

# Dansk kemiolympiade – 1. prøve november 2003

Svar på dette papir, brug evt. bagsiden

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

Tidsrum: 120 min.

Tilladte hjælpemidler: Formelsamling i kemi / Kemisk Formelsamling, DATABOG *fysik kemi* og godkendt lommeregner.

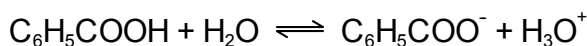
Der er i alt 6 opgaver. **Du skal kun regne en af opgaverne 5 eller 6.**

Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

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

## Opgave 1

Benzoesyre,  $C_6H_5COOH$ , bruges som konserveringsmiddel i fx frugtjuice, hvor det hæmmer væksten af mikroorganismer. Den konserverende effekt er størst, hvis pH i juicen er mindre end 5. Benzoesyre reagerer med vand efter følgende reaktionsskema:



- a) Beregn pH i en opløsning, hvor stofmængdekonzentrationen af benzoesyre er 0,010 M.

25 mL 0,010 M benzoesyre tilsættes 17 mL 0,012 M NaOH-opløsning.

- b) Beregn pH i blandingen.

c) Beregn forholdet mellem koncentrationen af benzoationer,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ , og benzoesyre i en juice med:

1) pH = 4,0

2) pH = 6,0

d) Ved hvilken af de to pH-værdier har opløsningen den største pufferkapacitet? Begrund dit svar!

## Opgave 2

Ved 298 K har ligevægtskonstanten  $K$  værdien  $0,120 \text{ bar}^2$  for nedenstående reaktion:



0,300 g  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  anbringes i en tom beholder på 5,00 L ved 298 K, der tilsættes fast  $\text{NH}_4\text{HS}$  indtil der netop har indstillet sig ligevægt.

a) Beregn trykket af  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  i beholderen før tilsætningen af  $\text{NH}_4\text{HS}$ .

b) Beregn trykket af hhv.  $\text{NH}_3$  og  $\text{H}_2\text{S}$  ved ligevægt.

c) Beregn molbrøken,  $x(\text{H}_2\text{S})$ , i ligevægtsblandingen.

- d) Beregn den mindste masse af  $\text{NH}_4\text{HS}$  der skal tilsættes for netop at opnå ligevægt.

### Opgave 3

Fluor og nogle af dets forbindelser.

En farveløs éntomig gas **A** har massen 1,31 g og rumfanget 0,247 L ved 1,00 bar, 298 K.

- a) Bestem den molare masse for **A**.

Når 0,657 g **A** reagerer fuldstændigt med 0,380 g difluor ved 673 K dannes der en fast forbindelse **B**.

- b) Bestem formlen for **B** og opskriv reaktionsskemaet for dannelse af **B**.

Hvis 1,037 g **B** reagerer med dioxygendifluorid ved 195 K dannes 124 mL dioxygen (ved 1,00 bar, 298 K) samt 1,23 g af en fast forbindelse **C**.

- c) Bestem formlen for **C** og opskriv reaktionsskemaet for dannelse af **C** ved hjælp af dioxygendifluorid.

Forbindelsen **D** kan dannes når en blanding af **A** og difluor belyses med UV-lys.

Et mol **D** reagerer fuldstændigt med dihydrogen ved 673 K, hvis produkterne opløses så meget som muligt i vand, kan den dannede opløsning netop neutraliseres med to mol natriumhydroxid.

- d) Opskriv reaktionsskemaerne for reaktionen mellem **A** og difluor og for reaktionen mellem **D** og dihydrogen.

#### Opgave 4

Opløseligheden af tungtopløselige salte påvirkes bl.a. af vandets pH.

Sølvoxalat  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  er et sådant salt med den molære opløselighed  $S = 2,06 \cdot 10^{-4}$  M.

- a) Opskriv opløselighedsproduktet  $K_o$ , idet der ses bort fra protolyse af  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -ionerne - både vha.  $S$  og vha. de aktuelle koncentrationer.

Man skal imidlertid tage hensyn til protolysen af  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -ionerne ved mere nøjagtige udregninger. Så i det følgende gælder der:

$$c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] + [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = S$$

- b) Udtryk  $[\text{HC}_2\text{O}_4^-]$  og  $[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]$  som funktion af  $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$  og  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  vha.  $K_s(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  og  $K_s(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ .

Dette fører frem til følgende udtryk:

$$S = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \cdot (K_s(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_s(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + K_s(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+]^2) / (K_s(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_s(\text{HC}_2\text{O}_4^-).$$

c) Bestem  $K_o$  ved pH = 7,0.

d) Bestem S ved pH = 4,0.

