

# Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2012

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, Formelsamling Kemi A, DATAbog *fysik & kemi* og godkendt lommeregner/PC.

Der er i alt 8 opgaver med i alt 33 spørgsmål.

Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

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

## Opgave 1

En blanding af  $\text{NH}_3(\text{g})$  og  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$  har massen 61,00 g. Både  $\text{NH}_3$  og  $\text{N}_2\text{H}_4$  reagerer fuldstændigt med  $\text{O}_2(\text{g})$  (forbrændes) og begge danner udelukkende  $\text{NO}_2(\text{g})$  og  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .

- a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for reaktionen mellem  $\text{NH}_3$  og  $\text{O}_2$  samt et afstemt reaktionsskema for reaktionen mellem  $\text{N}_2\text{H}_4$  og  $\text{O}_2$ .

De 61,00 g blanding af  $\text{NH}_3(\text{g})$  og  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$  blev tilsat 10,00 mol  $\text{O}_2$ , efter endt reaktion var der 4,062 mol  $\text{O}_2$  tilbage.

- b) Opskriv et generelt udtryk for stofmængde af  $\text{O}_2$ , der forbruges i hver af de to reaktioner.

Summen af de to stofmængder af  $\text{O}_2$  er naturligvis lig med den forbrugte stofmængde af  $\text{O}_2$ .

- c) Opstil en ligning til bestemmelse af massen af  $\text{NH}_3$ .

- d) Beregn masserne af hhv.  $\text{NH}_3$  og  $\text{N}_2\text{H}_4$

## Opgave 2

2-amino-2-(hydroxymethyl)propan-1,3-diol, (tris(hydroxymethyl)aminomethan),  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_3$ , kaldes populært bare for TRIS.

- a) Tegn strukturformlen for TRIS.

TRIS er en monoprot base med  $K_b = 1,19 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

- b) Beregn pH i en opløsning på 1,00 L der indeholder 12,11 g TRIS.

Til opløsningen i b) tilsættes 0,0500 mol HCl.  
(Man kan her se bort fra den rumfangsforøgelse, der fandt sted)

- c) Beregn pH i blandingen efter tilsætning af HCl.

## Opgave 3

Natriumhydrogencarbonat spaltes ved opvarmning til natriumcarbonat, vand(g) og carbondioxid(g). I en lukket beholder kan reaktionen forløbe til ligevægt.

- a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne ligevægtsreaktion.

b) Opskriv reaktionsbrøken for ligevægtsreaktionen.

Ved 125 °C har ligevægtskonstanten,  $K$ , værdien 0,25 bar<sup>2</sup>.

En 1,00 L beholder som kun indeholdt 10,00 g NaHCO<sub>3</sub>(s) blev opvarmet til 125 °C.

c) Beregn partialtrykket af hhv. CO<sub>2</sub>(g) og H<sub>2</sub>O(g) i beholderen ved ligevægt.

d) Beregn den samlede masse af CO<sub>2</sub>(g) og H<sub>2</sub>O(g) i beholderen ved ligevægt.

e) Beregn masserne af hhv. NaHCO<sub>3</sub>(s) og Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(s) i beholderen ved ligevægt.

f) Beregn det mindste rumfang en beholder skal have, hvis alt NaHCO<sub>3</sub>(s) lige netop kan spaltes.

#### Opgave 4

Opvarmes PCl<sub>5</sub> i en lukket beholder, indstiller der sig følgende ligevægt (ved 600 K):



a) Beregn  $\Delta H^\ominus$  for reaktionen og kommenter resultatet.

b) Beregn  $\Delta G^\circ$  for reaktionen, ved 600 K.

2,450 g  $\text{PCl}_5$  kommer i en tom 0,500 L beholder og opvarmes til 600 K.

c) Beregn trykket ved 600 K - HVIS man antager at  $\text{PCl}_5$  IKKE spaltes (en urealistisk antagelse, men det er smart at kende dette fiktive resultat,  $p_0$ )

d) Beregn partialtrykket af  $\text{PCl}_5$  i beholderen ved ligevægt.

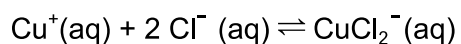
e) Beregn totaltrykket i beholderen ved ligevægt.

## Opgave 5

Kobber(I)chlorid har opløselighedsproduktet,  $K_o = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2$ .

a) Beregn den molare opløselighed, målt i mol/L, af kobber(I)chlorid i rent vand.

Kobber(I)ioner danner komplekser med chlorid se nedenstående reaktionsskema:



Med kompleksitetskonstanten,  $K_K = 8,7 \cdot 10^4 \text{ M}^{-2}$ .

b) Vis at  $K = [\text{CuCl}_2^-]/[\text{Cl}^-]^2 = 0,1044$ , for den koblede ligevægt.

- c) Beregn den molare opløselighed, målt i mol/L, af CuCl i en 0,100 M opløsning af NaCl.

## Opgave 6

En organisk forbindelse består kun af carbon, hydrogen, nitrogen og oxygen. Fuldstændig forbrænding af 0,157 g af den organiske forbindelse dannede 0,213 g CO<sub>2</sub> og 0,0310 g H<sub>2</sub>O. Ved fuldstændig forbrænding forstås at alt carbon omdannes til CO<sub>2</sub> og at alt hydrogen omdannes til H<sub>2</sub>O.

