

# Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2004

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

0,1152 g af et stof **A**, som indeholder carbon, hydrogen, nitrogen og oxygen brændes af med overskud af oxygen. De dannede gasser behandles yderligere for at omdanne nitrogenholdige forbindelser til  $N_2$ .

I den resulterende blanding af  $CO_2$ ,  $H_2O$  og  $N_2$  bestemmes massen af de forskellige stoffer:

$$m(H_2O) = 0,09912 \text{ g}$$

$$m(CO_2) = 0,2081 \text{ g}$$

$N_2(g)$  opsamles i en beholder med rumfanget 225 mL, og trykket i beholderen måles til 0,0868 bar ved 25 °C.

- a) Beregn stofmængderne af  $H_2O$ ,  $CO_2$  og  $N_2$ .

$$n(H_2O) =$$

$$n(CO_2) =$$

$$n(N_2) =$$

- b) Bestem massen af C, H, N og O i **A**.

$$m(H) =$$

$$m(C) =$$

$$m(N) =$$

$$m(O) =$$

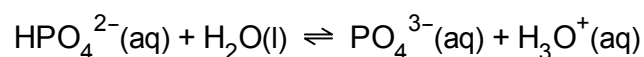
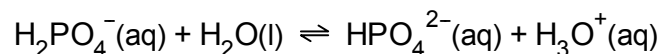
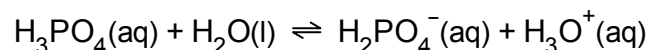
c) Bestem den empiriske formel for **A**.

I et andet eksperiment er den molare masse af **A** blevet bestemt til  $M(\mathbf{A}) = 146 \text{ g/mol}$ .

d) Find molekylformlen for **A**.

## Opgave 2

Phosphorsyre,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , er en triprot syre, der kan indgå i følgende tre protolyseligevægte:



a) Beregn pH i en 1,5 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -opløsning. Det kan antages, at phosphorsyre opfører sig som en monoprot syre.

Man ønsker nu at fremstille en pufferopløsning, hvor pH er 7,0.

b) Hvilke to af stofferne  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  og  $\text{PO}_4^{3-}$  er mest velegnede til at indgå i pufferopløsningen? Begrund dit svar.

- c) Beregn stofmængdeforholdet mellem de to stoffer i pufferopløsningen med pH = 7,0.

Til 50 mL af den ovennævnte pufferopløsning, hvor  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 0,100 \text{ M}$ , tilsættes  $2,0 \cdot 10^{-3}$  mol NaOH.

- d) Beregn pH i blandingen efter tilsætning af de 2,0 mmol NaOH.

- e) Beregn pH i en 0,20 M opløsning af  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

### Opgave 3

1,000 L af en opløsning af kobber(II)sulfat, som indeholder 15,00 masse-%  $\text{CuSO}_4$ , har en densitet på 1,169 g/mL.

25,00 mL af denne opløsning reagerer med overskud af koncentreret ammoniakvand ( $\text{NH}_3(\text{aq})$ ), hvorved der udfældes et mørkeblåt stof **B**.

Efter afkøling, filtrering og tørring blev massen af **B** bestemt til 6,127 g.

En prøve af **B** på 0,195 g analyseres for ammoniak ved titrering med 0,1036 M HCl. Ved titreringen mellem  $\text{NH}_3$  og HCl skal der anvendes 30,63 mL HCl-opløsning for at nå ækvivalenspunktet.

En anden prøve af **B** på 0,150 g blev analyseret for kobber(II) ved titrering med 0,0250 M EDTA, (som reagerer med  $\text{Cu}^{2+}$  i forholdet 1:1). Her blev ækvivalenspunktet nået ved anvendelse af 24,43 mL EDTA-opløsning.

0,200 g af **B** blev opvarmet til 110 °C for at fjerne alt krystalvand, hvilket efterlod 0,185 g vandfrit stof.

- a) Beregn  $[\text{Cu}^{2+}]$  i den oprindelige opløsning af kobbersulfat.

b) Find stofmængden af  $\text{Cu}^{2+}$  i de 25,0 mL opløsning.

c) Beregn masseprocenten af følgende stoffer i **B**:



d) Anvend resultaterne i spørgsmål c) til at bestemme en formel for **B**.

Antag, at  $\text{Cu}^{2+}$  er den begrænsende faktor for udfældningen af **B**.

e) Bestem udbytteprocenten for fældningsreaktionen.

#### Opgave 4

Tre stoffer, **X**, **Y** og **Z** har alle molekylformlen  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

a) Tegn strukturformler og navngiv tre forskellige stoffer med molekylformlen  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ .

Kogepunkterne for de tre stoffer er: **X**: 10,8 °C, **Y**: 82,4 °C og **Z**: 97,2 °C.

