

# UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2003

TEORETISKT PROV

2003-04-08

Provet omfattar 7 uppgifter, till vilka du ska ge fullständiga lösningar, om inte annat anges.

**Inga konstanter ges i problemtexten. Dessa hämtas vid behov ur tabell.**

**Uppgifterna är inte ordnade efter svårighetsgrad.**

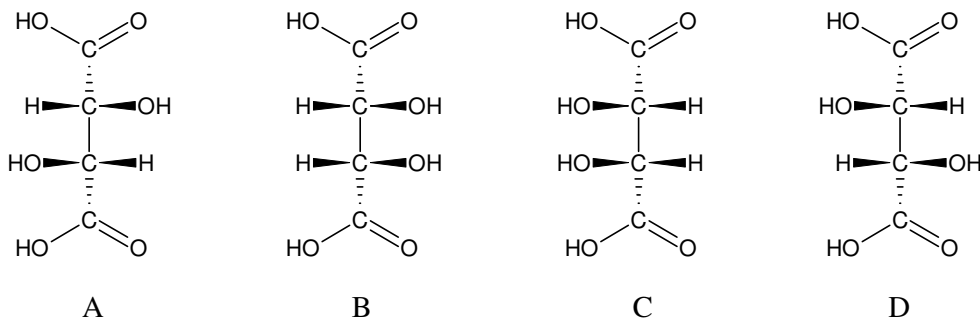
Du får poäng för korrekt löst deluppgift, även om du inte behandlat hela uppgiften.

Provtid: 180 minuter. Hjälpmiddel: Miniräknare, tabell- och formelsamling **samt medföljande bilaga med aminosyror.**

- Läs** Börja lösningen av varje uppgift på ett nytt papper (enkelt A4-ark).  
**detta** Lämna en marginal om minst 3 cm på varje papper.  
**först!** Skriv NAMN, FÖDELSEDATUM och SKOLA på VARJE inlämnat papper.

## Uppgift 1 (6 poäng)

Vinsyra finns bl.a. i vindruvor. Vinsyra förekommer i flera stereoisomera former. Nedan ser du fyra stereoformler av vinsyra. Bindningar ritade med en svart triangel pekar mot betraktaren och de streckade bindningarna pekar in i papperet.



- a) Numrera kolatomerna uppifrån och ned 1-4. Ange numren på den/de kolatomer i vinsyra som är asymmetriska centra.
- b) Visar några av stereoformlerna isomerer som är enantiomerer? I så fall vilka?
- c) Visar några av stereoformlerna en och samma isomer av vinsyra? I så fall vilka?
- d) Isomeren med strukturformel A har smältpunkten 170 °C och vrider planpolariserat ljus +12°. Vad kan du utifrån dessa värden säga om smältpunkter och optisk vridning för isomererna med stereoformlerna B-D? Skriv av tabellen nedan och fyll i dina svar. Om det inte går att avgöra värdet, skriv "Går ej att avgöra".

	A	B	C	D
Smältpunkt	170 °C			
Optisk vridning	+12°			

## Uppgift 2 (7 poäng)

- a) En proteinblandning som innehåller fyra olika proteiner ska separeras genom gelfiltrering. I vilken ordning elueras dessa fyra proteiner? Förklara varför de elueras i denna ordning.

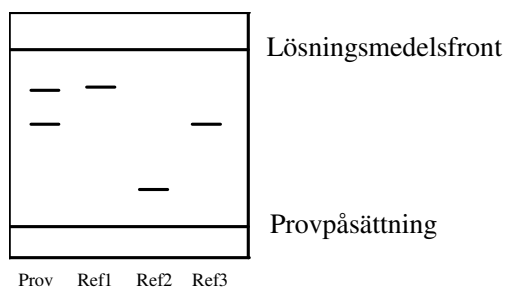
Ribonukleas	Molmassan = 13 700 g/mol	Ferritin	Molmassan = 440 000 g/mol
Tyroglobulin	Molmassan = 669 000 g/mol	Katalas	Molmassan = 232 000 g/mol

- b) Nedanstående två pentapeptider separeras med gelelektrofores vid pH 7,3. Vilken av dessa vandrar fortast? Varför vandrar de olika fort?

Peptid A: Val-Pro-His-Asp-Ile

Peptid B: Glu-Gln-Thr-Asp-Tyr

Ett prov bestående av aminosyror analyseras med tunnskiktskromatografi. Tre referens-aminosyror används: asparaginsyra, leucin och glycin. TLC-plattan är polär relativt lösningsmedlet.



- c) Identifiera vilken referens som är vilken aminosyra utifrån deras struktur.
- d) Ange vilka aminosyror som provet innehåller.
- e) Förklara varför aminosyrorna vandrar som de gör.

### Uppgift 3 (9 poäng)

Förening A är en ester av en enprotonig karboxylsyra. Formeln kan skrivas  $R-CO-O-R'$ .

Man väger upp 0,544 g av ämnet A och tillsätter  $50,0 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  natriumhydroxidlösning. Blandningen får reagera under återloppskokning.