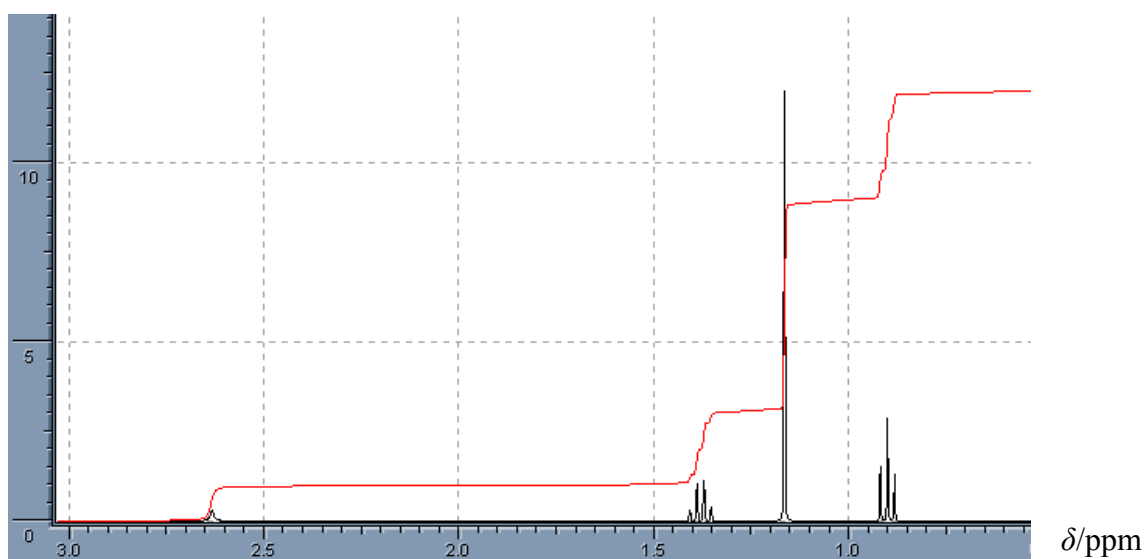
**Du skal kun regne en af opgaverne 5 og 6 - vælg selv hvilken!!**

### Opgave 5

Et organisk stof analyseres ved en elementaranalyse. Stoffet, der vides at være en alkohol, har følgende sammensætning: 68,13 % C, 13,72 % H og 18,15 % O.

a) Bestem stoffets empiriske formel og molekylformlen.

Der optages nu et  $^1\text{H}$  NMR-spektrum af stoffet:



- b) Bestem strukturen af alkoholen og angiv det systematiske navn for stoffet. Du skal argumentere ud fra integralkurve, kemiske skift og koblingsmønstre.

En anden alkohol, 3-methylbutan-1-ol, kan oxideres ved hjælp af dichromationer,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , i sur opløsning. Herved dannes stof **B** og  $\text{Cr}^{3+}$ -ioner.

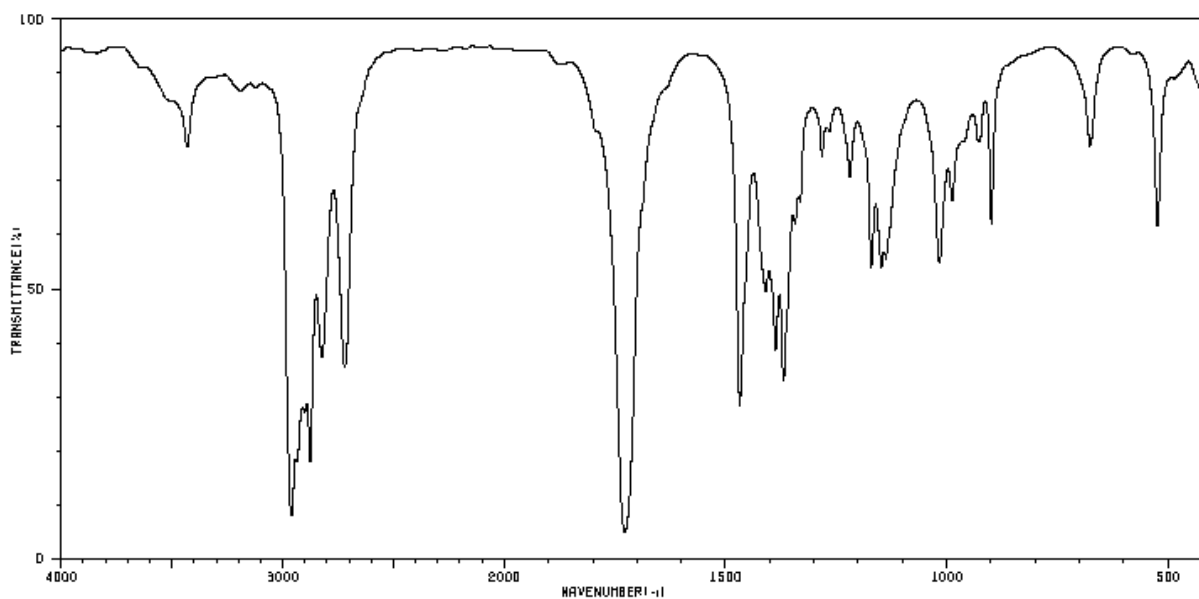
- c) Opskriv det afstemte reaktionsskema for den fuldstændige oxidation af 3-methylbutan-1-ol med dichromationer.