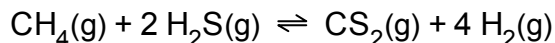
- b) Tilordn hvert kogepunkt til en af de tre strukturformler i spørgsmål a), og gør rede for kogepunkternes sammenhæng med stoffernes intermolekulære kræfter.

Et fjerde stof, **W**, har molekylformlen  $C_2H_4O_2$  og kogepunktet 118 °C. Stof **W** har samme molare masse som **X**, **Y** og **Z**.

- c) Foreslå en strukturformel for **W**, og forklar det højere kogepunkt.

### Opgave 5

En blanding af 2,00 mol  $CH_4$  (g) og 1,00 mol  $H_2S$  (g) opvarmes til 1000 K, der indstiller sig følgende ligevægt:



- a) Opskriv reaktionsbrøken for ovenstående ligevægt.

Ved ligevægt måles  $p(H_2)$  til 0,20 bar og  $p_{TOTAL}$  til 0,92 bar.

- b) Beregn partialtrykkene af  $CH_4$ ,  $H_2S$  og  $CS_2$ .

- c) Beregn blandingens rumfang.

- d) Beregn reaktionens ligevægtskonstant.

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

### Opgave 6

En koncentrationscelle er sat sammen som vist nedenfor:



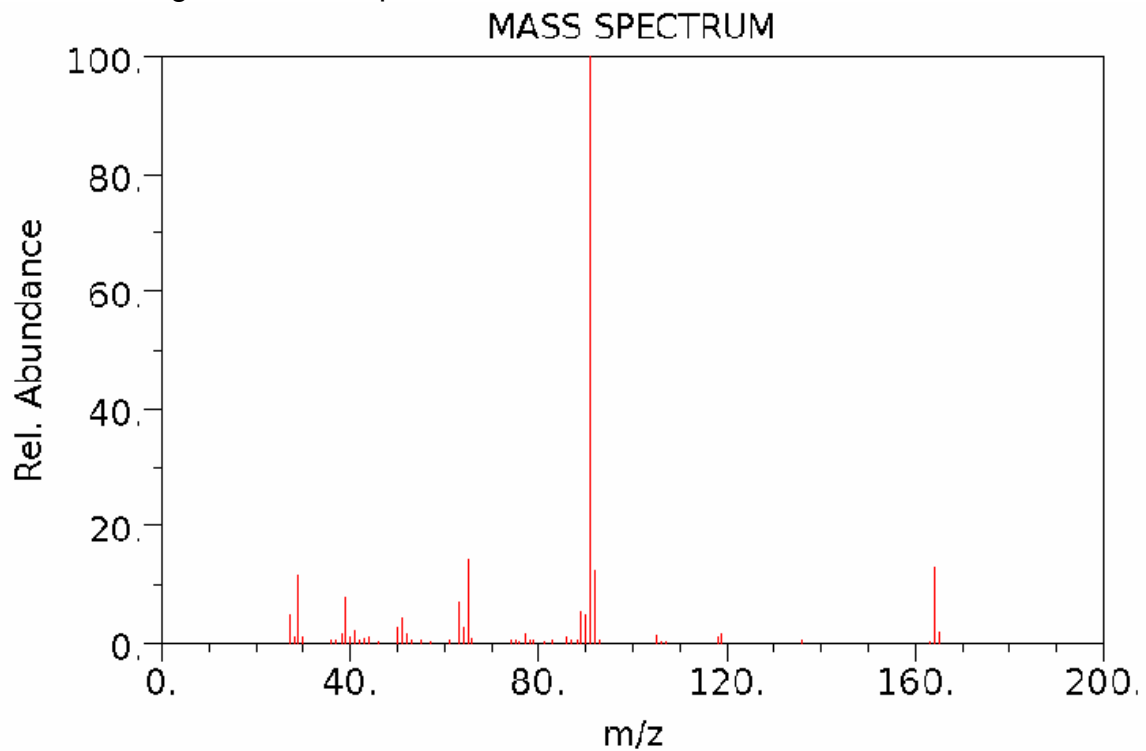
- a) Beregn  $U_0$  for cellen, og angiv hvilken halvcelle, der er den positive pol.

Til den venstre halvcelle, der indeholder 50 mL 0,010 M  $\text{AgNO}_3$ , sættes 25 mL 0,10 M  $\text{NaI}$ . Herved dannes et bundfald af  $\text{AgI}$ .  $U_0$  måles herefter til 0,795 V.

- b) Beregn  $[\text{Ag}^+]$  i venstre halvcelle efter udfældningen.
- c) Beregn  $[\text{I}^-]$  efter udfældningen, og bestem en værdi for opløselighedsproduktet for  $\text{AgI}$ .