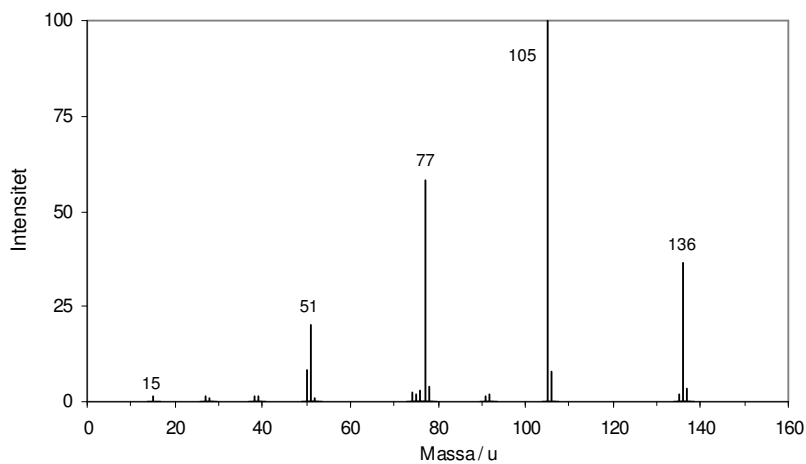
- a) Skriv formeln för den reaktion som sker.

Efter avkylning återtitreras överskottet av hydroxidjoner med  $0,100 \text{ mol/dm}^3$  saltsyra. Det går åt  $10,00 \text{ cm}^3$ .

- b) Beräkna esterns molmassa.

Man sätter sedan till ett överskott av saltsyra till reaktionsblandningen. Den organiska syran bildar då en fällning, som filtreras, tvättas och torkas. En elementaranalys av syran visar att masshalten kol är 68,8 %, masshalten väte är 5,0 % och resten är syre.

- c) Bestäm syrans molekylformel.
- d) Rita esterns strukturformel och ange dess namn.
- e) Nedan ser du ett masspektrum av förening A. Vilka strukturelement (delar av föreningen) har gett fragmenten med massan 15, 77, 105 och 136. Toppen med massan 51 är svårtolkad och behöver inte redovisas.



#### Uppgift 4 (8 poäng)

- Skriv noggranna strukturformler (elektronformler) för ammoniak, koldioxid, svaveldioxid och nitratjon. Sätt ut alla valenselektroner.
- Vilka är bindningsvinklarna i molekylerna/jonerna? Motivera dina svar.
- Vilka av molekylerna/jonerna är dipoler? Motivera ditt svar.

#### Uppgift 5 (5 poäng)

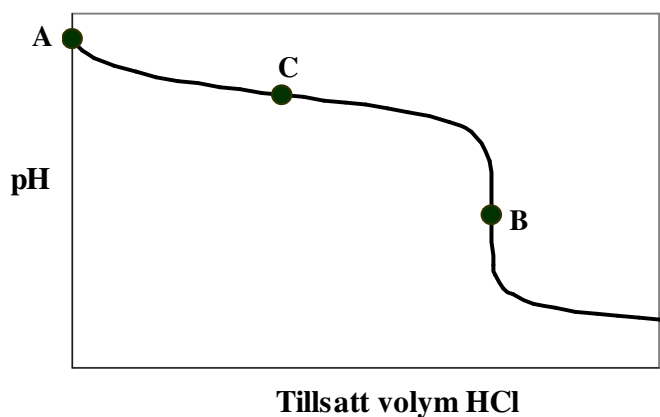
Då 1-metylcyklohexen adderar vätebromid i en jonreaktion bildas en huvudprodukt.

- Rita strukturformel för huvudprodukten och namnge den.
- Visa reaktionsmekanismen för bildandet av huvudprodukten. Sätt ut alla fria elektronpar och rita pilar som visar elektronflödet. Var också noggrann med laddningar på atomerna.

#### Uppgift 6 (9 poäng)

Nedan visas titrerkurvan då  $20,0 \text{ cm}^3$   $0,100 \text{ mol/dm}^3$  vattenlösning av ammoniak titreras med  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  saltsyra.

- Skriv reaktionsformel för titrerreaktionen.
- Beräkna pH i punkt A då ingen saltsyra har tillsatts.
- Beräkna volymen tillsatt saltsyra i punkt B
- Beräkna pH i punkt B
- Beräkna pH i punkt C. Här har man tillsatt hälften av den volym saltsyra som är tillsatt i punkt B.



### Uppgift 7 (16 poäng)

Man analyserar ett prov av havsvatten, som kan anses innehålla natriumklorid, magnesiumklorid, natriumsulfat och kalciumklorid men inga andra jonföreningar.

Halten av de olika jonslagen bestäms på följande sätt.

Koncentrationen av kloridjoner bestäms genom Mohrtitrering. 100,0 cm<sup>3</sup> havsvatten späds till 1,000 dm<sup>3</sup> i en mätkolv. 15,00 cm<sup>3</sup> av den spädda lösningen förbrukar vid titrering 6,85 cm<sup>3</sup> silvernitratlösning med koncentrationen 0,1000 mol/dm<sup>3</sup>.

a) Beräkna koncentrationen av kloridjoner i havsvattnet.

