

# Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2006

Skriv kun på disse sider, og brug evt. bagsiderne

***Det forventes IKKE, at du kan nå at besvare alle spørgsmålene***

**Tidsrum: 120 min.**

Tilladte hjælpemidler: Kemisk Formelsamling, DATAbog *fysik kemi* og godkendt lommeregner.

Der er i alt 7 opgaver. **Du skal kun regne én af opgaverne 6 og 7.**

Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

**Navn, klasse og skole:** \_\_\_\_\_

## Opgave 1

Der findes mange forskellige præparater, som kan neutralisere mavesyre, som hovedsageligt består af saltsyre. På indlægssedlen for et sådant produkt ( en flydende mikstur ) kan man bl.a. læse følgende:

"... 1,00 mL indeholder  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  og  $\text{MgCO}_3$  svarende til 0,99 mmol Mg og  $\text{Al}(\text{OH})_3$  svarende til 2,18 mmol Al ... "

- a) Opskriv relevante reaktionsskemaer for neutralisation af saltsyren ud fra disse indholdsstoffer.

pH i maven ligger normalt mellem 1,5 og 2,5.

- b) Hvilken protoneret form af basen  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$  vil være den dominerede i et sådant miljø?

c) Hvor mange mmol saltsyre neutraliseres med 10,0 mL mikstur.

Antag at voluminet af mavesaften er 2,00 L efter en god frokost. Desværre er pH ubehagelig lav:  $\text{pH}=1,00$ . Derfor indtages 15,0 mL af optalte mikstur (svarende til ca. en spiseskefuld).

d) Bestem pH efter indtagelsen.

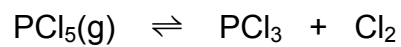
e) Hvor meget mikstur skal der drikkes for at få pH tilbage til 2,00?

## Opgave 2

104 g  $\text{PCl}_5$  anbringes i en tom beholder med rumfanget 2,50 L.

- a) Beregn den aktuelle koncentration af  $\text{PCl}_5$  i beholderen.

Beholderen opvarmes til 523 K, hvorved noget af  $\text{PCl}_5$  spaltes til  $\text{PCl}_3$  og  $\text{Cl}_2$ , idet der indstiller sig følgende ligevægt



Antag at 35 % af  $\text{PCl}_5$  er spaltet når ligevægten har indstillet sig.

- b) Beregn koncentration af  $\text{PCl}_5$  i ligevægtsblandingen.
- c) Bestem massen af dichlor ( $\text{Cl}_2$ ) i ligevægtsblandingen.
- d) Beregn ligevægtskonstanten,  $K$  ved de 523 K.
- e) Bestem trykket i beholderen ved ligevægt.

### Opgave 3

Der kan kun forekomme liv i vand, fordi der er opløst dioxygen i vandet. Uden opløst dioxygen ville alt liv hurtigt ophøre.

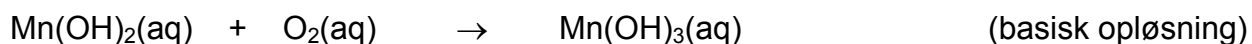
Det er derfor vigtigt at kunne måle koncentrationen af dioxygen i søer og vandløb. Er koncentrationen under 5 mg/L, vil de fleste fisk ikke kunne overleve.



En meget præcis metode til måling af dioxygenkoncentrationen kaldes *Winkler metoden*. I basisk opløsning vil  $\text{Mn}^{2+}$  hurtigt oxideres til  $\text{Mn}^{3+}$  af opløst dioxygen, og der dannes et mørkt bundfald af  $\text{Mn}(\text{OH})_3$ .

En vandprøve fra et vandløb rystes med et overskud af  $\text{Mn}^{2+}$  i basisk opløsning. Det dannede bundfald reagerer derefter med et overskud af kaliumiodid. Herved oxideres iodid til diiod. Mængden af det dannede diiod bestemmes nu ved at titrere med en opløsning af natriumthiosulfat.

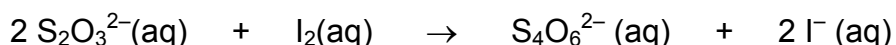
a) Afstemt reaktionsskemaet



b) Afstemt reaktionsskemaet



Reaktionen mellem diiod og thiosulfat er som følger



c) Foreslå en egnet indikator.

25,0 mL vandprøve fra et vandløb behandles, som omtalt ovenfor. Der forbruges 27,3 mL 0,00100 M natriumthiosulfat ved titreringen.

d) Beregn koncentrationen af opløst dioxygen i vandprøven. Resultatet skal angives i mg/L.