Ved en ufuldstændig oxidation af 3-methylbutan-1-ol dannes stof **C**.

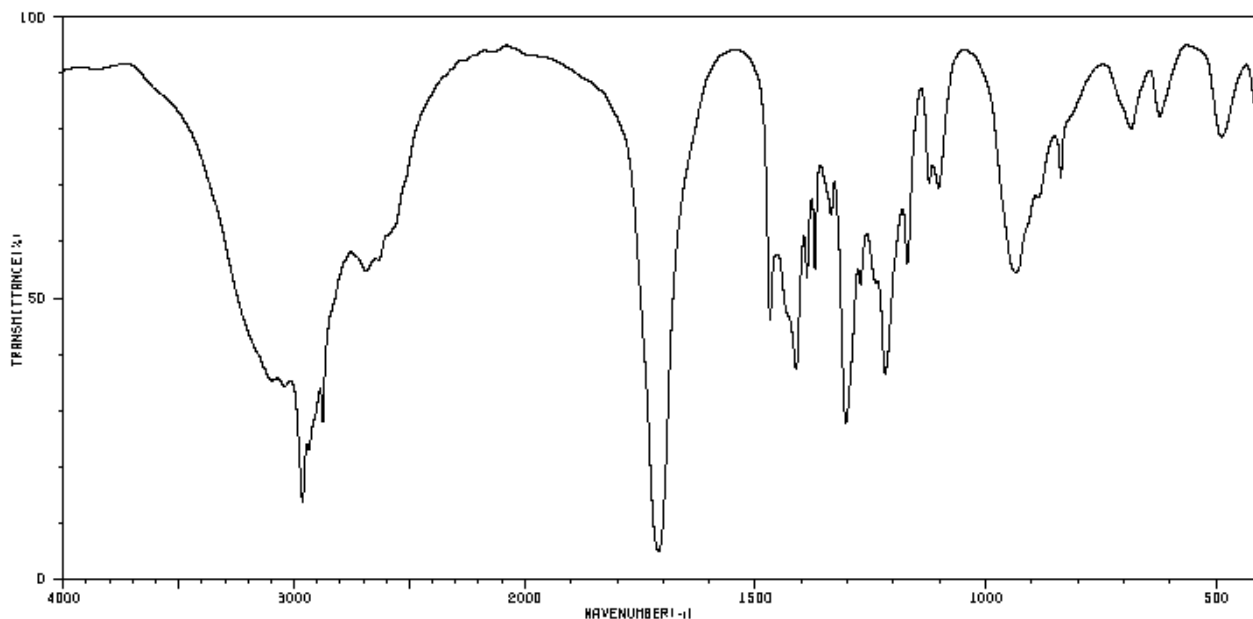
- d) Angiv det systematiske navn for stof **C**.

Nedenfor er vist IR-spektrene, for henholdsvis stof **B** og stof **C**.

### Spektrum 1:



## Spektrum 2:



- e) Tilordn de to spektre til stofferne **C** og **B**. Inddrag bølgetal og intensitet for absorptionsbånd over  $1500\text{ cm}^{-1}$  i tilordningen.

## Opgave 6

$\text{H}_2\text{O}_2$  kan virke både som oxidationsmiddel og som reduktionsmiddel.

I basisk opløsning kan  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxidere  $\text{Mn}^{2+}$ -ioner til  $\text{MnO}_2$ .

- a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne reaktion.

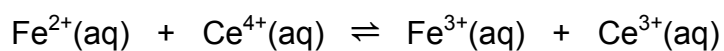
I sure opløsninger kan  $\text{H}_2\text{O}_2$  reducere permanganationer til  $\text{Mn}^{2+}$ -ioner.

- b) Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne reaktion.

Til titrering af 20,00 mL sur  $\text{H}_2\text{O}_2$  opløsning bruges 13,30 mL 0,018 M kaliumpermanganat opløsning.

c) Beregn stofmængdekonzentrationen af  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

d) Beregn ligevægtskonstanten for følgende ligevægt:



En opløsning af  $\text{Fe}^{2+}$ -ioner titreres med en opløsning af  $\text{Ce}^{4+}$ -ioner.

Ved ækvivalenspunktet kan man antage, at  $[\text{Fe}^{2+}]$  og  $[\text{Ce}^{4+}]$  er lige store.

e) Bestem forholdet  $[\text{Fe}^{3+}] / [\text{Fe}^{2+}]$  og beregn redoxpotentialet ved ækvivalenspunktet.