan vises at likevektskonstanten (K_c) for denne reaksjonen er $K_c = K_{\text{dannelse}} \cdot K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$.

- g) Hvilken vei er likevekten (III) forskjøvet (Begrunn kort)?
- h) Beregn hvor mange gram sølvklorid som kan løses i 1,0 L 1,0 M NH_3 -løsning.

La oss si at du har fått løst all sølvkloriden på negativen som diamminsølvion.

- i) Hvordan ville du gå fram for å få felt sølvkloridet igjen slik at det kan gjenvinnes?

Oppgave 6 (16 poeng)

Det kanskje viktigste uranmineralet kalles beklende, og består hovedsakelig av en blanding av uranoksidene UO_2 og UO_3 . Uran er et radioaktivt grunnstoff, med en halveringstid på 4,6 milliarder år. Noen forekomster av beklende er imidlertid opptil fire ganger så sterkt radioaktive som innholdet av uran skulle tilsi. Dette satte Marie og Pierre Curie på tanken at beklende kanskje også inneholder et eller flere ukjente, sterkt radioaktive grunnstoffer. For å bevise denne hypotesen måtte de skille ut og karakterisere de ukjente grunnstoffene.

Første trinn i prosessen med å skille ut de radioaktive grunnstoffene var behandling av beklenden med natriumkarbonat og så svovelsyre. Dette brakte uran i løsning, mens en rekke andre grunnstoffer, deriblant Pb, Ca, Bi, Sb, Th, Ba og de ukjente, kunne filtreres av som uløselige sulfater.

Sulfatene ble så vasket med en natriumkarbonatløsning for å konvertere sulfatene til karbonater.

- a) Skriv den balanserte reaksjonslikningen for vaskeprosessen for et fritt valgt sulfat fra listen over.
- b) Var denne løsningen sur, basisk eller nøytral? Begrunn svaret ditt med reaksjonslikninger.

Etter noen trinn med opprensing satt ekteparet Curie igjen med en blanding av jordalkalimetallkarbonater. Deretter ble karbonatene omdannet til klorider.

- c) Hvordan tror du ekteparet Curie fikk til omdanningen av karbonater til klorider? Skriv reaksjonslikning(er).

Det ene ukjente grunnstoffet, senere kjent som radium, ble så rensset opp som kloridet ved gjentatte omkrystalliseringer. Dette var mulig fordi radiumklorid er dårligere løselig i vann enn de andre kloridene. En løsning av det rene radiumkloridet ble så utsatt for en elektrolyse der det ble brukt en kvikksølvkatode.

- d) Skriv halvreaksjonene (reaksjonslikningene for oksidasjonen og reduksjonen) som fant sted ved de to elektrodene.
 - e) Skriv ned reaksjonslikningen for reaksjon mellom rent radium og vann
- 7 tonn beklende inneholder rundt 1 gram radium.
- f) Hvor mange ppm (d.v.s. "parts per million") radium er det i beklende?