

Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2009

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.

Der er i alt 8 opgaver.

Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

Navn, klasse og skole: _____

Opgave 1

Butansyre, $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$, er en monohydron syre.

En portion på 35,00 mL 0,500 M butansyre blev titreret med 0,200 M KOH.

- a) Beregn pH i butansyreopløsningen inden der blev tilsat base.

- b) Bestem rumfanget af KOH opløsning, der skulle tilsættes for at komme til ækvivalenspunktet.

- c) Beregn pH, når der er tilsat den halve ækvivalente mængde KOH.

d) Beregn pH efter tilsætningen af 10,00 mL 0,200 M KOH.

e) Beregn pH ved ækvivalenspunktet.

f) Foreslå en egnet indikator til titreringen.

Opgave 2

Metallet chrom reagerer med syre og danner Cr^{3+} ioner og dihydrogen gas.

a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne reaktion.

Når et stykke chrom metal opløses i overskud af syre, og gassen sendes gennem vand, kan der opsamles 94,7 mL gasser (ved 0,993 bar og 20 °C).

b) Beregn massen af chrom metal der blev opløst under den antagelse at gassen opfører sig som en ideal gas (damptrykket af vand ved 20 °C er 0,032 bar).

- c) Hvor stort ville rumfanget af gas blive, hvis der udelukkende blev dannet Cr^{2+} ioner i stedet for Cr^{3+} ioner, under reaktionen?
- d) Beregn antallet af vandmolekyler der var til stede i den opsamlede gas. Du kan antage at gasserne opfører sig som idealgasser.

Opgave 3

Sølviodid, AgI, er tungtopløseligt med en K_o på $8,5 \cdot 10^{-17} \text{ M}^2$.

- a) Beregn den molare opløselighed (mol/L) af sølviodid i rent vand.
- b) Beregn opløseligheden målt i g/100mL.
- c) Beregn den molare opløselighed af sølviodid i 0,10 M natriumiodid.

Sølvioner danner komplekser med bl.a. thiosulfat.

d) Opskriv et afstemt reaktionsskema for kompleksdannelsen.

e) Opskriv reaktionsbrøken for denne ligevægt.

g) Beregn den molare opløselighed af sølviodid i 2,0 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Opgave 4

Opskriv et afstemt reaktionsskema for hver af nedenstående reaktioner. Medtag kun de atomer/ioner/molekyler, der deltager i reaktionerne. Reaktionerne b – d foregår i vandig opløsning.

a) Fast calcium opvarmes i dinitrogen.

b) Fast natriummetanolat kommes i vand.

c) 0,10 M opløsninger af hhv. af magnesiumsulfat og bariumhydroxid blandes.

d) En sur opløsning af kaliumpermanganat tilsættes en opløsning af natriumsulfit.

e) Propan-2-ol opvarmes med koncentreret svovlsyre.

Opgave 5

Dihydrogensulfid, H_2S , er en svag syre, der kan anvendes til selektivt at fælde metalioner, som metalsulfid fra en opløsning ved at kontrollere pH.

a) Opskriv afstemte reaktionsskemaer for første og andet hydronolysetrin af H_2S .

b) Opskriv et afstemt reaktionsskema for sumreaktionen og beregn denne reaktions ligevægtskonstant.

For en given opløsning gælder $[H_2S] = 0,10 \text{ M}$, $[Bi^{3+}] = [Mn^{2+}] = 1,5 \text{ mM}$ og $[H_3O^+] = 10 \text{ mM}$. $K_o(Bi_2S_3) = 1,6 \times 10^{-72} \text{ M}^5$.

c) Vis ved beregning hvilken af de to metalioner, der delvis udfældes som sulfid.

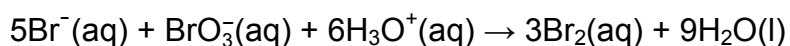
d) Beregn den brøkdelt af metalionerne der ikke udfældes.

Opløsningens pH hæves til den værdi, hvor det andet metalsulfid netop begynder at udfælde.

e) Beregn pH i opløsningen når det andet metalsulfid netop begynder at udfælde.

Opgave 6

Reaktionen mellem bromat og bromid i sur opløsning sker efter nedenstående reaktions-skema:



For at bestemme reaktionshastigheden for reaktionen blev nedenstående stamopløsninger fremstillet: $1,37 \text{ M } Br^-$ -opløsning, $7,10 \times 10^{-3} \text{ M } BrO_3^-$ -opløsning og $0,573 \text{ M } H_3O^+$ -opløsning.

