

**1. uttaksprøve til den
37. Internasjonale Kjemiolympiaden 2005 (Taiwan).**

Dag: En dag i ukene 36-38.

Varighet: 100 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og Tabeller i kjemi.

Oppgave 1 (24 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.

1) Hvilket av følgende molekyler er polart/dipol og vil påvirkes av et elektrisk felt ?

- A) CO_2
- B) O_2
- C) H_2O
- D) H_2

2) Rangér følgende gasser etter økende styrke på kreftene mellom gassmolekylene (altså etter økende kokepunkt for den tilsvarende væsken) :

- A) $\text{NH}_3 < \text{NO}_2 < \text{N}_2$
- B) $\text{N}_2 < \text{NO}_2 < \text{NH}_3$
- C) $\text{N}_2 < \text{NH}_3 < \text{NO}_2$
- D) $\text{NO}_2 < \text{NH}_3 < \text{N}_2$

3) Hvilke(t) atom/ion har 2 elektroner i K-skallet og 8 elektroner i L-skallet (m.a.o. elektronkonfigurasjon $1s^2 2s^2 2p^6$) ?

- A) F^-
- B) Na^+
- C) Ne
- D) Alle tre

4) Hvor mange elektroner har Al^{3+} i M-skallet ?

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

5) Hvilken påstand er korrekt for en katalysator?

- A) Utbyttet av en reaksjon er større hvis man bruker katalysator
- B) Bruk av katalysator endrer reaksjonshastigheten
- C) Bruk av katalysator påvirker likevektskonstanten
- D) Katalysatoren brukes opp i reaksjonen og må fornyes underveis

6) CuCO_3 er lite løselig i vann. Vi lager en mettet løsning slik at det fortsatt er litt uløst $\text{CuCO}_3(\text{s})$. Hva skjer med mengden av uløst salt dersom det tilføres lettløselig ammoniumsalt (NH_4^+) til løsningen ?

- A) Noe av overskuddet av $\text{CuCO}_3(\text{s})$ blir oppløst i vannet
- B) Mer fast $\text{CuCO}_3(\text{s})$ vil felles ut på bunnen av glasset
- C) Det er ingen endring i mengden av utfelt $\text{CuCO}_3(\text{s})$
- D) Umulig å avgjøre uten å kjenne konsentrasjonen av NH_4^+ og $\text{CuCO}_3(\text{aq})$ i løsningen

7) Hvilket hydrokarbon er gass ved normalt trykk og temperatur?

- A) $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$
- B) C_6H_{14}
- C) C_6H_6
- D) C_3H_8

8) Hvilken av følgende reaksjoner er en redoks-reaksjon ?

- A) $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$
- B) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{BaSO}_4(\text{s})$
- C) $\text{Zn}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
- D) $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$

9) Hvilket av følgende faste stoffer holdes kun sammen av svake dipol-dipol krefter (også kjent som van der Waals bindinger) ?

- A) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (s)
- B) I (s)
- C) Cu (s)
- D) C (s, diamant)

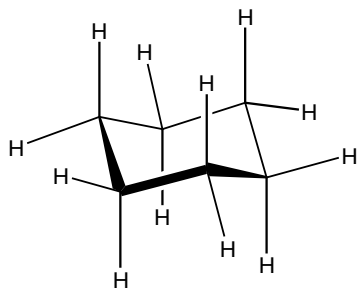
10) Rangér følgende grunnstoff etter økende første ioniseringssenergi:

- A) $\text{H} < \text{He} < \text{Li}$
- B) $\text{Li} < \text{He} < \text{H}$
- C) $\text{Li} < \text{H} < \text{He}$
- D) $\text{He} < \text{H} < \text{Li}$

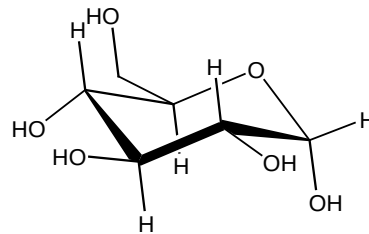
11) Rangér følgende grunnstoffer og kjemiske forbindelser etter økende grad av uorden (entropi):