Hvis der også findes nitrit i vandprøven, kan dette påvirke målingen. Nitrit kan også oxidere iodid til diiod. Ved denne reaktion dannes i første omgang en farveløs gas, som imidlertid hurtigt omdannes til en brun gas, nitrogendioxid, ved kontakt til luftens dioxygen.

e) Hvad er formlen for den farveløse gas?

For at modvirke ovenstående, er der udviklet en modificeret udgave af Winklers metode. Inden tilsætningen af kaliumiodid tilsættes vandprøven en opløsning af natriumazid,  $\text{NaN}_3$ . Herved dannes to gasser; dinitrogen og dinitrogenoxid.

f) Opskriv et afstemt reaktionsskema for reaktionen mellem natriumazid og nitrit.

## Opgave 4

Tollens reagens anvendes til påvisning af aldehyder. Når et aldehyd opvarmes med Tollens reagens, dannes metallisk sølv (sølvspejl). Aldehydet oxideres og sølv(I)ioner reduceres i basisk opløsning. Ketoner giver ikke positiv Tollens prøve.

Stof **A** ( $C_5H_9OCl$ ) er en alifatisk organisk forbindelse, som giver bundfald med 2,4-dinitrophenylhydrazin. Stof **A** giver ikke sølvspejl med Tollens reagens og affarver heller ikke bromvand. Stof **A** indeholder ikke asymmetriske C-atomer og chloratomet sidder på C-atom nummer 5.

Stof **A** kan reduceres med natriumborhydrid til stof **B** ( $C_5H_{11}OCl$ ).

Ved hjælp af koncentreret svovlsyre elimineres vand fra stof B. Herved dannes **C**, **D** og **E** ( $C_5H_9Cl$ ). Stof **C** har ingen stereoisomerer, men **D** og **E** er indbyrdes geometriske isomere.

a) Opskriv strukturformlerne for **A**, **B**, **C**, **D** og **E**.

Når **B** opvarmes med kaliumcyanid i ethanol dannes **F** ( $C_6H_{11}ON$ ).

b) Opskriv reaktionsskemaet for reaktionen. Hvilken reaktionstype er der tale om?

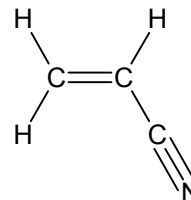
**F** opvarmes med fortyndet svovlsyre og danner **G** ( $C_6H_{12}O_3$ ). Ved ydeligere opvarning med koncentreret svovlsyre dannes **H** ( $C_6H_{10}O_2$ ). H har en sødlig duft.

c) Opskriv strukturformler for **G** og **H**.

## Opgave 5

Mange forskellige polymerer fremstilles ved addition af forskellige alkener. F.eks. fremstilles PVC ved gentagen addition af alkenen vinylchlorid (chlorethen).

Polymeren Orlon® fremstilles ud fra acrylonitril:



- a) Opskriv strukturformlen for Orlon.  
Strukturformlen skal indeholde 2-3 enheder af monomeren.

Styren (phenylethen) er monomeren i polystyren, som bl.a. anvendes til "Flamingo".

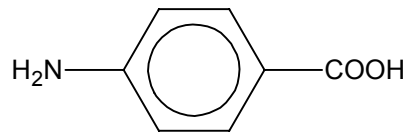
- b) Opskriv strukturformel for polystyren.  
Strukturformlen skal indeholde 2-3 enheder af monomeren.

Man kan også fremstille polymerer ved en kondensationsreaktion mellem en amin og en carboxylsyre. Ved en kondensationsreaktion fraspaltes vand. For at fremstille en sådan polymer skal der være flere aminer/syregrupper i hvert molekyle.

Kevlar er et stærkt materiale, som blandt andet anvendes i skudsikre veste og cykeldæk. Kevlar fremstilles ved polymerisation af 1,4-benzendiamin og 1,4-benzendicarboxylsyre.

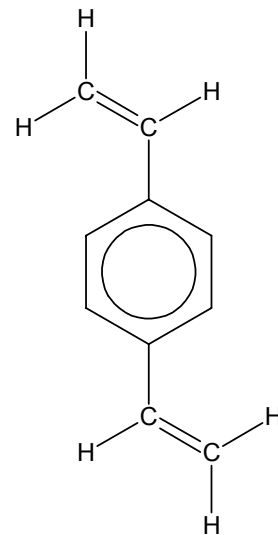
- c) Opskriv en strukturformel for kevlar.  
Strukturformlen skal indeholde 2-3 enheder af hver af monomererne.

Man kan også anvende følgende monomer



- d) Opskriv en strukturformel for denne polymer.  
Strukturformlen skal indeholde 2-3 enheder af monomeren.

