



## PROVET I KEMI 29.9.2017 BESKRIVNING AV GODA SVAR

Examensämnets censorsmöte har godkänt följande beskrivningar av goda svar.

Målet för bedömningen i läroämnet kemi är en förståelse för och tillämpning av den kemiska kunskapen enligt grunderna i gymnasiets läroplan. Vid bedömningen beaktas även de färdigheter med vilka man tillägnat sig experimentell kunskap och förmåga att behandla den. Till sådan kunskap hör till exempel planering av experiment, trygg hantering av arbetsredskap och reagens, presentation och tolkning av resultat och förmåga att dra slutsatser samt tillämpa dem.

Vid bedömningen av uppgifterna i kemi läggs vikten vid ett framställningssätt som betonar läroämnets karaktär samt precision i begreppen och språkbruket. Reaktionsformlerna ställs upp utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillståndet angivna. I organiska reaktionslikheter används strukturformler men aggregationstillstånd krävs inte. Olika sätt att skriva strukturformler godkänns.

I beräkningsuppgifter bör storhetsekvationer och formler användas på ett sätt som visar att examinanden förstått uppgiften rätt och i sin lösning tillämpat korrekt princip eller lag. Av svaret framgår entydigt hur man når slutresultatet. Om uppgiften kräver mellanresultat presenteras de med enheter och med tillräcklig noggrannhet. Slutresultaten ges med enheter och med den noggrannhet som utgångsvärdena kräver, och slutsatserna motiveras.

Grafer uppritas omsorgsfullt och tillräckligt stora. Rekommendationen är att man använder millimeterpapper, vilket dock inte är obligatoriskt. I grafen anges namn, enheter och skala för axlarna. Till mätpunkterna anpassas en vederbörlig rät linje eller en kontinuerlig böjd kurva. I grafen anges sådana punkter som är väsentliga för slutsatserna, till exempel ekvivalenspunkten för en titrerkurva eller den tangent som används när man beräknar en hastighet i ett givet ögonblick.

I essäsvor och förklarande svar kompletteras texten vanligen med reaktionsformler, ekvationer eller teckningar. Ett svar på god nivå är disponerat och innehållsmässigt konsekvent. Det är viktigare att betona centrala aspekter än att presentera enskilda detaljer. För högsta poäng i jokeruppgifterna förutsätts förmåga att tillämpa kunskapsfakta också i vidare sammanhang. Brister i svaret kan i någon mån kompenseras av att övriga aspekter behandlas djupgående eller av övriga meriter.

I kemiprovet är alla funktionsräknare, grafiska räknare och symbolräknare tillåtna. Lösningar som gjorts med en symbolräknare godkänns förutsatt att det av lösningen framgår på vilken situation och vilka ekvationer lösningen med symboler baserar sig. Räknaren kan också användas för att lösa en ekvation eller för att bestämma efterfrågade värden i en graf.

En uppgift bedöms med noggrannheten  $\frac{1}{3}$  poäng och slutsumman avrundas till närmaste heltalspoäng. Inexakt språkbruk ur kemisk synvinkel, slarvigt skrivna formler eller små räknefel orsakar avdrag på 0–1 p.

## Uppgift 1

- a) 2 (emulsion)
- b) 3 (lösning)
- c) 1 (grundämne)
- d) 3 (lösning)
- e) 5 (förening)
- f) 4 (suspension dvs. slam)

(6 x 1 p.)

Överflödiga svar 0 p./moment.

## Uppgift 2

- a) Kvävet's substansmängd:  
 $n(\text{N}_2) = m/M$   
 $= 4040 \text{ g}/28,02 \text{ g/mol} = 144,1827 \text{ mol}$  (1 p.)

Volymen för det kväve som förångas ur det flytande kvävet:  
 $V(\text{N}_2) = nRT/p$   
 $= (144,1827 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 253,15 \text{ K})/101325 \text{ Pa}$   
 $= 2,9951 \text{ m}^3$

**Den förångade kvävgasens volym är 3,00 m<sup>3</sup>.** (2 p.)

- b) Luften som blir kvar i frysrummet:  
 $V = 5,80 \text{ m}^3 - 2,9951 \text{ m}^3 = 2,8049 \text{ m}^3$  (1 p.)