- A) $\text{Mg(s)} < \text{Hg(l)} < \text{CH}_4\text{(g)} < \text{C}_3\text{H}_8\text{(g)}$
- B) $\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} < \text{CH}_4\text{(g)} < \text{Hg(l)} < \text{Mg(s)}$
- C) $\text{Hg(l)} < \text{CH}_4\text{(g)} < \text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} < \text{Mg(s)}$
- D) $\text{Hg(l)} < \text{Mg(s)} < \text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} < \text{CH}_4\text{(g)}$

12) Hvilke stoffklasser tilhører følgende molekyler:



1

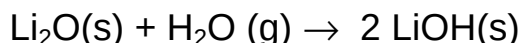


2

- A) 1 = karbohydrat, 2 = hydrokarbon
- B) 1 = hydrokarbon, 2 = karbohydrat
- C) 1 = hydrokarbon, 2 = hydrokarbon
- D) 1 = hydrokarbon, 2 = fettsyre

Oppgave 2 (10 poeng)

Li_2O (s) brukes som tørkemiddel ombord i romferger for å fjerne vann fra luften i romfergen i henhold til reaksjonslikningen:



- Hva er navnet på de to litiumforbindelsene i reaksjonslikningen?
- Beregn hvor mange kilogram Li_2O (s) romfergen må bringe med for å kunne fjerne 80,0 kg vann?
- Hva slags løsning får vi dersom vi løser $\text{LiOH}(\text{s})$ i vann?

Oppgave 3 (10 poeng)

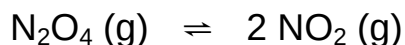
Søramerikanske indianere innsatte i gamle dager jaktpilene sine med giften batrachotoxin, $\text{C}_{31}\text{H}_{42}\text{N}_2\text{O}_6$, som utskilles av enkelte frosker i jungelen i Amazonas. Denne giften er så dødelig at 0,000050 milligram er nok til å drepe et menneske. Dødeligheten skyldes at batrachotoxinmolekylet blokkerer transportkanaler i cellemembranen til nerveceller.



- Beregn molekylmassen til batrachotoxin.
- Hvor mange mol batrachotoxin tilsvarer dødelig dose?
- Antatt at denne mengden fordeler seg jevnt i blodbanen, beregn hvilken konsentrasjon dette tilsvarer (anta at blodvolumet er 6 liter).

Oppgave 4 (24 poeng)

A. De to nitrøse gassene N_2O_4 (g) og NO_2 (g) vil i blanding danne følgende likevekt:



Gassen N_2O_4 er fargeløs, mens NO_2 har en sterk rødbrun farge.

Vi har to forseglede rundkolber med identisk N_2O_4 / NO_2 gassblanding, ergo vil fargen på gassblandingen i de to rundkolbene være lik. Vi tar så den ene kolben og setter den på et isbad, mens den andre kolben senkes ned i et begerglass med varmt vann. Etter kort tid kan vi se at gassblandingen på isbadet er lysere enn før, mens gassblandingen nedsenket i varmt vann har mørkere farge.

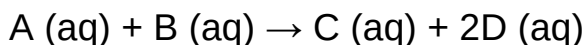
- Skriv opp likevektsuttrykket for likevektsreaksjonen over.

- b) Hvilken vei ble likevekten forskjøvet i kolben som ble satt på isbad ?
- c) Bruk Le Chateliers prinsipp sammen med observasjonene over til å forklare om likevekten over er endoterm eller eksoterm slik den er skrevet opp.

En tilsvarende gassblanding befinner seg inne i en glassylinder med et stempel.

- d) Forklar hvilken vei likevekten over vil forskyve seg dersom vi presser stempelet langsomt innover slik at gassvolumet reduseres (anta at sammenpressingen skjer så langsomt at du kan se bort fra temperaturendringer i gassblandingen)

B. Vi skal se på reaksjonen



- a) Skriv opp likevektsuttrykket for denne likevekten uttrykt ved konsentrasjonen av de ulike forbindelsene A - D.