Koncentrationen av sulfatjoner bestäms genom utfällning av bariumsulfat. Till 100,0 cm<sup>3</sup> havsvatten sätts överskott av bariumnitratlösning så att man kan anse att alla sulfatjoner fällt ut som bariumsulfat. Fällningen avskiljs, tvättas, torkas och vägs. Den väger 0,6302 g.

b) Beräkna koncentrationen av sulfatjoner i havsvattnet.

Koncentrationen av kalcium- och magnesiumjoner bestäms genom titrering med Na-EDTA-lösning med koncentrationen 0,0109 mol/dm<sup>3</sup>. Man överför 20,00 cm<sup>3</sup> havsvatten till en 100,0 cm<sup>3</sup> mätkolv och lösningen späds till märket. 25,00 cm<sup>3</sup> av den spädda lösningen förbrukar vid titreringen 27,52 cm<sup>3</sup> Na-EDTA-lösning.

c) Skriv formel för reaktionen mellan lösningen av EDTA, H<sub>2</sub>Y<sup>2-</sup>, och kalcium- eller magnesiumjon.

d) Beräkna havsvattnets koncentration av magnesium- och kalciumjoner.

Koncentrationen av kalciumjoner bestäms genom permanganattitrering. Till 100,0 cm<sup>3</sup> havsvatten sätter man en koncentrerad lösning av ammoniumoxalat, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, så att alla kalciumjoner fällt ut som kalciumoxalat. Kalciumoxalatet avskiljs sedan och löses i varm svavelsyra. Mängden oxalatjoner bestäms genom titrering med 0,0200 mol/dm<sup>3</sup> lösning av kaliumpermanganat, KMnO<sub>4</sub>. Då förbrukas 22,00 cm<sup>3</sup> kaliumpermanganatlösning.

e) Skriv formeln för utfällning av kalciumoxalat.

f) Skriv formeln för reaktion mellan oxalatjoner och permanganatjoner. I sur lösning bildas koldioxid och mangan(II)joner.

g) Beräkna havsvattnets koncentration av kalciumjoner.

h) Beräkna havsvattnets koncentration av magnesiumjoner

i) Beräkna havsvattnets koncentration av natriumjoner.

j) Beräkna havsvattnets halt av natriumklorid, NaCl, magnesiumklorid, MgCl<sub>2</sub>, natriumsulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, och kalciumklorid, CaCl<sub>2</sub>. Ge svaret som g/dm<sup>3</sup>.

Med tanke på provets omfattning och svårighetsgrad görs inga avdrag för olämpligt antal gällande siffror i svaren. Räknefel som inte leder till uppenbar katastrof tolereras också. Om ett resultat i en deluppgift ska användas i följande deluppgifter, ges full poäng på den senare deluppgiften, även om ett felaktigt ingångsvärde använts, såvida inte resultatet är uppenbart orimligt.

**Uppgift 1 (6 p)**

- a) Kolatomerna 2 och 3 är asymmetriska centra 1p
- b) Isomererna A och D är enantiomerer (De är varandras spegelbilder). 1p
- c) Stereoformlerna B och C visar identiska föreningar (Ses lätt om stereoformlerna roteras 180° i papperets plan) 1p

	A	B	C	D
Smältpunkt	170 °C	Går ej att avgöra	Går ej att avgöra	170 °C
Optisk vridning	+12°	0°	0°	-12°

0,5 poäng ges för varje korrekt ifylld ruta

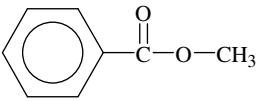
3p

**Uppgift 2 (7 p)**

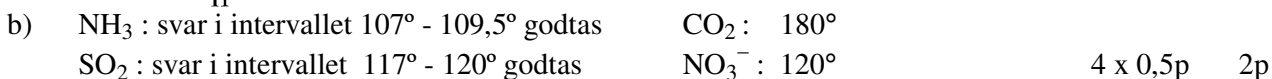
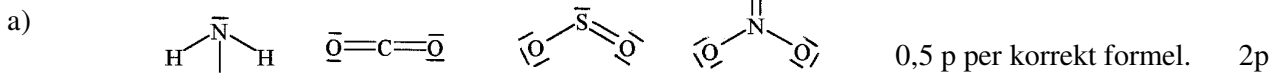
- a) Tyroglobulin elueras först följt av ferritin och katalas medan ribonukleas kommer sist. 1p  
De största molekylerna elueras först eftersom de små molekylerna går in i gelkornen och retarderas därmed medan de stora molekylerna passerar mellan gelkornen. 1p
- b) Peptid B vandrar fortast 1p  
Proteinerna som separeras är ungefär lika stora. Detta innebär att de kommer att separeras enbart efter sin laddning. Peptid A har vid pH 7,3 en negativ laddning medan peptid B har två negativa laddningar och rör sig därmed fortare mot anoden. 1p
- c) Ref1 = leucin Ref2 = asparaginsyra Ref3 = glycin 1p
- d) Provet innehåller: leucin + glycin 1p
- e) Att aminosyrorna vandrar som de gör beror på deras polaritet. En polär molekyl interagerar mer med den polära TLC-plattan och retarderas därför medan en opolär aminosyra följer med det opolära lösningsmedlet och vandrar därmed längre. 1p