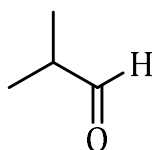
Syret som blir kvar i frysrummet:  
 $V = 0,2095 \cdot (2,8049 \text{ m}^3) = 0,5876 \text{ m}^3$  (1 p.)

Syrehalten i frysrummet:  
 $100 \% \cdot 0,5876 \text{ m}^3/5,80 \text{ m}^3 = 10,1 \%$  (2/3 p.)

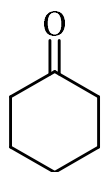
**Specialforskaren blir medvetslös i frysrummet, eftersom syrehalten sjönk under 11 procent.** (1/3 p.)

### Uppgift 3

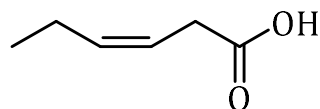
a)- c)



2-metylpropanal



cyklohexanon

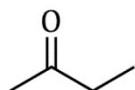


*cis*-3-hexensyra

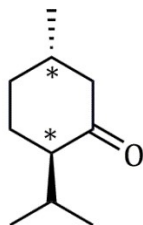
(3 p.)

*strukturen 2/3 p. och namnet 1/3 p.*

d)



butan-2-on



mentolets oxidationsprodukt, menton

(2/3 p. + 2/3 p.)

Butan-2-olens oxidationsprodukt innehåller inga asymmetriska kolatomer. (1/3 p.)

Produkten som bildas ur mentol innehåller asymmetriska kolatomer, vilket kan framgå ur bilden. (1/3 p.)

De asymmetriska kolatomerna har märkts ut i bilden eller deras placering har motiverats i ord. (1 p.)

#### Uppgift 4

- a) Bestämning av den begränsande faktorn  
 $n(\text{Sn}) = m/M = 1,00 \text{ g}/(118,71 \text{ g/mol}) = 8,4239 \text{ mmol}$  (1/3 p.)  
 $n(\text{I}_2) = m/M = 3,30 \text{ g}/(253,8 \text{ g/mol}) = 13,002 \text{ mmol}$  (2/3 p.)

Mängden jod som behövs för en fullständig reaktion är minst  $2 \cdot n(\text{Sn}) = 16,848 \text{ mmol}$ .  
Eftersom  $n(\text{I}_2) = 13,002 \text{ mmol} < 16,848 \text{ mmol}$ , (2/3 p.)  
**är  $\text{I}_2$  den begränsande faktorn.** (2/3 p.)

Då kan det teoretiskt bildas tenntetraiodid  
 $n(\text{SnI}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{I}_2) = 6,5012 \text{ mmol}$  (1 p.)  
 $m(\text{SnI}_4) = nM = 6,5012 \text{ mmol} \cdot 626,31 \text{ g/mol} = 4,0718 \text{ g}$ .

**Teoretiskt kan det bildas 4,07 g tenntetraiodid.** (2/3 p.)

- b) **Det procentuella utbytet var  $(3,26 \text{ g}/4,0718 \text{ g}) \cdot 100 \% = 80,1 \%$ .** (1 p.)

- c) **Det verkliga utbytet är mindre än det teoretiska utbytet eftersom**

- reaktionen inte har skett fullständigt
- det kan ha blivit produkt kvar i dekanterglaset eller i tratten i filtreringskedet
- en del produkt kan ha löst sig i tvättskedet
- en del av joden kan ha rymt från kolven trots återloppskylaren
- en del av tenntetraiodiden har blivit kvar i lösningen
- de använda utgångsämnen har inte varit rena

(1 p.)

