

Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2005

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.**

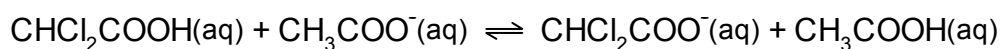
Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

Navn, klasse og skole: _____

Opgave 1

For eddikesyre er styrkekonstanten, $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$ M og for dichloreddikesyre (CHCl_2COOH) er $K_s = 5,0 \cdot 10^{-2}$ M.

- Opskriv reaktionsskemaet for protolyse af dichloreddikesyre i vand.
- Beregn $[\text{H}_3\text{O}^+]$ og pH i en 0,100 M opløsning af dichloreddikesyre.
- Beregn protolysegraden for reaktionen.
- Vis med udgangspunkt i styrkekonstanterne for eddikesyre og dichloreddikesyre, at ligevægtskonstanten for følgende ligevægt er $2,8 \cdot 10^3$.



Ligevægtskonstanten for reaktionen under punkt d) er så stor, at man kan regne dichloreddikesyre som "stærk" i forhold til eddikesyre, dvs. dichloreddikesyre reagerer praktisk talt fuldstændigt med acetat i en vandig opløsning.

1,00 L 0,50 M natriumacetat tilsættes 0,25 L 1,00 M dichloreddikesyre.

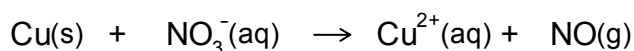
e) Beregn pH i løsningen før og efter tilsætning af dichloreddikesyre.

f) Forklar, hvorfor dichloreddikesyre er en stærkere syre end eddikesyre ud fra forskelle i molekylstrukturen.

Opgave 2

Lidt metallisk kobber, Cu(s), opløses i 6 M salpetersyre, HNO₃(aq), i en rundbundet glaskolbe. Herved dannes der en blå opløsning og der udvikles en farveløs gas, der viser sig at være nitrogenoxid, NO(g).

a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for den ovennævnte reaktion.



Vandet bortdampes nu fra den rundbundede kolbe, hvorved der dannes et fast blå stoff,

Når dette stof opvarmes dannes der O₂(g), NO₂(g) og et sort kobberoxid.

I et forsøg på at bestemme sammensætningen af det sorte kobberoxid foretages følgende afvejninger:

Masse af den tomme glaskolbe:	39,49 g
Masse af kolbe + metallisk kobber:	40,86 g
Masse af kolbe + sort kobberoxid:	41,21 g

- b) Vis ved beregning, at formelen for det sorte kobberoxid er CuO.

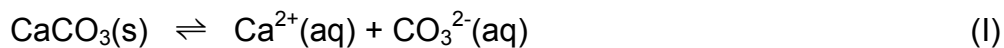
I et andet eksperiment opsamles noget af gassen fra denne opvarmningsreaktion i en beholder, og målinger viser, at 125 mL af den tørrede (vandfri) gas vejer 0,205 g ved en temperatur på 35 °C og et tryk på 0,966 bar.

- c) Beregn den gennemsnitlige molarmasse for blandingen af O₂(g) og NO₂(g).

- d) Beregn stofmængdeforholdet mellem NO₂ og O₂, $\frac{n(\text{NO}_2)}{n(\text{O}_2)}$, i blandingen.

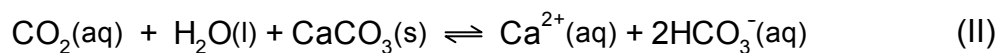
Opgave 3

Calciumcarbonat (*kalk*) har formelen CaCO₃ og er tungopløseligt i vand, hvor følgende ligevægt indstiller sig:



- a) Beregn opløseligheden af kalk i vand, når man ser bort fra carbonationens baseegenskaber.

CO₂ fra biologiske processer i rodzonen kan med regnvand reagere med kalken i undergrunden efter følgende reaktion:



- b) Opskriv ligevægtsloven for reaktion II.

Ligevægtskonstanten for reaktion II, K_{II} , er $5,75 \cdot 10^{-5} \text{ M}^2$ ved 25 °C.

Vi forestiller os, at den aktuelle koncentrationen af CO₂(aq) er 0,0500 M i en situation, hvor ligevægten for reaktion II har indstillet sig.

- c) Beregn [Ca²⁺(aq)] og [HCO₃⁻(aq)] i denne ligevægtssituation.

Opgave 4

Der findes seks forskellige isomere stoffer med molekylformlen C₄H₈.

