

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**.

$$m(H) =$$

$$m(C) =$$

$$m(N) =$$

$$m(O) =$$

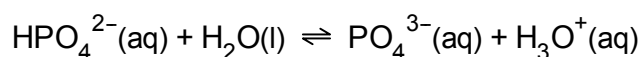
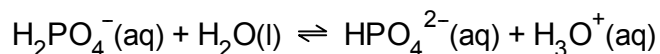
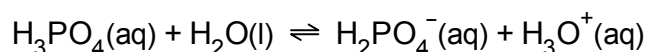
c) Bestem den empiriske formel for **A**.

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, H_3PO_4 , er en triprot syre, der kan indgå i følgende tre protolyseligevægte:



a) Beregn pH i en 1,5 M H_3PO_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 H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} og PO_4^{3-} er mest velegnede til at indgå i pufferopløsningen? Begrund dit svar.

- c) Beregn stofmængdeforholdet mellem de to stoffer i pufferopløsningen med $\text{pH} = 7,0$.

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 Na_3PO_4 .

Opgave 3

1,000 L af en opløsning af kobber(II)sulfat, som indeholder 15,00 masse-% 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 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 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 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 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.

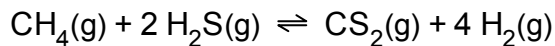
- b) Tilordn hvert kogepunkt til en af de tre strukturformler i spørgsmål a), og gør rede for kogepunkternes sammenhæng med stoffernes intermolekylære kræfter.

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:



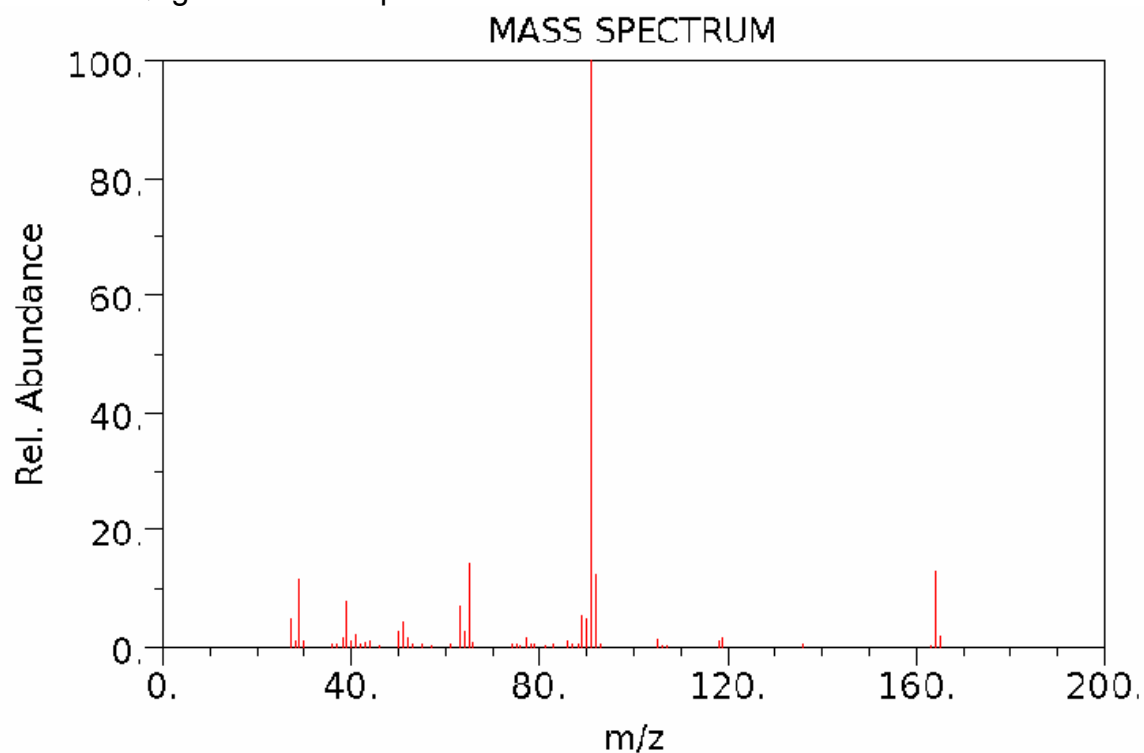
- a) Beregn U_0 for cellen, og angiv hvilken halvcelle, der er den positive pol.

Til den venstre halvcelle, der indeholder 50 mL 0,010 M AgNO_3 , sættes 25 mL 0,10 M NaI. Herved dannes et bundfald af 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 AgI.