## Uppgift 5

- a)  $4 \text{Al}(s/aq) + 3 \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_3(s)$  (1 p.)
- b)  $\text{MgCO}_3(s/aq) + 2 \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{MgCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$  (1 p.)  
Godkänns också  $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$
- c)  $2 \text{Na}_3\text{PO}_4(aq) + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(aq/s) \rightarrow 3 \text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + 2 \text{FePO}_4(s)$  (1 p.)  
eller  $\text{PO}_4^{3-}(aq) + \text{Fe}^{3+}(aq) \rightleftharpoons \text{FePO}_4(s)$
- d)  $\text{Br}_2(l/aq) + 2 \text{NaI}(aq) \rightarrow 2 \text{NaBr}(aq) + \text{I}_2(aq/s)$  (1 p.)  
eller  $\text{Br}_2(l/aq) + 2 \text{I}^-(aq) \rightarrow 2 \text{Br}^-(aq) + \text{I}_2(aq/s)$   
eller  $\text{Br}_2(l/aq) + \text{NaF}(aq) + \text{NaCl}(aq) + 2 \text{NaI}(aq) \rightarrow \text{NaF}(aq) + \text{NaCl}(aq) + 2 \text{NaBr}(aq) + \text{I}_2(aq/s)$
- e)  $3 \text{Cu}(s) + 8 \text{HNO}_3(aq) \rightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2 \text{NO}(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$  (2 p.)  
eller  $3 \text{Cu}(s) + 8 \text{H}^+(aq) + 2 \text{NO}_3^-(aq) \rightarrow 3 \text{Cu}^{2+}(aq) + 2 \text{NO}(g) + 4 \text{H}_2\text{O}(l)$   
eller  $\text{Cu}(s) + 4 \text{HNO}_3(aq) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + 2 \text{NO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$   
eller  $\text{Cu}(s) + 4 \text{H}^+(aq) + 2 \text{NO}_3^-(aq) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + 2 \text{NO}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$   
eller övriga motsvarande reaktioner i vilka en del av vätejonerna och nitratjonerna uttrycks som salpetersyra.

*Felaktig förening eller koefficient i en av reaktionsformlerna a-d: 0 p./moment.*

*Rätt produkter och utgångsämnen i reaktionsformel e: 1 p.*

*Aggregationstillstånd är felaktiga eller saknas i en reaktionsformel: -1/3 p./moment, men maximalt -1 p.*

## Uppgift 6

- a) Sant. Utifrån jämviktskonstanten kan man sluta sig till att det finns mer reaktionsprodukt än utgångsämne, eftersom  $K \gg 1$ . (1 p.)
- b) Falskt. En förändring av koncentrationerna förändrar inte jämviktskonstantens värde. (Bara förändring av temperaturen förändrar jämviktskonstantens värde.) (1 p.)
- c) Falskt. Vid det dynamiska jämviktstillståndet förändras inte koncentrationerna för maltos och glukos eftersom reaktionerna **I** och **II** sker med samma hastighet. (1 p.)
- d) Falskt. Reaktion **I** blir långsammare eftersom det sker färre kollisioner mellan maltosmolekylerna då maltoskoncentrationen minskar. Reaktion **II** försnabbas eftersom det sker fler kollisioner mellan glukosmolekyler då glukoskoncentrationen ökar. (1 p.)
- e) Falskt. Reaktion **II** blir långsammare eftersom sänkning av temperaturen gör kemiska reaktioner långsammare. (Också reaktion **I** blir långsammare, men hastighetssänkningen är mindre än för reaktion **II**. Därmed förskjuts jämviktsläget mot höger.) (1 p.)
- f) Falskt. Reaktion **I** är exoterm. Därmed leder en sänkning i temperaturen till en ökning i glukoskoncentrationen och jämviktskonstanten för reaktion **I** blir större. (1 p.)

## Uppgift 7

- a) Cyklohexan kan separeras från vatten **med en skiljetratt**. Opolärt cyklohexan löser sig inte i vatten som är polärt. (Vatten är tätare än cyklohexan. Först tappas vattnet ut och då blir cyklohexanet kvar i skiljetratten.) (1 p.)

*Separeringen kan också utföras genom att destillera.*

- b) Aceton kan separeras från vatten **genom destillering**. Kokpunkten för aceton är 56 °C och för vatten 100 °C. Acetonet kokar först och tas till vara som destillat. (1 p.)

- c) Magnesiumklorid kan separeras från magnesiumkarbonat genom **extraktion med vatten** (eller genom upplösning i vatten). Magnesiumklorid löser sig i vatten medan magnesiumkarbonat löser sig i väldigt liten mån i vatten. (1 p.)

Magnesiumkarbonatet **filtreras** bort eller lösningen dekanteras. **Vattnet indunstras** bort från filtratet. (1 p.)

- d) Först tas glykolen bort från blandningen genom att **extrahera den med vatten** (en liten mängd). Vatten tillsätts till blandningen och **lagren skiljs från varandra** med en skiljetratt. Glykol är en polär förening och de övriga föreningarna löser sig bara i en liten mån i vatten. (1 p.)