- a) Opskriv strukturformel og navn for de seks isomere stoffer.

Alle seks stoffer er gasser ved stuetemperatur. Der udføres en række forsøg med stofferne som er mærket **A – F**. Resultatet af forsøgene viser at:

1. **A, B, C** og **D** affarver bromvand. **E** og **F** gør ikke.
 2. **A, B** og **C** giver alle identiske produkter ved reaktion med $\text{H}_2(\text{g})$ med en Pd-katalysator.
 3. Ved reaktion med Br_2 danner **B** og **C** samme isomere mens **A** giver et andet produkt.
 4. **E** indeholder udelukkende symmetriske (identisk placerede) H-atomer, hvorimod **F** har tre forskellige typer af H-atomer.
- b) Bestem ud fra ovenstående oplysninger strukturformlerne for **A – F**. Er der nogle af stofferne som ikke kan skelnes ud fra ovenstående?

- c) Opskriv reaktionsskemaer for reaktionerne mellem **A, B, C** og **D** og Br_2 -opløsningen. Markér eventuelle asymmetriske C-atomer.

Opgave 5

En ikke-cyklisk organisk forbindelse **A** har molekylformlen C_6H_{10} . Ved reaktion med dihydrogen (Pt som katalysator) dannes forbindelsen **B**.

Reaktion med kaliumpermanganat i sur opløsning vil bl.a. medføre at molekyler kløves ved dobbelt- og trikelbindinger, og hver af de to dobbeltbindings-C'er opfører sig efter følgende regler:

1. Hvis der ikke sidder H på C-atomet dannes en keton ved dette C-atom.
2. Hvis der sidder netop et H på C-atomet dannes der en carboxylsyre ved dette C-atom.
3. Hvis der sidder to H-atomer på C-atomet dannes der CO_2 og carbonkæden afkortes med et C-atom.

A bliver ved en sådan reaktion med kaliumpermanganat til en blanding af forbindelserne **C** og CO_2 , hvor **C** er en diprot organisk syre.

Til titrering af 0,1328 g **C** bruges 22,50 mL 0,1000 M NaOH(aq).

a) Bestem den molare masse for **C**.

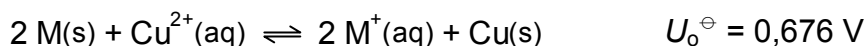
b) Bestem **C**'s molekylformel.

c) Tegn strukturformlerne og angiv navnene for **A**, **B** og **C**.

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

Opgave 6

I en elektrokemisk celle, hvor M er et ikke-kendt metal, foregår følgende cellereaktion:



Fra starten indeholder hver halvcelle 50 mL metalion-opløsning, hvori der er neddyppet en tilhørende metalstang, og elementet er i sin standardtilstand dvs. $[\text{Cu}^{2+}] = 1,00 \text{ M}$ og $[\text{M}^+] = 1,00 \text{ M}$.

- a) Tegn cellediagrammet svarende til ovennævnte celle.

- b) Brug standardelektrodepotentialet for en kobberelektrode til at bestemme standard elektrodepotentialet for reaktionen: $\text{M}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{M(s)}$.

Cellen aflades nu indtil $[\text{Cu}^{2+}] = 0,20 \text{ M}$.

- c) Beregn $[\text{M}^+]$ og find elementets hvilespænding U_0 .

Der tilsættes nu 50 mL vand til hver halvcelle.

- d) Beregn cellens hvilespænding efter tilsætning af vand.