**Uppgift 3 (9 p)**

- a)  $R-CO-O-R' + OH^- \rightarrow R-CO-O^- + R'-OH$  1p
- b) Total substansmängd NaOH:  $n(NaOH) = 0,100 \cdot 50,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
Substansmängd saltsyra vid återtitering:  $n(HCl) = 0,100 \cdot 10,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
1 mol NaOH  $\Leftrightarrow$  1 mol HCl  $\Leftrightarrow$  1 mol ester  
 $n(\text{ester}) = n(NaOH) - n(HCl) = (5,00 \cdot 10^{-3} - 1,00 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
Esterns molmassa:  $0,544 / 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ g/mol} = 136 \text{ g/mol}$  2p
- c) C:H:O = (68,8/12,01) : (5,0/1,01) : ((100 - 68,8 - 5,0)/16,00) = 5,73 : 4,95 : 1,64  $\approx$  3,5 : 3 : 1 = 7 : 6 : 2 Detta ger den empiriska formeln C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>. 1p  
Eftersom syran inte kan ha större molmassa än estern är detta också syrans molekylformel. 1p

- d)  (1p), metylbensoat (1p) 2p
- e) 15: CH<sub>3</sub> 77: C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> 105: C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CO 136: Hela molekylen (4 x 0,5p) 2p

### Uppgift 4 (8 p)



Molekyler och fleratomiga joner ordnar sina valenselektroner, så att dessa kommer så långt ifrån varandra som möjligt, d.v.s. så att de fördelar sig så jämnt som möjligt i rymden. 1p



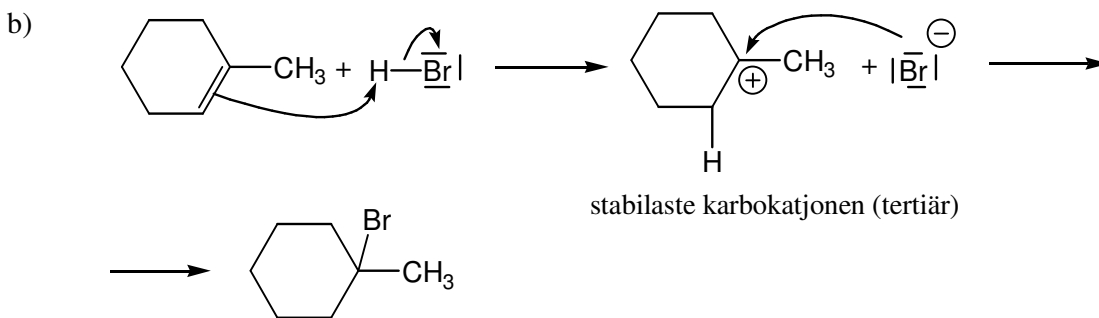
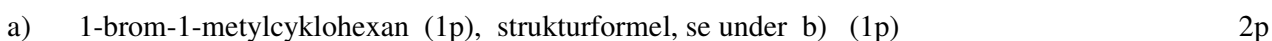
I samtliga strukturer ingår två olika atomslag med olika elektronegativitet. Det ger polära kovalenta bindningar med en ojämn laddningsfördelning.

I koldioxid och nitratjon sammanfaller centrum för positiv laddning och negativ laddning och inga dipoler erhålls.

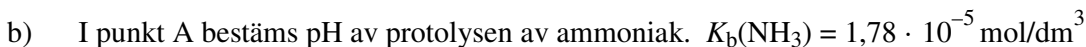
I svaveldioxid och ammoniak sammanfaller ej centra och molekylerna är dipoler. 2p

(Även resonemang baserat på resonansstrukturer och formella laddningar godtas)

### Uppgift 5 (5 p)



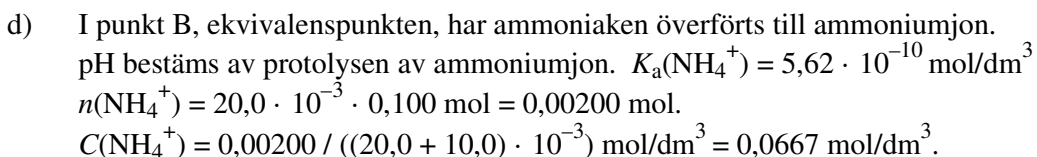
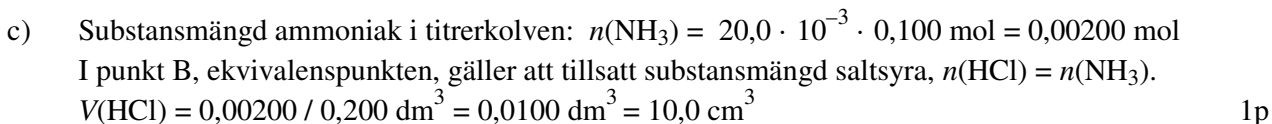
### Uppgift 6 (9 p)