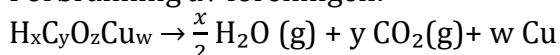
Bensylalkohol separeras från bensaldehyd **genom destillering**. Bensaldehyd har kokpunkten 178 °C och bensylalkohol 205 °C. **Bensylalkoholen destilleras bort efter bensaldehyden**. (1 p.)

*Separeringen kan också utföras genom att först destillera bensaldehyden och sedan separera de övriga föreningarna genom extraktion. Separeringen kan också utföras med vätskekromatografi och då krävs också att principen bakom vätskekromatografi och motiveringar för extraktionen nämns i svaret.*

## Uppgift 8

I uppgiften förekom ett felaktigt utgångsvärde. Tiosulfatlösningens koncentration hade under slutskedet av provets bearbetning bytts ut till värdet 0,320 M. Det korrekta värdet skulle ha varit 0,0320 M. Uppgiften bedöms som en helhet utan att särskilja a- och b-momenten.

Förbränning av föreningen:



$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = (0,504 \text{ g}) / (44,01 \text{ g/mol}) = 0,011452 \text{ mol} \quad (2/3 \text{ p.})$$

$$n(\text{H}) = (2 \cdot 0,0743 \text{ g}) / (18,016 \text{ g/mol}) = 8,2482 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Bestämning av koppar:

Trijodid-jonen bildar en blåfärgad lösning med stärkelse. Då trijoden tar slut blir lösningen färglös.

$$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,320 \text{ mol/l} \cdot 0,01175 \text{ l} = 3,7600 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (2/3 \text{ p.})$$

Enligt reaktionsformlerna

$$n(\text{Cu}^{2+}) = 2(\text{I}_3^-) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \quad (1 \text{ p.})$$

I svaret har utgående från substansmängderna erhållits jämförbara värden t.ex. genom att omvandla koppars substansmängd till massa eller genom att beräkna mängderna av kol och väte i procent. (1 2/3 p.)

T.ex.

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 0,23895 \text{ g}$$

ELLER

$$m(\text{C}) = 0,13754 \text{ g} \triangleq 55,015 \text{ m-\%}$$

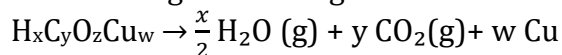
$$m(\text{H}) = 8,3142 \cdot 10^{-3} \text{ g} \triangleq 3,3257 \text{ m-\%}$$

Koppars massa är större än provets massa eller de sammanräknade procenttalen är över 100 % (och då är uppgiften omöjlig). (1 p.)

- Om brister eller fel i en kemisk princip förekommer i svaret avslutas poängsamlingen.
- Om det förekommer ett litet fel eller en liten bristfällighet i svaret som leder till ett felaktigt värde som förs vidare i uppgiften (felet fortplantas) erhålls inga poäng för det skede av uppgiften där felet eller bristfälligheten uppkommit. Då kan förtjänsten som ger det sista poänget alternativt också vara heltalsförhållandet mellan substansmängderna för kol, väte, koppar och syre.
- Eventuella strukturformler förutsätts inte och de bedöms inte.

Uppgiftens tidigare publicerade lösning med hjälp av värdet 0,0320 M för tiosulfatlösningens koncentration:

a) Förbränning av föreningen:



$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = (0,504 \text{ g}) / (44,01 \text{ g/mol}) = 0,011452 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = (2 \cdot 0,0743 \text{ g}) / (18,016 \text{ g/mol}) = 8,2482 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Bestämning av koppar:

Trijodid-jonen bildar en blåfärgad lösning med stärkelse. Då trijoden tar slut blir lösningen färglös.