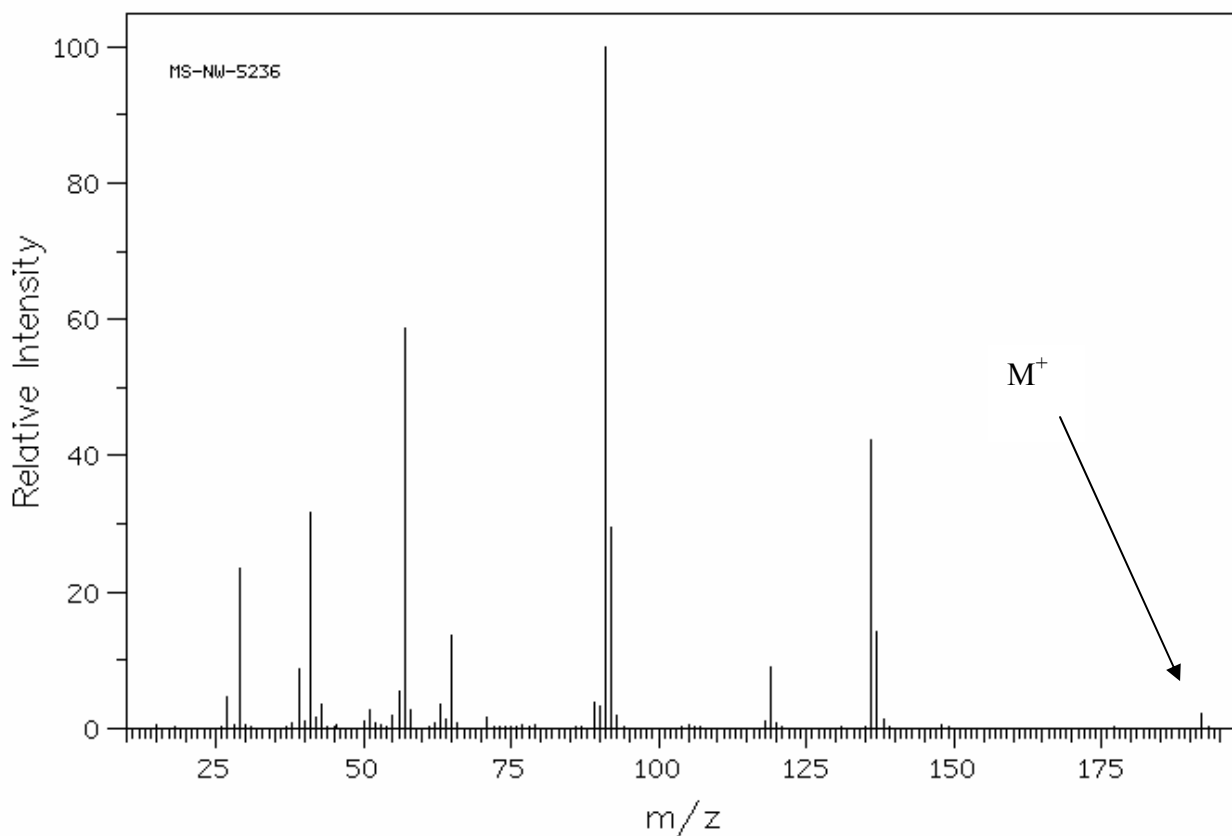
Opgave 7

For at bestemme strukturen for et ukendt stof, **A**, foretages en elementaranalyse, der viser at **A** indeholder:

C: 74,97 %
H: 8,39 %
O: 16,64 %

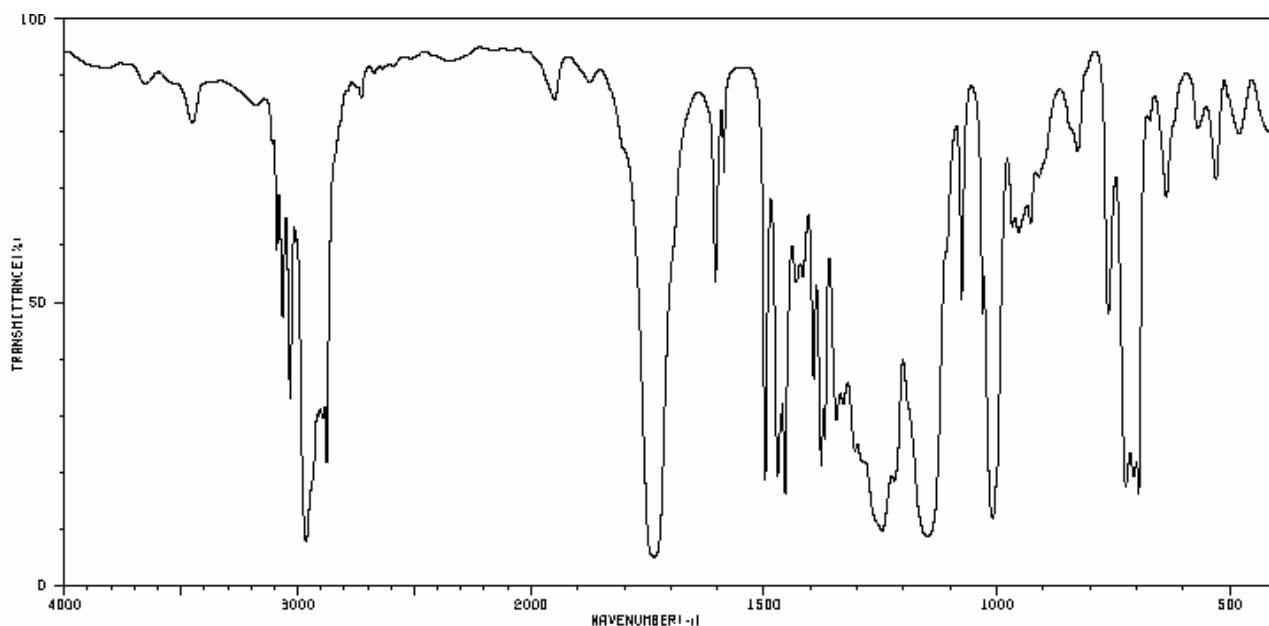
a) Bestem den empiriske formel for **A**.