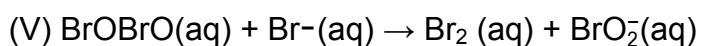
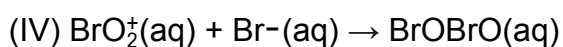
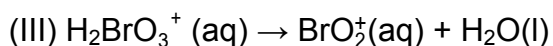
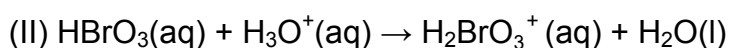
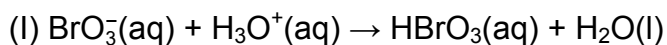
Forskellige delforsøg blev gennemført ved at blande forskellige rumfang af stamopløsningerne sammen. Hastigheden hvormed bromat forsvandt, blev målt.

Eksperiment	V (Br ⁻)	V (BrO ₃ ⁻)	V (H ₃ O ⁺)	V (H ₂ O)	$v = \Delta[\text{BrO}_3^-] / \Delta t$ (mol·L ⁻¹ ·s ⁻¹)
	mL	mL	mL	mL	
1	0,100	0,500	1,000	1,400	$1,63 \times 10^{-6}$
2	0,200	0,500	1,000	1,300	$1,09 \times 10^{-5}$
3	0,100	1,000	1,000	0,900	$1,13 \times 10^{-5}$
4	0,200	0,500	0,700	1,600	$5,50 \times 10^{-6}$

a) Beregn dannelseshastigheden for Br₂(aq) i delforsøg 1:

b) Bestem på baggrund af de givne resultater et hastighedsudtryk for reaktionen og beregn hastighedskonstanten, k .

Nedenstående mekanisme for reaktionen er blevet foreslået:



Omdannelse af BrO₂⁻(aq) sker meget hurtigt.

c) Tegn en elektronprikformel for BrO₂⁺ og angiv ionens form.

- d) Anvend det hastighedsudtryk du fandt under b) til at bestemme hvilket af trinene (I) – (V) til at bestemme det hastighedsbestemmende trin. Begrund dit valg!

Opgave 7

Der findes seks forskellige isomere stoffer med molekylformlen $C_4H_8O_2$, som alle indeholder gruppen $-COO-$. Hvis de seks stoffer blandes med vand, vil to af stofferne være mere opløselige i vand end de fire andre.

- a) Opskriv strukturformel for de to vandopløselige stoffer, og forklar hvad der fører til den øgede opløselighed.

- b) Hvilken stofklasse tilhører de fire øvrige isomerer.

Disse fire stoffer kan fremstilles ud fra simple udgangsstoffer i laboratoriet.

- c) Opskriv et reaktionsskema for syntesen af ét af de fire stoffer, og angiv systematiske navne for reaktanter og produkter.

Opgave 8

Stof A har et kogepunkt på 100 °C. En elementaranalyse giver følgende sammensætning:

C: 64.8% H: 13.6% O: 21.6%.

a) Angiv den empiriske formel for A.

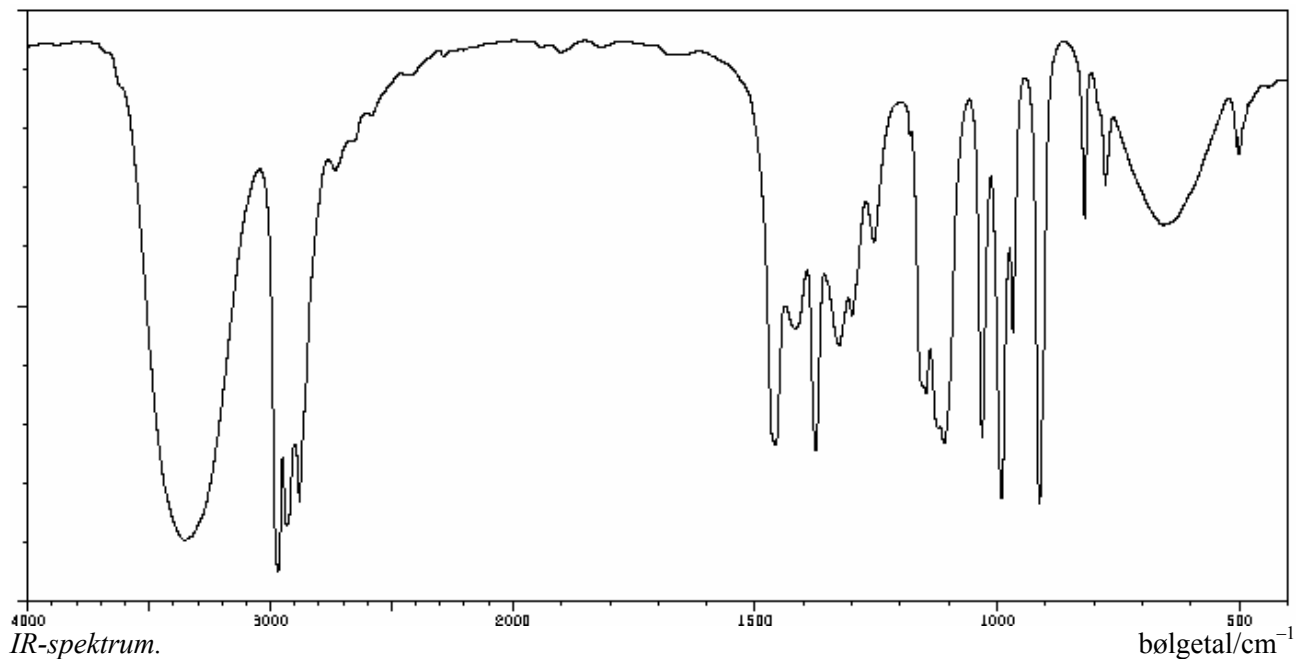
b) Foreslå en molekylformel for A.