	NH <sub>3</sub>	+	H <sub>2</sub> O	⇌	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>
Konc. vid start / (mol/dm <sup>3</sup> )	0,100				—		—
Konc vid jämvikt / (mol/dm <sup>3</sup> )	0,100-x				x		x

$$\text{Jämviktsekvationen: } 1,78 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,100 - x} \Rightarrow x = 1,33 \cdot 10^{-3}$$

[OH<sup>-</sup>] = 1,33 · 10<sup>-3</sup> mol/dm<sup>3</sup>, [H<sup>+</sup>] = K<sub>w</sub>/[OH<sup>-</sup>] = 7,55 · 10<sup>-12</sup> mol/dm<sup>3</sup>, pH = 11,12 2p



	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$		
Konc. vid start / (mol/dm <sup>3</sup> )	0,0667	—	—
Konc vid jämvikt / (mol/dm <sup>3</sup> )	0,0667-x	x	x

Jämviktsekvationen:  $5,62 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,0667 - x} \Rightarrow x = 6,12 \cdot 10^{-6}$

$[\text{H}^+] = 6,12 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ , pH = 5,21 3p

- e) I punkt C, halvtitrerpunkten, har hälften av den ursprungliga substansmängden ammoniak överförs till ammoniumjon. Då är  $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$  och  $\text{pH} = \text{p}K_a(\text{NH}_4^+) = 9,25$  2p

### Uppgift 7 (16 p)

- a)  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl(s)}$   
 $n(\text{Ag}^+) = 0,1000 \cdot 6,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 6,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .  
I titrerkolven:  $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+) = 6,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .  
Total substansmängd kloridjon i hela provet:  $(1000/15) \cdot 6,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,04567 \text{ mol}$   
Koncentration kloridjon i havsvattnet:  $[\text{Cl}^-] = (0,04567/0,1000) \text{ mol/dm}^3 = 0,457 \text{ mol/dm}^3$  2p
- b)  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$   
 $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Ba}^{2+}) = 0,6302/233,39 \text{ mol} = 2,70 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .  
 $[\text{SO}_4^{2-}] = 2,70 \cdot 10^{-3} / (100,0 \cdot 10^{-3}) \text{ mol/dm}^3 = 0,0270 \text{ mol/dm}^3$  1p
- c)  $\text{H}_2\text{Y}^{2-} + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaY}^{2-} + 2\text{H}^+$  1p
- d)  $n(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) = 0,0109 \cdot 27,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .  
I titrerkolven:  $n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .  
Total substansmängd  $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$  i hela provet:  $(100/25) \cdot 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
Koncentration av jonerna i havsvattnet:  
 $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = (1,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,020) \text{ mol/dm}^3 = 0,0600 \text{ mol/dm}^3$  1p
- e)  $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$  1p
- f)  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$  2p
- g)  $n(\text{MnO}_4^-) = 0,0200 \cdot 22,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = (5/2) \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $[\text{Ca}^{2+}] = (1,10 \cdot 10^{-3} / 0,1000) \text{ mol/dm}^3 = 0,0110 \text{ mol/dm}^3$  2p
- h)  $[\text{Mg}^{2+}] = 0,0600 \text{ mol/dm} - [\text{Ca}^{2+}] = (0,0600 - 0,0110) \text{ mol/dm}^3 = 0,0490 \text{ mol/dm}^3$  1p
- i) Villkoret att summan av positiv och negativ laddning ska vara lika (laddningsvillkoret) ger:  
 $2([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) + [\text{Na}^+] = 2[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{Cl}^-]$   
 $2 \cdot 0,0600 + [\text{Na}^+] = 2 \cdot 0,0270 + 0,4567 \quad [\text{Na}^+] = 0,3907 \text{ mol/dm}^3$  2p
- j) Betrakta 1dm<sup>3</sup> av havsvattnet:  
Sulfatjonerna kommer endast från  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (0,0270 \cdot 142,05) \text{ g} = 3,84 \text{ g}$  0,5p  
Kalciumjonerna kommer endast från  $\text{CaCl}_2$ :  $m(\text{CaCl}_2) = (0,0110 \cdot 110,98) \text{ g} = 1,22 \text{ g}$  0,5p  
Magnesiumjonerna kommer endast från  $\text{MgCl}_2$ :  $m(\text{MgCl}_2) = 0,0490 \cdot 95,20 \text{ g} = 4,66 \text{ g}$  0,5p  
Natriumjonerna kommer från såväl  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  som  $\text{NaCl}$ .  $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaCl}) + 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$   
 $n(\text{NaCl}) = n(\text{Na}^+) - 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (0,3907 - 2 \cdot 0,0270) \text{ mol} = 0,3367 \text{ mol}$   
 $m(\text{NaCl}) = (0,3367 \cdot 58,44) \text{ g} = 19,68 \text{ g}$  (man kan också räkna på kloridjonerna) 1,5p

## EXPERIMENTELLT PROV 2003-04-09

Provet omfattar två uppgifter, som redovisas enligt anvisningarna.

Provtid: 180 minuter. Hjälpmedel: Miniräknare.