Med henblik på at bestemme molekylformel og struktur for **A** optages et massespektrum, IR-spektrum og ^1H NMR-spektrum for stoffet.



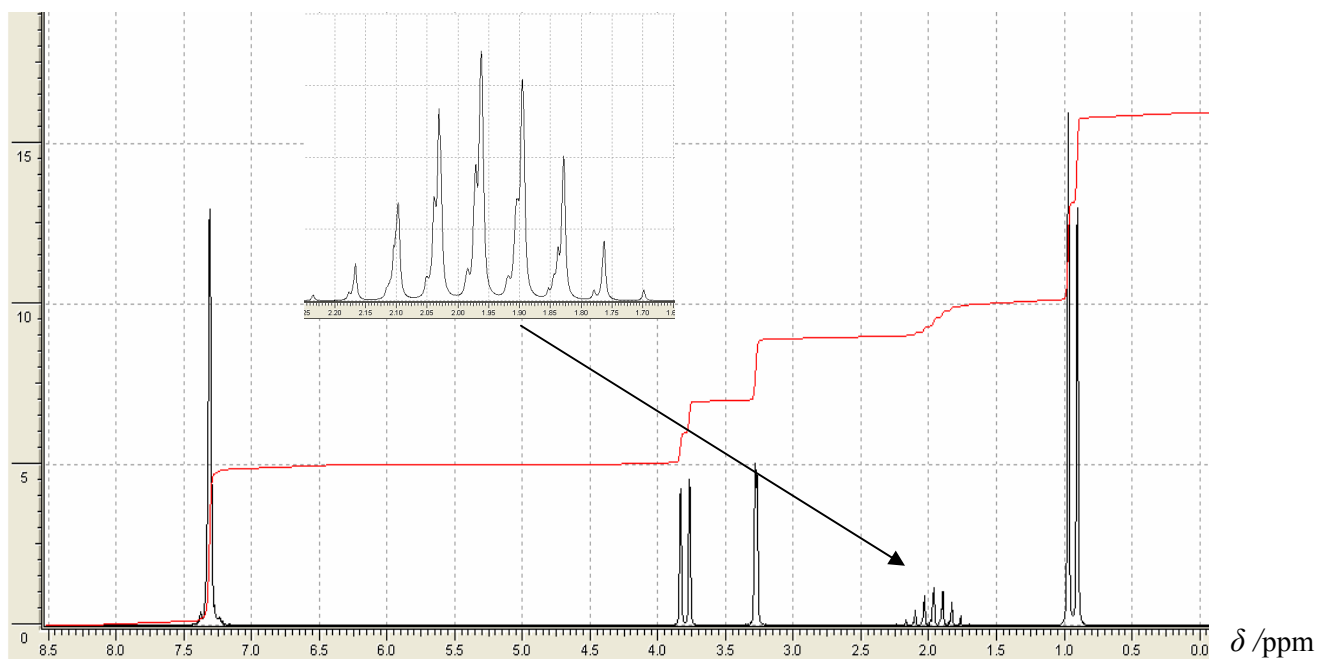
Massespektrum for A. Molekylarionen, M^+ , giver kun et meget lille signal.

b) Bestem molekylformlen for A.



IR-spektrum for A.

- c) Redegør på baggrund af IR-spektret for, hvilke funktionelle grupper der findes i **A**. Du skal redegøre for karakteristiske absorptionsbånd over 1500 cm^{-1} .



^1H NMR-spektrum for A. Signalet ved ca. 2 ppm er vist i forstørret udgave.

- d) Bestem strukturen for A. Angiv en strukturformel.