Enligt reaktionsformlerna

$$n(\text{Cu}^{2+}) = 2(\text{I}_3^-) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \cdot V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,0320 \text{ mol/l} \cdot 0,01175 \text{ l} = 3,7600 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Mängderna kol, väte och koppar omvandlas till massprocent eftersom de två provens massor inte är lika stora.

$$m(\text{C}) = 0,13754 \text{ g} \triangleq 55,015 \text{ m-\%}$$

$$m(\text{H}) = 8,3142 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cong 3,3257 \text{ m-\%}$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 0,023895 \text{ g} \cong 20,778 \text{ m-\%}$$

Syrets andel:  $(100,000 - 79,119) \% = 20,881 \text{ m-\%}$

Den empiriska formeln:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{Cu}) = 55,015/12,01 : 3,3257/1,008 : 20,881/16,00 : 20,778/63,55$$

$$= 4,5808 : 3,2993 : 1,3051 : 0,32696$$

$$= 14,01 : 10,09 : 3,99 : 1$$

$$\approx 14 : 10 : 4 : 1$$

Föreningens proportionsformel är  $(\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{Cu})_x$  eller  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{Cu}$ .

ELLER

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = (0,504 \text{ g}) / (44,01 \text{ g/mol}) = 0,011452 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = (2 \cdot 0,0743 \text{ g}) / (18,016 \text{ g/mol}) = 8,2482 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0,250 \text{ g}}{0,115 \text{ g}} \cdot 3,7600 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 8,1739 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cong 0,051945 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{prov 1}) - (m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{Cu})) = 0,052202 \text{ g} \cong 3,2626 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Den empiriska formeln:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{Cu})$$

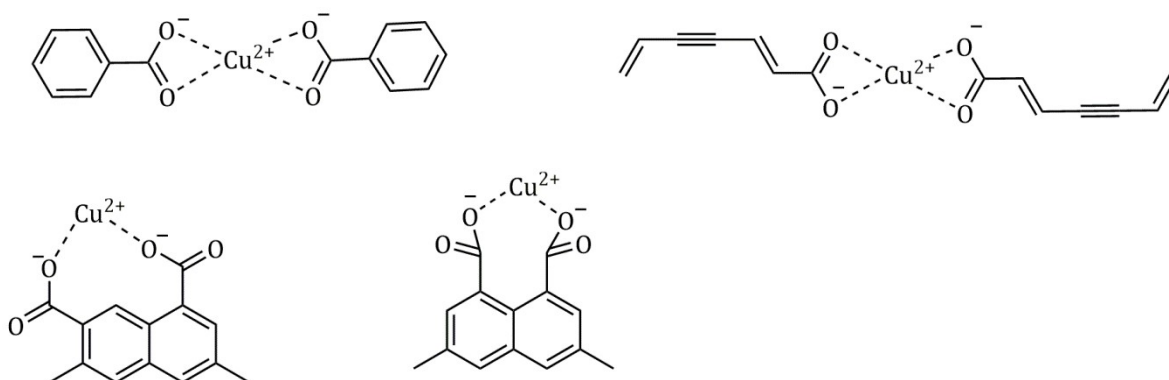
$$= 0,011452 \text{ mol} : 8,2482 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 3,2626 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 8,1739 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$= 14,01 : 10,09 : 3,99 : 1,00 \approx 14 : 10 : 4 : 1$$

Föreningens proportionsformel är  $(\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{Cu})_x$  eller  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4\text{Cu}$ .

- b)** Föreningen är sannolikt jonformad eftersom den innehåller metaller och icke-metaller. Man kan sluta sig till föreningens strukturformel utifrån proportionsformeln.

Möjliga strukturformler:



(2 p.)



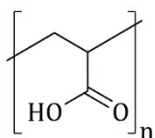
## Uppgift 9

- a)** A: jonbindning (eller vätebindning eller jon-dipolbindning) (1/3 p.)  
mellan den positivt laddade aminogruppen (eller väteatomen som har en positiv deladdning) och den negativt laddade karboxylatjonen. (2/3 p.)
- B: jon-dipolbindning (eller vätebindning) (1/3 p.)  
mellan hydroxylgruppens väteatom och karboxylatjonen (2/3 p.)
- C och D: dispersionskrafter (1/3 p.)  
mellan de opolära kolvätekedjorna (2/3 p.)
- b)** Ibuprofen är en karboxylsyra. I bilden förekommer den som karboxylatjon. Då pH sjunker förekommer ibuprofen i allt högre grad i karboxylsyrans syraform. Då blir bindningen vid A svagare. Jonbindningen ersätts av en vätebindning (eller vätebindningen blir svagare då karboxylatens laddning minskar till en deladdning). (1 p.)  
Förändringen i surheten kan påverka proteinets sekundär- och tertiärstrukturer och då förändras proteinets tredimensionella form, eller proteinet denatureras då pH förändras. Bindningarna mellan ibuprofen och proteinet kommer inte nödvändigtvis att bildas på samma sätt som innan. (1 p.)
- c)** I stället för jonbindningen (eller vätebindningen) finns nu enbart svaga dispersionskrafter eftersom leucinets sidokedja är en opolär kolvätekedja. Bindningen till proteinet blir svagare. (1 p.)