**OBS! EJ tabell- och formelsamling**

**Börja redovisningen av varje uppgift på ett nytt papper (enkelt A4-ark).**

**Lämna en marginal om minst 3 cm på varje papper.**

**Skriv NAMN, FÖDELSEDATUM och SKOLA på VARJE inlämnat papper!**

**Skyddsglasögon ska användas under hela det experimentella provet.**

### Riskbedömning (måttligt riskfylld laboration)

Kemikalie	risk	klartext
Zinksulfat	R36/38	irriterande
	R50/53	miljöfarlig
Eriokromsvart (Erio-T)	R36	irriterande
	R51/53	miljöfarlig
0,1 mol/dm <sup>3</sup> NaOH, dvs < 2%-ig lösning	R36/38	irriterande (irriterar ögon och hud,frätande)

Det prov du fått ut innehåller natriumklorid, NaCl, och zinksulfat, ZnSO<sub>4</sub>• xH<sub>2</sub>O. Du får veta provblandningens totala massa.

Du ska lösa upp provet i avjonat vatten och med hjälp av en vätejonmättad katjonbytare bestämma substansmängden vätejoner som motsvarar de natriumjoner och zinkjoner som finns i provet. I uppgift 9 ska du bestämma mängden zinkjoner genom en komplexometrisk titring med EDTA.

Med ledning av dessa resultat ska du beräkna *x* i formeln ZnSO<sub>4</sub>• xH<sub>2</sub>O.

### Uppgift 8 (15 poäng)

#### Genomförande

Överför hela det erhållna (invägda) provet till en 250 cm<sup>3</sup> mätkolv och lös upp provet till en slutvolym av 250 cm<sup>3</sup>. Denna lösning (lösning A) ska användas även i uppgift 9.

Till jonbytare, som aldrig få gå torr, sätter du 60 cm<sup>3</sup> avjonat vatten som får rinna igenom kolonnen. Det erhållna eluatet få vara blankprov vid bestämningen.

Blankprovet titreras med 0,100 mol/dm<sup>3</sup> NaOH (provledaren anger noggrann konc. av denna lösning) med fenolftalein som indikator.

Därefter tillsätts 10,0 cm<sup>3</sup> provlösning till jonbytare och sedan lösningen helt sjunkit ner i jonbytarmassan får ytterligare 50 cm<sup>3</sup> avjonat vatten rinna igenom jonbytare.

Eluatet titreras med 0,100 mol/dm<sup>3</sup> NaOH med fenolftalein som indikator.

#### Redovisning

- Redovisa resultatet av titringarna på ett klart och överskådligt sätt.
- Beräkna ur dessa data substansmängden vätejoner som motsvarar de natriumjoner och zinkjoner som finns i provet.
- Skriv reaktionsformler för det som sker vid jonbytet och för titringen.  
Formeln för den vätejonmättade jonbytarmassan kan skrivas RH<sub>n</sub>



### Uppgift 9 (25 poäng)

Du ska bestämma substansmängden zinkjoner i erhållet prov genom en komplexometrisk titrering med EDTA. Med ledning av detta resultat och resultatet i uppgift 8 ska du beräkna  $x$  i formeln  $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ .  $x$  kommer inte att vara ett heltal eftersom saltet förlorar en del av sitt kristallvatten när det lagras.

EDTA - molekyl binder till metalljoner så att ett kelatkomplex bildas. Koppling sker mellan EDTA och metalljonen på sex punkter i en oktaedrisk anordning. Det betyder att *en* EDTA-molekyl motsvarar *en* metalljon. Olika metalljoner binder olika hårt till EDTA. Det finns dessutom ett ämne erikromsvart, (Erio-T), som har liknande egenskaper som EDTA men som har olika färg om det binder till metalljon eller ej. Erikromsvart är i basisk lösning blått och om det binder till metalljoner är det rött vid samma höga pH.

#### Genomförande

Späd provlösningen (lösning A) som du använt i uppgift 8 genom att pipettera  $25,0 \text{ cm}^3$  provlösning till en  $100 \text{ cm}^3$  mätkolv och späda till märket (lösning B).

Pipettera upp  $10,0 \text{ cm}^3$  av lösning B i en E-kolv, tillsätt  $2 \text{ cm}^3$  ammoniak-salmiak-buffert och tillsätt med en spatel så mycket indikatorblandning att lösningen blir ordentligt färgad. Titra med  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$  EDTA-lösning tills den röda färgen slår om till blå. Upprepa denna titrering minst 1 gång.

Om mindre än  $10,0 \text{ cm}^3$  EDTA-lösning åtgår vid den första titreringen pipetteras  $20,0 \text{ cm}^3$  vid den andra titreringen. Upprepa titreringen tills du fått minst två överensstämmande resultat.

#### Redovisning

- Redovisa resultatet av titreringarna på ett klart och överskådligt sätt.
- Skriv reaktionsformel för EDTA-titreringen, ( EDTA skrivs  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  ).
- Varför kan erikromsvart användas som indikator vid denna titrering om en ammoniak-salmiakbuffert används?
- Beräkna substansmängden zinksulfat i det erhållna provet.
- Beräkna substansmängden natriumklorid i det erhållna provet.
- Beräkna  $x$  i formeln  $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Ange värdet på  $x$  med en decimal.  
Det är vanligt att detta salt avger ca 10 % av sitt kristallvatten.  
Ge ett förslag på antalet kristallvatten som fanns i saltet före titreringen.