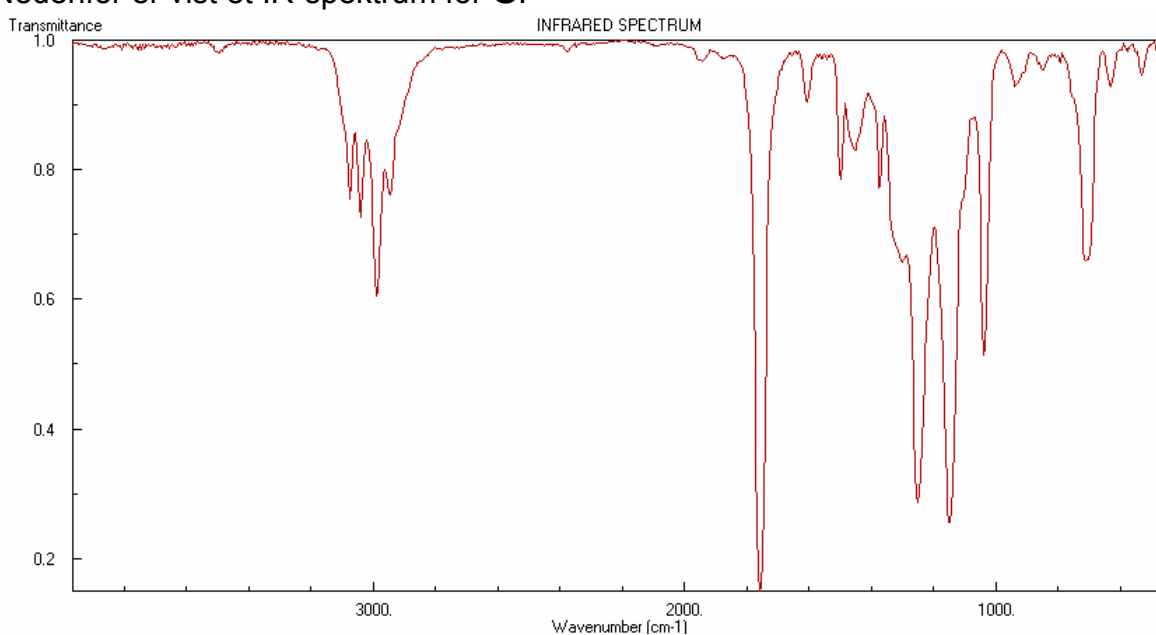
Opgave 7

Et stof **C** har følgende massespektrum:



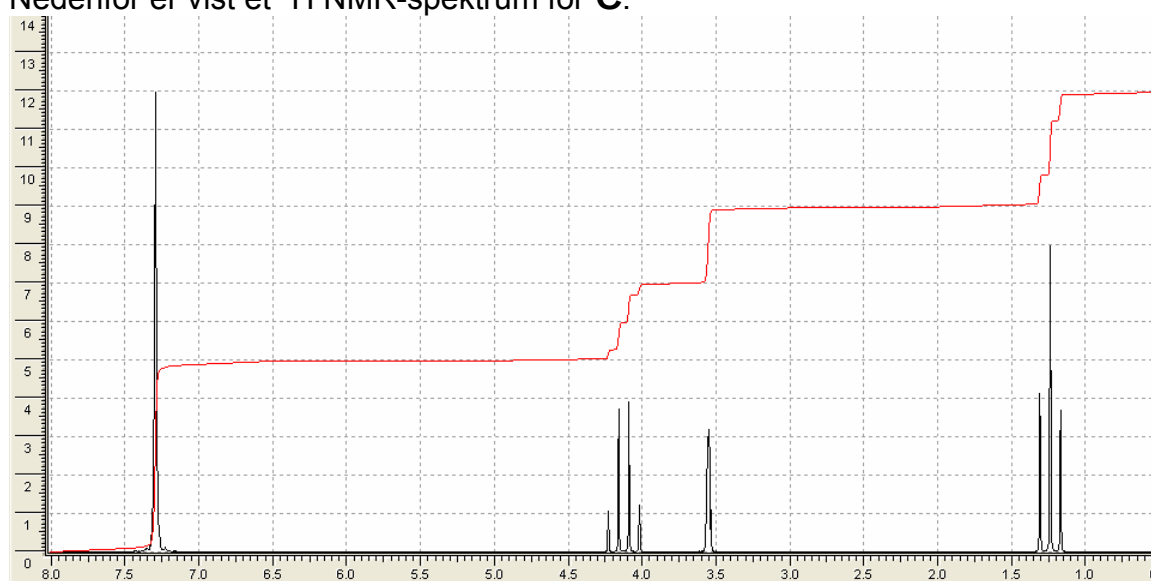
a) Argumenter ud fra massespektret for, at **C** kan have molekylformlen $C_{10}H_{12}O_2$.

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



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

Nedenfor er vist et ^1H NMR-spektrum for **C**:



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