Molekylformlen kan give anledning til to forskellige funktionelle grupper.

c) Bestem de to funktionelle grupper.

Nedenfor ses IR-spektret for A.

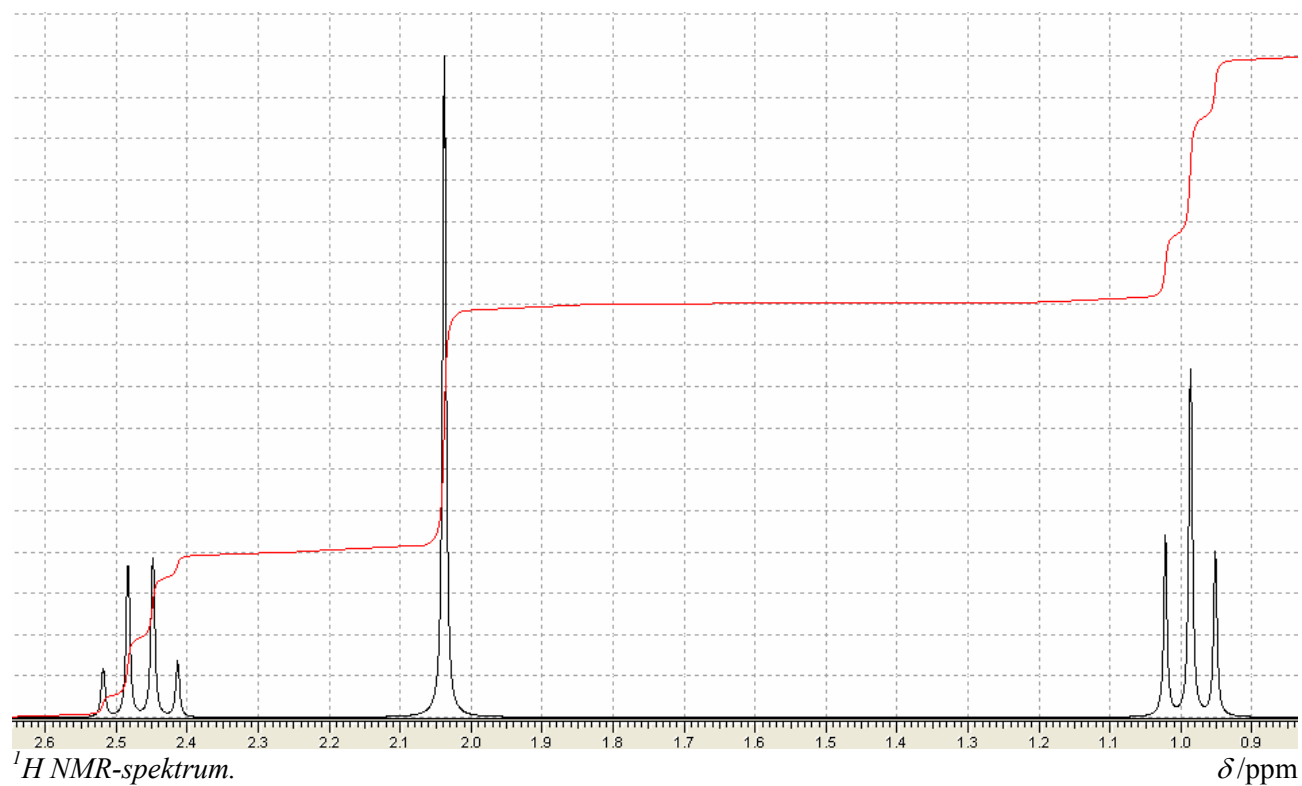
Transmission / %



d) Hvilken funktionel gruppe indeholder A. Svaret skal begrundes.

e) Tegn de mulige strukturformler for A og angiv de tilsvarende systematiske navne.

A reagerer med kaliumpermanganat i sur opløsning og danner stof B, som har et lavere kogepunkt end stof A. Nedenfor ses ^1H NMR-spektret for B.



f) Angiv på baggrund af ^1H NMR-spektret strukturformel og systematisk navn for B.