Atommassa / u	H	1,008
	O	15,999
	Cl	35,453
	Na	22,990
	S	32,066
	Zn	65,39

**Till ledaren för experimentella provet: OBS! Vägdata skall bifogas lösningarna för varje deltagare.**

**Uppgift 8 (15 poäng)**

- a) Väl genomförd beredning av provlösning och genomfört jonbyte och väl genomförd titrering. Resultatet av titreringen redovisat på ett klart och överskådligt sätt. 10p
- b) Korrekt reaktionsformel. 2p
- c) Korrekt beräkning av substansmängden vätejoner som motsvarar de natriumjoner och zinkjoner som finns i provet. 3p

**Uppgift 9 (25 poäng)**

- a) Resultatet av titreringen redovisat på ett klart och överskådligt sätt med minst 2 överensstämmande titreringar. 12p
- b) Korrekt reaktionsformel. 2p
- c) Rätt motivering för att eriokromsvart kan användas som indikator (Zinkjonen bildar starkare komplex med EDTA än med eriokromsvart) . 1p
- d) Korrekt beräkning av zinksulfatet som fanns i det erhållna provet. 3p
- e) Korrekt beräkning av natriumkloriden som fanns i det erhållna provet. 3p
- f) Korrekt beräkning av antalet kristallvatten som fanns i zinksulfatet. 4p

Invägda salter

zinksulfatheptahydrat	4,035 g
natriumklorid	0,426 g
totala massan	4,461 g

**Protokoll fört vid test av det experimentella provet**

Erhållna provets totala massa 4,461 g

provlösningens volym 250 cm<sup>3</sup> (provlösning A)

25,0 cm<sup>3</sup> provlösning A späddes till 100 cm<sup>3</sup> i mätkolv (provlösning B)

**Uppgift 8 Jonbytare**

a) 60 cm<sup>3</sup> avjonat vatten fick rinna genom jonbytare.

startvolym 0,00 cm<sup>3</sup>

slutvolym 0,10 cm<sup>3</sup>

Vid titreringen med 0,101 mol/dm<sup>3</sup> NaOH åtgick 0,10 cm<sup>3</sup>.

10,0 cm<sup>3</sup> provlösning A fick rinna genom jonbytare med hjälp av 50 cm<sup>3</sup> avjonat vatten.

startvolym 0,10 cm<sup>3</sup>

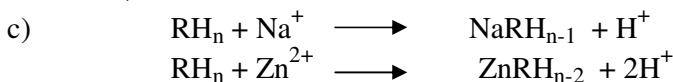
slutvolym 14,70 cm<sup>3</sup>

Vid titrering åtgick 14,60 cm<sup>3</sup> 0,101 mol/dm<sup>3</sup> NaOH

Efter korrigering med blanklösningen 14,50 cm<sup>3</sup> 0,101 mol/dm<sup>3</sup> NaOH

b) Detta motsvarar 14,50 · 0,101 mmol H<sup>+</sup> dvs 1,4645 mmol H<sup>+</sup> i 1/25 av provet.

I hela provet fanns positiva joner motsvarande 25 · 1,4645 mmol H<sup>+</sup> = 36,6125 mmol H<sup>+</sup>  
dvs 0,03661 mol H<sup>+</sup>.



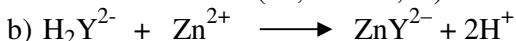
**Uppgift 9 EDTA-titrering**

a) 10,0 cm<sup>3</sup> av provlösning B titrerades med 0,1022 mol/dm<sup>3</sup> EDTA-lösning, två titreringar gjordes.

Titring 1 startvolym 0,00 cm<sup>3</sup>  
slutvolym 14,25 cm<sup>3</sup>

Titring 2 startvolym 14,25 cm<sup>3</sup>  
slutvolym 28,55 cm<sup>3</sup>

medelvärde (14,25 + 14,30)/2 cm<sup>3</sup> = 14,28 cm<sup>3</sup> 0,1022 mol/dm<sup>3</sup> EDTA



c) Zinkjonen bildar ett starkare komplex med EDTA än med Erio-T vid det pH som erhålls då ammoniak-salmiakbuffert har tillsatts.

d) 14,28 cm<sup>3</sup> 0,1022 mol/dm<sup>3</sup> EDTA motsvarar 0,1459 mmol Zn<sup>2+</sup> dvs i provlösning B fanns 1,459 mmol Zn<sup>2+</sup> och i provlösning A fanns 14,59 mmol Zn<sup>2+</sup>

Substansmängden ZnSO<sub>4</sub> var 0,01459 mol.

0,01459 mol ZnSO<sub>4</sub> har massan 0,01459 · 161,5 g = 2,356 g ZnSO<sub>4</sub>

e) Substansmängd NaCl = 0,03661 mol – 2 · substansmängd Zn<sup>2+</sup> = (0,03661 – 2 · 0,01459) mol = 0,00743 mol

f) Massan NaCl = 0,00743 · 58,44 = 0,434 g.

Totala massan = 4,461 g.