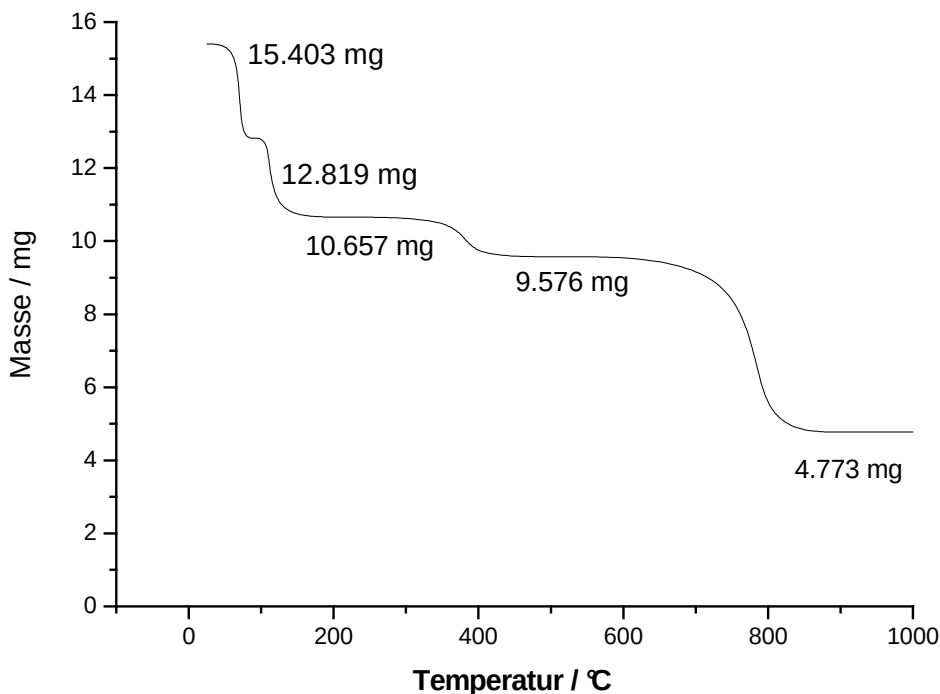
Ved start er konsentrasjonen av $[A] = 2,0 \text{ M}$, $[B] = 3,0 \text{ M}$ mens konsentrasjonen av produktene C og D begge er 0 M. Ved likevekt finner vi at $[C] = 1,0 \text{ M}$

- b) Hva er konsentrasjonen av D ved likevekt ?
- c) Beregn likevektskonstanten for denne likevekten

Oppgave 5 (16 poeng)

Når en kjøper kjemikalier kan en ikke være sikker på at innholdet i boksen er nøyaktig det samme som står på etiketten, spesielt med hensyn på mengden krystallvann i forbindelsen. Av forskjellige årsaker kan mengden krystallvann være både høyere eller lavere enn oppgitt. En måte å analysere dette på er å varme opp forbindelsen mens man noterer vekten. Fra observasjonene kan man beregne en gjennomsnittlig sammensetning.

15,403 mg av en blålig forbindelse fra en boks merket $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ble varmet opp mens vekten ble notert. Resultatet er vist i grafen under. Tallene viser avlest vekt ved de ulike horisontale "plataene" på oppvarmingskurven.



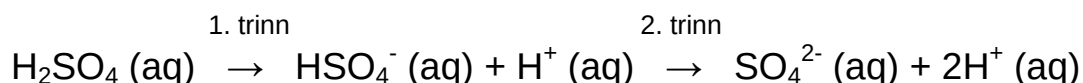
Ved overgang til det siste trinnet fra 9,576 til 4,773 mg ble det registrert en illeluktende gass. Dette skyldes dekomponering av vannfritt CuSO_4 (s) i det siste trinnet.

- Beregn hvor mye vann (målt i milligram) som ble fordampet bort under oppvarmingen
- Beregn den virkelige sammensetningen av forbindelsen i boksen

- c) Bruk den siste differansen i massene til å beregne omtrentlig molekylmasse til gassmolekylet antatt at det dannes ett mol gassmolekyler for hvert mol med CuSO_4 som dekomponerer.
- d) Hvilken gass tror du ble dannet ved denne reaksjonen?