- a) Beregn stofmængden af hhv. carbon og hydrogen.

I et andet eksperiment blev 0,103 g af den samme organiske forbindelse omdannet til bl.a. 0,0230 g NH<sub>3</sub>. Her kan du antage at alt nitrogen omdannes til NH<sub>3</sub>.

- b) Beregn stofmængden og masseprocenten af nitrogen i forbindelsen.

- c) Bestem masseprocenten af oxygen i forbindelsen.

- d) Bestem forbindelsens empiriske formel som i dette tilfælde også er molekylformlen.

<sup>1</sup>H-NMR spektret af forbindelsen indeholder kun to singletter, en ved  $\delta = 2,6$  ppm med et relativt areal på 3 og en ved  $\delta = 8,0$  ppm med et relativt areal på 2.

- e) Tegn strukturformlen for forbindelsen.

## Opgave 7

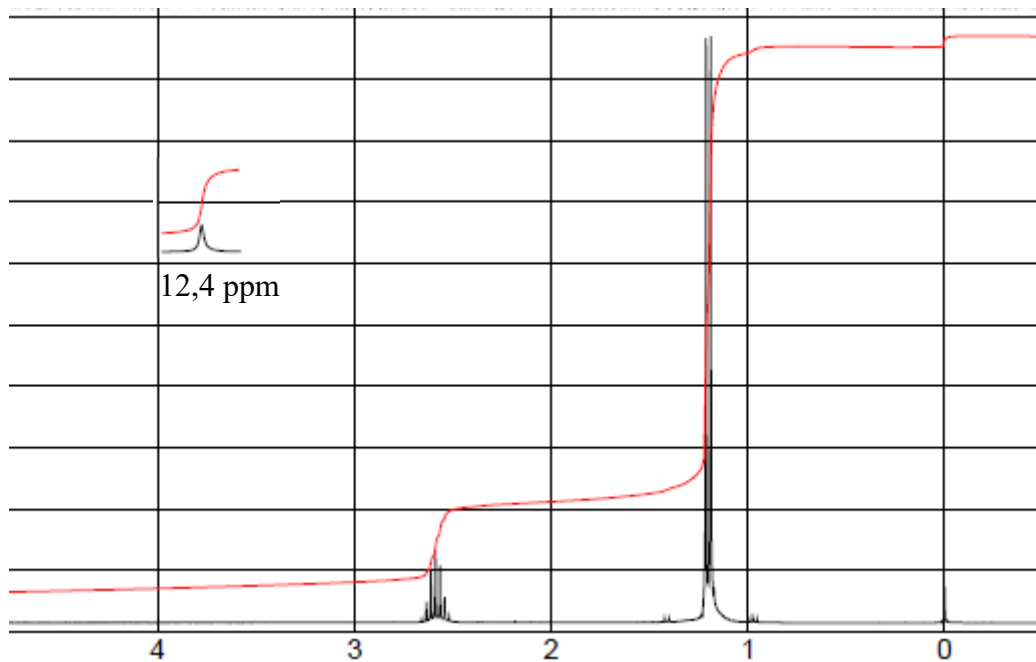
Ved et uheld blev etiketten på en kolbe, indeholdende et stof A, delvist ødelagt. Der kunne læses at molekylformlen for A var:  $C_4H_8O_2$

a) Opskriv 5 isomere med denne molekylformel.

Det viser sig, at det bruser ved reaktion imellem stoffet A og  $NaHCO_3(aq)$ .

b) Hvilken gas dannes ved reaktionen, og hvad fortæller dette om stof af A?

$^1H$ -NMR spektret af A er vist nedenfor.



c) Opskriv strukturformlen og det systematiske navn for A.

A danner ved reaktion med propan-2-ol en forbindelse B.

d) Opskriv reaktionen imellem A og B, hvori du angiver strukturformlen for B.

### Opgave 8

Ved  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  blev gasfasereaktionen:  $2\text{ NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{ NOCl(g)}$

Undersøgt ved hjælp af initialhastighedsmetoden.

Reaktionshastigheden er givet ved:  $v = -d[\text{Cl}_2]/dt$

Eksperiment Nr.	$[\text{NO}]_0$ ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$[\text{Cl}_2]_0$ ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Initialhastighed ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
1	0,10	0,10	0,18
2	0,10	0,20	0,36
3	0,20	0,20	1,45

a) Hvad er reaktionens hastighedsudtryk?

b) Beregn den numeriske værdi af hastighedskonstanten,  $k$  ved  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

For denne reaktion er der foreslået følgende totrins mekanisme:

1)  $\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{NOCl}_2\text{(g)}$  Hurtig med ligevægtskonstanten,  $K$

2)  $\text{NOCl}_2\text{(g)} + \text{NO(g)} \rightarrow 2\text{ NOCl(g)}$  Langsom

c) Vis at den foreslåede mekanisme, giver samme nettoreaktion og samme hastighedsudtryk som angivet i svaret til spørgsmål a).