For at gøre en polymerer stærkere kan man anvende et krydslink mellem de forskellige polymerkæder.



*para*-di-vinylbenzen

- e) Skitser, hvordan små mængder af *para*-di-vinylbenzen sammen med styren kan danne polymerkæder med sådanne krydslink.

**Du skal kun regne én af opgaverne 6 og 7 – vælg selv hvilken!**

## Opgave 6

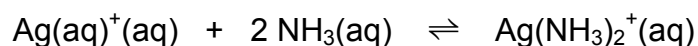
Et element er opbygget af to halvceller

Ag(s) i 50 mL 0,100 M AgNO<sub>3</sub> og  
Zn(s) i 50 mL 0,100 M Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

a) Opskriv cellediagrammet svarende til ovennævnte celle.

b) Beregn elementets hvilespænding.

Til sølvhalvcellen sættes 50 mL 2 M NH<sub>3</sub>, hvorefter følgende ligevægt indstiller sig

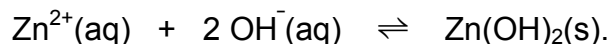


Hvilespændingen måles til 1,080 V.

c) Beregn [Ag<sup>+</sup>] i sølvhalvcellen.

Til zinkhalvcellen sættes 50 mL 2,00 M NaOH, sølvhalvcellen er stadig som nævnt i punkt c).

Der indstiller sig følgende ligevægt



Hvilespændingen måles nu til 1,507 V.

d) Beregn opløselighedsproduktet for Zn(OH)<sub>2</sub>

## Opgave 7

Stoffet **A** har et kogepunkt på ca. 100 °C. En elementaranalyse af **A** giver følgende resultat

C: 64,8 %  
H: 13,6 %  
O: 21,6 %

a) Bestem den empiriske formel for **A**.

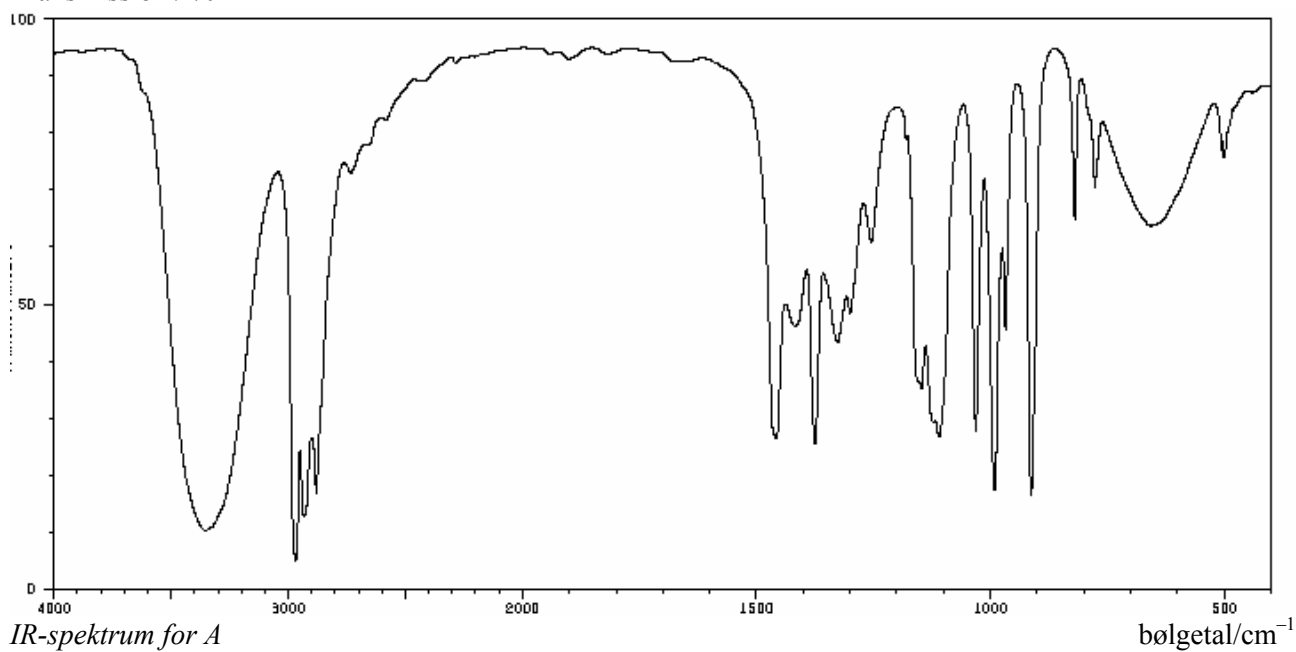
b) Foreslå en molekylformel for **A**.  
Svaret skal begrundes.