Oppgave 7 (16 poeng)

Svovelsyre, H_2SO_4 , er en toprotisk syre, det vil si at hvert molekyl har mulighet til å spalte av to H^+ -ioner:



- a) Beregn pH i en 0,050M svovelsyreløsning antatt at svovelsyre er en sterk, én-protisk syre, det vil si at bare det første trinnet over skjer fullstendig og trinn to kan ignoreres.
- b) Beregn pH i en 0,050M svovelsyreløsning antatt at svovelsyre er en sterk syre i begge protolysetrinn (det vil si at begge protonene avspaltes fullstendig).

Måling av pH i en 0,050M svovelsyreløsning viser at pH er 1,17.

- c) Hvilken H^+ -konsentrasjon tilsvarer dette ?
- d) Hvor stor andel (i prosent) av $\text{HSO}_4^- (\text{aq})$ i den siste likevekten har avgitt sitt proton for å oppnå denne pH ?

Kjemiolympiaden 2005 - 2. uttakingsprøve

Onsdag 26. Januar 2005.

Tid: 180 minutter

Tillatte hjelpemidler: Tabeller i kjemi og lommeregner.

Dette oppgavesettet er på **8** sider.

Oppgave	Poeng
1	24
2	8
3	6
4	20
5	12
6	10
7	20
Sum	100

Oppgave 1 (24 poeng)

Hvert av spørsmålene i denne oppgaven skal besvares ved å angi bokstavkoden til det alternativet du tror er rett.

1) Hvilken gass gir bare rent vann som eneste forbrenningsprodukt?

- A) Oksygen
- B) Hydrogen
- C) Etan
- D) Etyl

2) NH_3 – molekylet er

- A) Plant og svakt polart
- B) Plant og upolart
- C) Pyramideformet og svakt polart
- D) Pyramideformet og upolart

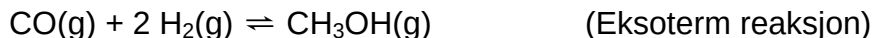
3) Hvilken påstand om buffer er sann?

- A) pH endres ikke merkbart ved fortynning
- B) ved å tilsette litt syre endres pH betydelig
- C) lages ved å løse syrens basiske salt i vann
- D) pH i en buffer er alltid 7

- 4) Hvilket atom/ion har 2 elektroner i K-skallet, 8 elektroner i L-skallet og ingen elektroner i M-skallet?

A) F^-
B) Na
C) Al
D) Ingen av dem

- 5) Metanol lages industrielt på flere ulike måter, blant annet ved reaksjon mellom $CO(g)$ og $H_2(g)$ i nærvær av en ZnO/Cr_2O_3 katalysator:



Hvilken av følgende endringer vil lede til økt dannelse av metanol fra en tilstand ved likevekt?

A) Økt temperatur
B) Økning i volum
C) Økt mengde $CO(g)$
D) Tilsetting av mer katalysator

- 6) Hvilken av følgende forbindelser vil ikke påvirke likevekten

$HNO_2(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_2^-(aq)$ ved tilsetting til et system i likevekt?

A) $NaNO_2$
B) $Ba(NO_2)_2$
C) HCl
D) KCl

- 7) Gitt følgende tre systemer: (i) is ved $0^\circ C$, (ii) vann ved $32^\circ C$ og (iii) vanndamp ved $110^\circ C$. Rangør de tre systemene etter økende entropi/uorden (anta samme stoffmengde)

A) (i) < (ii) < (iii)
B) (iii) < (ii) < (i)
C) (i) < (iii) < (ii)
D) Ingen av de nevnte rekkefølger

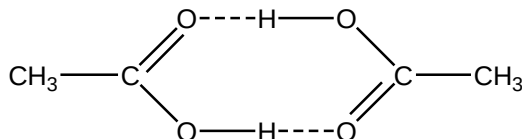
- 8) Hvilket av følgende metaller kan fungere som såkalt offer-anode for å forhindre korrosjon av jern ?