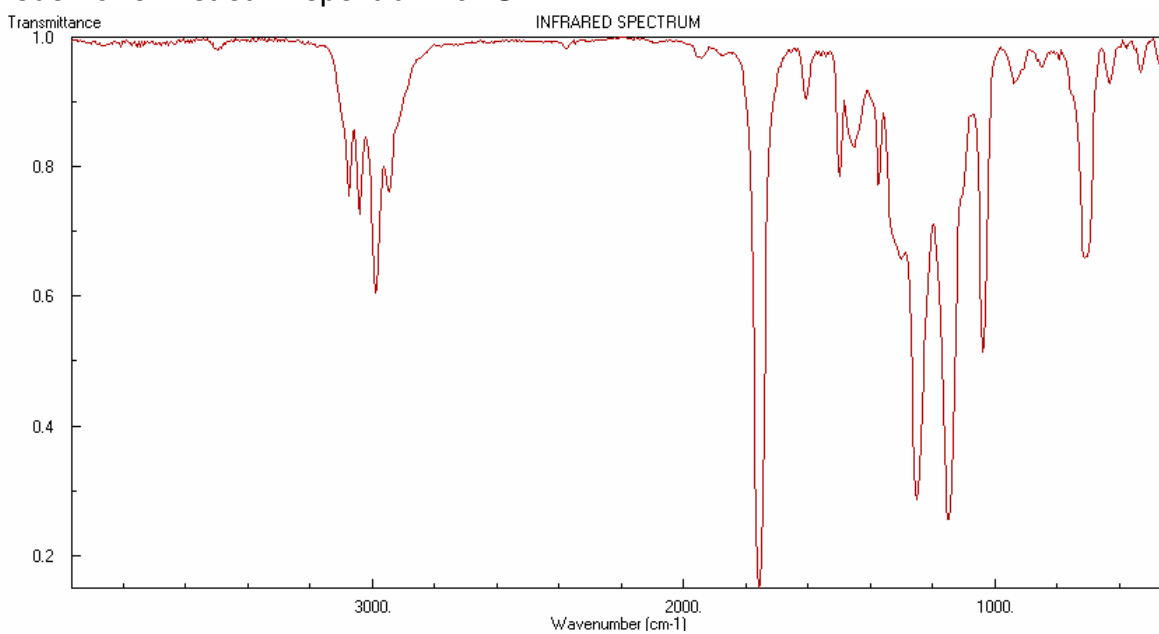
## Opgave 7

Et stof **C** har følgende massespektrum:



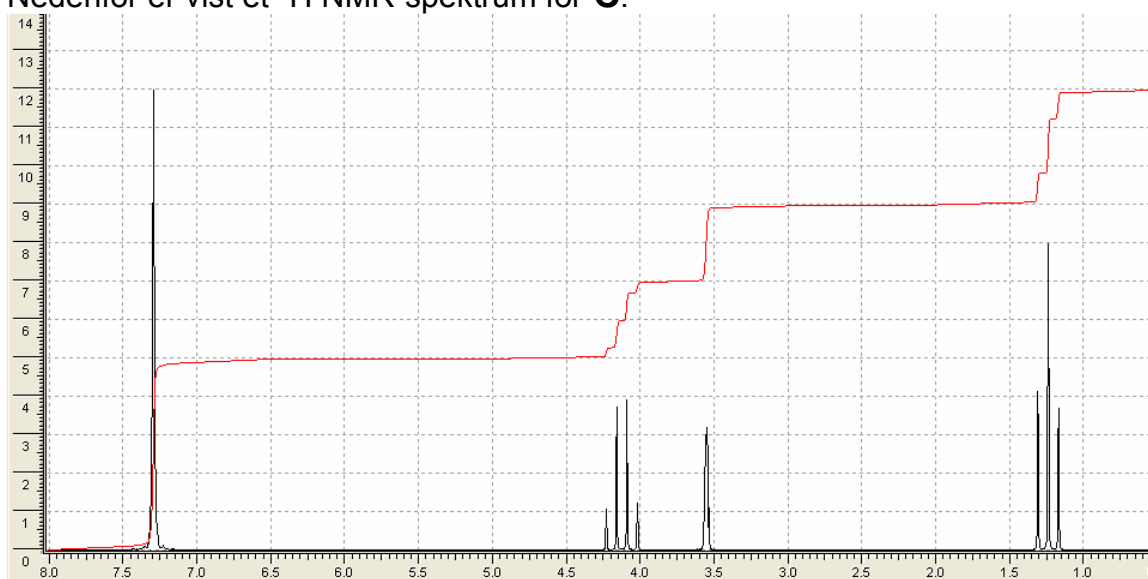
a) Argumenter ud fra massespektret for, at **C** kan have molekylformlen  $C_{10}H_{12}O_2$ .

Nedenfor er vist et IR-spektrum for **C**:



- b) Redegør for karakteristiske absorptionsbånd over  $1500\text{ cm}^{-1}$ , og bestem funktionelle grupper i **C**.

Nedenfor er vist et  $^1\text{H}$  NMR-spektrum for **C**:



- c) Bestem strukturen for **C**, idet du argumenterer ud fra integralkurve, kemiske skift og koblingsmønstre.