Ud fra de foreliggende oplysninger kan **A** indeholde to forskellige funktionelle grupper.

c) Identificer de to mulige funktionelle grupper.

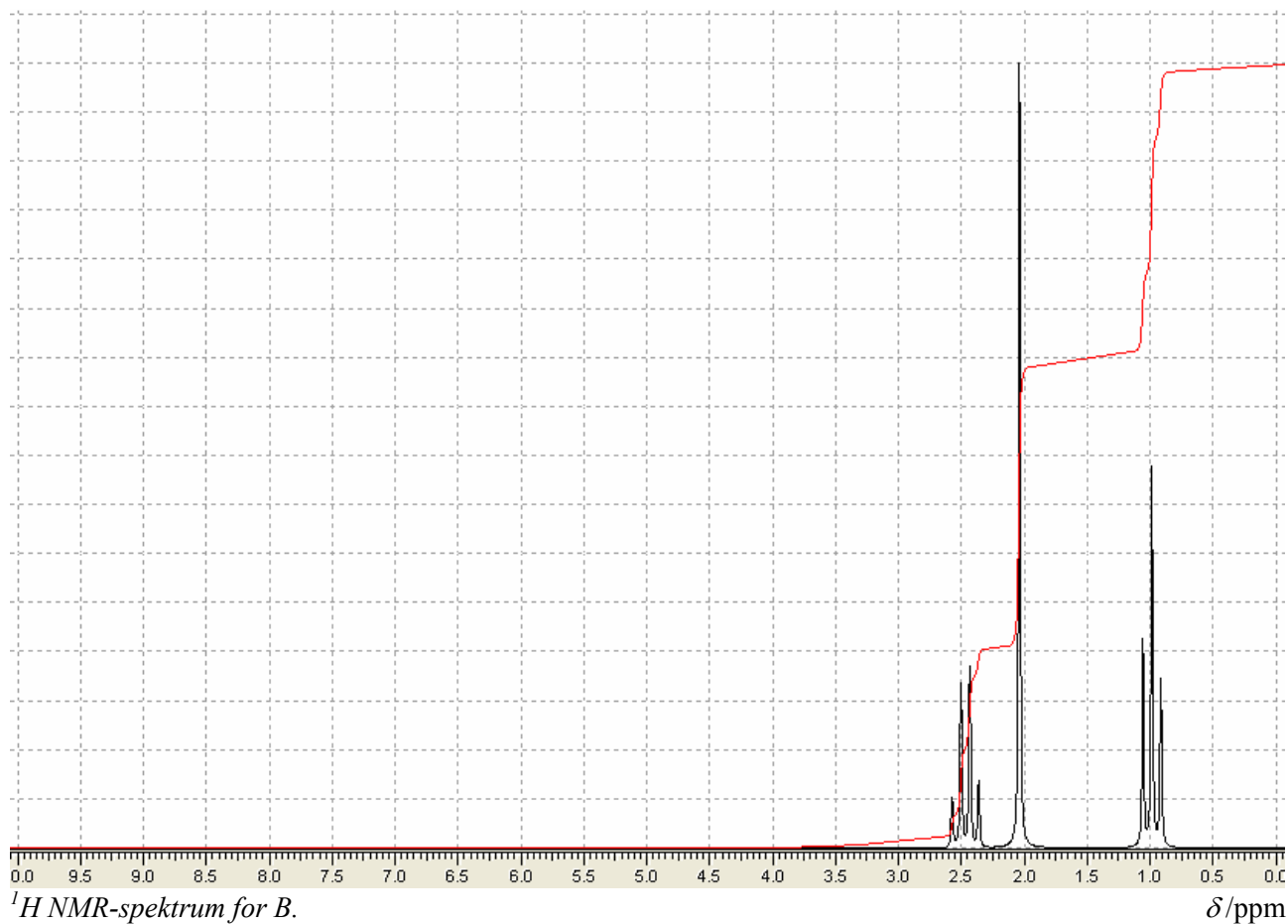
Nedenfor ses IR-spektrret for **A**.

Transmission / %



- d) Bestem, hvilken funktionel gruppe, der er tale om.  
Opskriv strukturformel og navn for de mulige forslag til **A**.

Stof **A** reagerer i sur opløsning med kaliumpermanganat og giver stof **B**, som har et lavere kogepunkt end **A**.  
Nedenfor ses  $^1\text{H}$ -NMR-spektret for **B**.



e) Angiv strukturformel og navn for **B**.