A) $Sn(s)$
B) $Ag(s)$
C) $Mn(s)$
D) $Cu(s)$

- 9) Hva er pH i en mettet $\text{Au}(\text{OH})_3$ -løsning (løselighetsprodukt for $\text{Au}(\text{OH})_3$ er $K_{\text{sp}} = 5,5 \cdot 10^{-46}$)?
- A)** 2,3
 - B)** 7,0
 - C)** 8,0
 - D)** 11,6
- 10) En forbrenningsanalyse viste at en organisk forbindelse besto av 55 % karbon, 9% hydrogen og 36% oksygen. Hvilken forbindelse var det?
- A)** etanol
 - B)** etanal
 - C)** eddiksyre
 - D)** dimetyleter ($\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$)
- 11) Hvilken av følgende løsninger vil etter en eventuell reaksjon danne en buffer ?
- A)** 100 mL 0,1 M HCOOH + 100 mL 0,1 M NaOH
 - B)** 100 mL 0,1 M HCOOH + 50 mL 0,1 M HCl
 - C)** 100 mL 0,1 M HCOONa + 40 mL 0,1 M HCl
 - D)** 100 mL 0,1 M HCOONa + 100 mL 0,1 M HCl
- 12) Du ønsker å bestemme konsentrasjonen av en syre som du titrerer mot en lutløsning med kjent konsentrasjon. Syren pipetteres ut nøyaktig og overføres til en erlenmeyerkolbe som inneholder små mengder vann. Hvordan påvirker denne vannmengden i erlenmeyerkolben resultatet?
- A)** Syrens konsentrasjon blir for lav
 - B)** Syrens konsentrasjon blir for høy
 - C)** Påvirker litt, men usikkerheten i de andre målingene er større
 - D)** Ingen påvirkning på resultatet

Oppgave 2 (8 poeng)

Eddiksyre danner ofte såkalte dimere enheter (dimer = to like molekyler som er bundet til hverandre; monomer = enkle separate molekyler). Dette skjer gjennom hydrogenbinding (stiplet linje på figuren) mellom de to syregruppene på molekylene:



I løsningsvil eddiksyre danne en likevektsblanding mellom monomere (A) og dimere (A_2) enheter. Symbolsk kan vi skrive denne likevekten som



Likevektskonstanten for denne likevekten er $K = 1,5 \cdot 10^2 \text{ M}^{-1}$ dersom eddiksyren er løst i benzen, mens den er mye lavere i vann: $3,7 \cdot 10^{-2} \text{ M}^{-1}$

- Beregn forholdet mellom konsentrasjonen av dimer og monomer for 0,10M eddiksyre i benzen
- Hvorfor er K så mye større i benzen enn i vann, det vil si hvorfor er dimeren mer gunstig i benzen enn vann? Gi en kort begrunnelse.

Oppgave 3 (6 poeng)

Skriv reaksjonslikninger med strukturformler for:

- Hydrolyse av etylbutanat
- Addisjon av vann til sykloheksen
- Addisjon av brom til syklopenten

Oppgave 4 (20 poeng)

I mange sammenhenger brukes metallegeringer og ikke rene metaller da legeringer ofte har bedre mekaniske eller kjemiske egenskaper enn de tilsvarende rene metaller. Legeringer som er blandinger av to grunnstoffer kalles binære, mens de med tre grunnstoffer kalles ternære.

Du har 1,00 gram av hver av følgende to legeringer som ofte brukes i smykker:

- (I) Mørkerødt gull (binær legering)
- (II) 14 karat "vanlig" gult gull (ternær legering)

Prøvene består av et finmalt pulver. Du kan derfor anta at der hvor det kan skje en oppløsningsreaksjon, vil alt av det aktuelle metallet løses opp.

Prøvene (I) og (II) forsøkes løst opp i konsentrert saltsyre uten at noe skjer. Metallpulveret vaskes og tørkes igjen.

- a) Hva sier dette forsøket om hvilken type metaller som utgjør den/de andre komponentene i de to legeringene ?