Vattnets massa = 4,461 – 0,434 – 2,356 = 1,671 g.

Substansmängd vatten = 1,671/18,02 mol = 0,0928 mol.

Substansmängd vatten per mol zinksulfat = 0,0928/0,1459 mol = 6,36 mol ≈ 6,4 mol.

Zinksulfatet innehåller 7 mol kristallvatten per mol salt före vittringen.

**Följande lösningar och blandningar ska vara beredda i förväg**

EDTA-lösning, konc.  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ ,  
 natriumhydroxidlösning,  $0,10 \text{ mol/dm}^3$ , med noggrant angiven konc. (tre värdesiffror),  
 ammoniak-salmiakbuffert (11 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  löses i ca  $50 \text{ cm}^3$  avjonat vatten,  $70 \text{ cm}^3$  konc. ammoniak tillsätts och lösningen späds med avjonat vatten till  $200 \text{ cm}^3$  volym).

Indikatorblandning: 1 g eriokromsvart och 100 g NaCl blandas väl (t.ex. i mortel).

Fenolftaleinlösning.

*Provblandning av zinksulfatheptahydrat och natriumklorid (se tabell nedan) Ge eleven blandningens totala massa.*

*Glöm inte att bifoga fullständiga vägdata för de elever vilkas lösningar sänds in för rättning!*

Vätejonmättad katjonbytare t.ex. Dowex 50 W-X8(H) – färdig jonbytare att använda för varje deltagare.

**Uppgift 8**

**För varje deltagare ska följande utrustning vara framdukad:**

Skyddsglasögon, hushållspapper,  
 provblandning med angiven totalmassa,  
 plasttratt (för överföring av provet till mätkolven),  
 mätkolv ( $250 \text{ cm}^3$ ), pipett ( $10 \text{ cm}^3$ ), pipettfyllare,  
 jonbytarkolonn med vätejonmättad jonbytare i stativ,  
 mätcylinder ( $50 - 100 \text{ cm}^3$ ), dropppipett,  
 sprutflaska med vatten (destillerat, avjonat eller osmosrenat) ,  
 byrett ( $25-50 \text{ cm}^3$ ) i stativ,  
 magnetomrörare, slaskbägare, liten tratt för byrettpåfyllning,  
 2 E-kolvar (ca  $250 \text{ cm}^3$ ), bägare ( $100 \text{ cm}^3$ ).

Lösningar:

natriumhydroxidlösning,  $0,10 \text{ mol/dm}^3$ , med noggrant angiven konc. (tre värdesiffror),  
 fenolftaleinlösning.

**Uppgift 9**

**För varje deltagare ska följande utrustning vara framdukad:**

Skyddsglasögon, hushållspapper,  
 mätkolv ( $100 \text{ cm}^3$ ), pipett ( $25 \text{ cm}^3$ ), pipett ( $10 \text{ cm}^3$ ), pipettfyllare,  
 byrett ( $25-50 \text{ cm}^3$ ) i stativ, mätcylinder ( $10 \text{ cm}^3$ ),  
 magnetomrörare, slaskbägare, liten tratt för byrettpåfyllning,

2 E-kolvar (ca  $250 \text{ cm}^3$ ).

Lösningar:

EDTA-lösning,  $0,0100 \text{ mol/dm}^3$ ,  
 ammoniak-salmiakbuffert, indikatorblandning: eriokromsvart blandad med natriumklorid (se ovan).

Ge olika provsammansättning till olika elever. Tabellvärdena nedan är riktvärden (invägning skall ske med 3 decimaler),

Tabell för provberedning ( provblandningens totala massa anges vid utdelning av provet)		
Zinksulfatheptahydrat (g)	NaCl (g)	
4,0	0,4	( Zinksulfatheptahydrat vittrar och innehåller ca 6,5 mol vatten per mol salt ) Salterna vägs in med tre decimaler. Tabellvärdena är riktvärden men min- och max-värden för de två salterna bör inte underskridas resp. överskridas <b>OBS! Vägdata ska bifogas de inskickade elevlösningarna.</b>
3,6	0,5	
3,2	0,75	
3,0	0,8	
2,8	1,0	
2,5	1,1	
2,2	1,1	
2,0	1,2	

## **Kemiolympiaden 2003**

Andra uttagningen 2003-04-08--09

Försändelsen innehåller:

Anvisningar till ledaren för det experimentella provet 1 sida  
*Överlämnas utan dröjsmål till kemiansvarig lärare*

*Resten av materialet förvaras under sekretess till omedelbart före proven.*

Teoretiskt prov 2003-04-08. 4 sidor  
Bilaga till teoretiskt prov 2003-04-08. 1 sida  
Experimentellt prov 2003-04-09. 2 sidor

*Kopieras i erforderligt antal exemplar omedelbart före proven.*

Svar och rättningsmall till det teoretiska provet. 3 sidor  
Svar och rättningsmall till det experimentella provet. 1 sida  
Testprotokoll till det experimentella provet. 1 sida  
Rättningsprotokoll. 1 sida

*Överlämnas till ansvarig lärare i anslutning till provets genomförande.*

**TOTALT 14 sidor**