Ved bruk av konsentrert salpetersyre, som er et sterkere oksidasjonsmiddel enn saltsyre, løses en del av metallpulveret opp i begge prøvene. Gullrestene som blir igjen etter fullstendig oppløsning av de andre metallene fjernes og de to løsningene tilsettes konsentrert natriumkloridløsning. For prøve (I) skjer det ingenting, mens for prøve (II) felles det ut et hvitt bunnfall. Dette filtreres fra, tørkes og veies. Vekten er 0,37 gram. Bunnfallet er lett løselig i ammoniakk.

- b) Hvilket metall utgjør den andre komponenten av de tre i 14 karat "vanlig" gull ?

- c) Hvor stor masseprosent av legering (II) utgjøres av dette grunnstoffet ?

De to løsningene tilsettes deretter H_2S -gass. Det felles ut et mørkt, nærmest sort, bunnfall i begge løsningene. Dette filtreres fra, tørkes og veies. Vekten er 0,75 gram for legering (I) og 0,21 gram for legering (II). Bunnfallene løses greit opp i salpetersyre og ved tilsetning av ammoniakk får løsningene en dyp blå farge.

- d) Hvilket metall utgjør den andre komponenten i legering (I) og den tredje komponenten i legering (II) ?

- e) Hvor stor masseprosent av de to legeringene består av dette grunnstoffet ?

A. En sjeldnere variant av gull er såkalt blått gull, som har en svak blåfarge. En prøve av en slik binær legering vil løses delvis opp i konsentrert saltsyre og gi en gullrest som utgjør ca. 75% av prøvens masse. Tilsetning av H_2S til saltsyre-uttrekket ved lav pH gir ikke noe felling av sulfid, mens ved basiske betingelser felles det ut et sort metallsulfid. Dette bunnfallet kan løses igjen ved tilsetning av salpetersyre. Ved etterfølgende tilsetning av KSCN (kaliumtiocyanat) dannes en sterkt rødfarget løsning (ingen utfelling, bare fargeendring).

- f) Hvilket metall utgjør den andre komponenten i blått gull ?

B. Et ubrukt norsk kronestykke (siste myntserie fra Norges Bank) veier 4,35 gram og er laget av en binær legering. Mynten males opp til et fint pulver som løses delvis opp i saltsyre. Brukes derimot salpetersyre, løser alt metallet seg. Felling med H_2S i salpetersyreløsningen ved lav pH gir 4,91 gram av et mørkt sort bunnfall.

Dette sentrifugeres fra (vi tar vare på sentrifugatet) og bunnfallet vaskes og løses opp i salpetersyre. Etterfølgende tilsetning av ammoniakk til basisk pH gir en fin blå løsning. Felling med H_2S ved basisk pH i sentrifugatet vi tok vare på gir igjen et mørkt farget bunnfall. Dette løses opp i salpetersyre, og ved tilsetning av dimetylglykoksim dannes et rødt bunnfall.

- g) Hvilke to metaller består norske kronestykker av ?
- h) Hvilken sammensetning (masseprosenter) har legeringen ?

Oppgave 5 (12 poeng)

Det finnes seks strukturisomere forbindelser med formel C_5H_8 som er sykliske alkener med dobbeltbindingen som en del av ringen, og som i tillegg ikke inneholder noen etylgrupper.

- a) Skriv strukturformler på disse seks forbindelsene (to av de seks har i tillegg et kiralt/asymmetrisk karbonatom - for hver av disse to regnes de to speilbildeformene som like)

Tre reagensglass (merket A, B og C) inneholder hver en av disse seks mulige forbindelsene. Til hvert glass blir det tilsatt en løsning av oksidasjonsmiddelet KMnO_4 under sure betingelser. Ved slike betingelser vil dobbeltbindingen brytes ved at den oksideres. Da dannes forbindelsene D, E og F med følgende egenskaper:

- Forbindelse A gir en dikarboksylsyre (D) som inneholder ett kiralt (asymmetrisk) karbonatom.
 - Forbindelse B danner et diketon (E) som ikke inneholder noen kirale karbonatomer.
 - Forbindelse C danner forbindelsen F som inneholder både en karboksylsyre og en ketogruppe og som i tillegg inneholder ett kiralt karbonatom.
- b) Angi hvilke av de seks isomere som er henholdsvis A, B og C
 - c) Skriv strukturformler for produktene D, E og F.

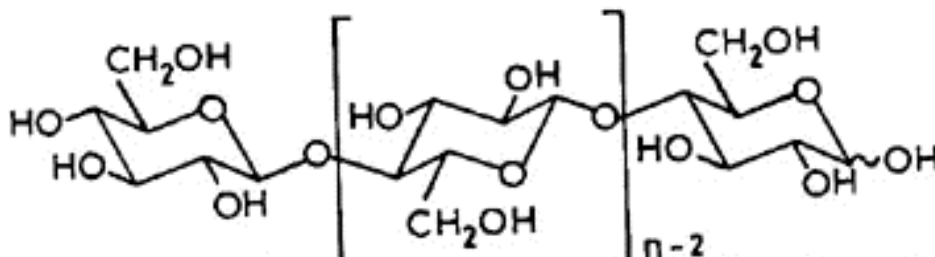
Oppgave 6 (10 poeng)

Gjennom fotosyntesen omdannes karbon i form av CO_2 -gass til, i første omgang, glukose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

- Skriv balansert likning for reaksjon mellom CO_2 og vann til glukose + en viktig atmosfærisk gass.
- Hvor mange liter luft blir rensset for CO_2 gass ved dannelse av 1 kg glukose antatt at luften inneholder 0,035 volum prosent CO_2 ved standard (STP) betingelser ?

Glukose kan danne en 6-ring, som senere kan polymerisere til polysakkaridet cellulose, som utgjør hovedbestanddelen av celleveggen i planteceller. (Glukose er nok det organiske molekylet som det finnes mest av i naturen).

Når glukose polymeriserer til cellulose skjer dette ved en såkalt kondensasjonsreaksjon, hvor det spaltes av ett vannmolekyl per enhet glukose som koples på den voksende kjeden med cellulose:



Anta at den ene kiloen med glukose danner en enkelt utstrakt kjede med cellulose uten forgreninger.

- Hvor mye vil dette cellulosemolekylet veie ?

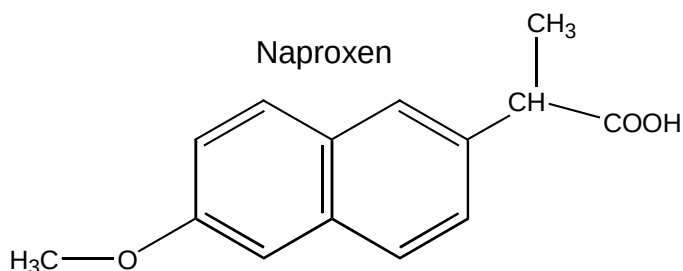
Anta at en enkelt glukoseenhet i denne kjeden er $6 \cdot 10^{-10}$ meter lang.

- Hvor lang cellulosekjede dannes av 1 kg glukose (antatt at den er maksimalt utstrakt) ?

Oppgave 7 (20 poeng)

Et av de vanlige betennelsesdempende legemidlene er naproxen ($K_a = 6,3 \cdot 10^{-5}$ M). Dette legemiddelet foreligger i tablettform, og hver tablett inneholder vanligvis 500, 375 eller 250 milligram av selve virkestoffet naproxen. En elev ble bedt om å bestemme mengden naproxen i en utlevert tablett ved hjelp av titrering. Vi antar at tablettene løses helt i vann, og at ingen av de andre stoffene i tablettene er syrer eller baser.

Naproxen-tabletten ble løst i 25,00 mL vann og titrert mot en 0,108 M NaOH standardløsning med et forbruk på 19,83 mL til endepunktet.



- Beregn mengden naproxen (i milligram) i tablettene.
- Hva er pH ved ekvivalenspunktet?
- Hvilken av indikatorene BTB og fenolftalein ville du valgt? Begrunn kort svaret.
- Hvor mange mL av 0,108 M NaOH-løsningen må du tilsette til 25,00 mL av naproxen-løsningen for å få en buffer med pH 4,8?
- Vil naproxen være mest løselig i vann ved høy eller lav pH? Begrunn kort svaret.