Då arginin byts ut mot leucin kan också proteinets tredimensionella struktur förändras eftersom argininets joniska sidokedja kan delta i proteinveckningen med hjälp av jonbindningar eller jon-dipolbindningar. I leucin finns det inte någon jonisk sidokedja så dessa växelverkningar uteblir. Då proteinets form förändras blir bindningen svagare.

## Uppgift 10

a)



polyakrylsyra

(1 p.)

Polyakrylsyrans natriumsalt dissocierar i vattenlösning varvid **det bildas positivt laddade natriumjoner och negativt laddade karboxylatgrupper.**

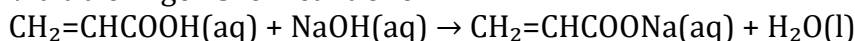
(1/3 p.)

Vattenmolekylerna är polära. Varje karboxylatjon kan bilda **jon-dipolbindningar** (eller vätebindningar) till flera vattenmolekyler.

(2/3 p.)

Vidare bildar polymeren en nätformig struktur som är gles eftersom de negativt laddade karboxylatgrupperna repellerar varandra. Vattenmolekylerna balanserar repulsionen genom att hydratera jonerna. Det bildas en nätformad struktur och vattenmolekylerna fångas inne i nätet.

b) Vid titreringen sker reaktionen:



Ekvivalentpunktens pH kan bestämmas genom att granska protolysen för den natriumakrylat som bildas vid neutraliseringen.

$$n(\text{CH}_2=\text{CHCOOH}) = c \cdot V = 0,500 \text{ mol/l} \cdot 0,0100 \text{ l} = 0,00500 \text{ mol}$$

(2/3 p.)

Den tillsatta natriumhydroxidlösningen påverkar lösningens koncentration.

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{CH}_2=\text{CHCOOH}) = 0,00500 \text{ mol}$$

$$V(\text{NaOH}) = n/c(\text{NaOH}) = 0,00500 \text{ mol} / 0,200 \text{ mol/l} = 0,0250 \text{ l}$$

$$V = 0,0100 \text{ l} + 0,0250 \text{ l} = 0,0350 \text{ l}$$

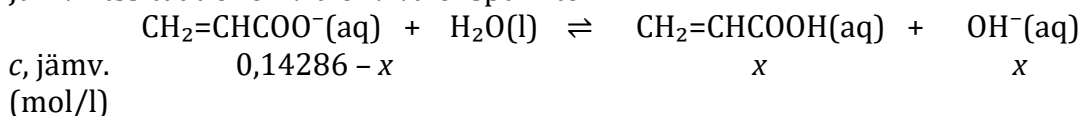
(2/3 p.)

$$n(\text{CH}_2=\text{CHCOO}^-) = n(\text{CH}_2=\text{CHCOOH})$$

$$c(\text{CH}_2=\text{CHCOO}^-) = 0,00500 \text{ mol} / 0,0350 \text{ l} = 0,14286 \text{ mol/l}$$

(2/3 p.)

Jämviktssituationen vid ekvivalenspunkten:



$$K_b = K_w/K_a = 1,00 \cdot 10^{-14} / 5,6 \cdot 10^{-5} = 1,7857 \cdot 10^{-10}$$

(1/3 p.)

$$K_b = \frac{[\text{CH}_2=\text{CHCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_2=\text{CHCOO}^-]}$$

(1/3 p.)

$$\frac{x^2}{(0,14286 - x)} = 1,7857 \cdot 10^{-10}$$

(2/3 p.)

$$x = 5,0507 \cdot 10^{-6} \text{ (eller } x = -5,0509 \cdot 10^{-6})$$

$$[\text{OH}^-] = 5,0507 \cdot 10^{-6}, \text{ pOH} = 5,2966$$

$$\text{pH} = 14,00 - 5,2966 = 8,7034 \approx 8,70$$

**Vid ekvivalenspunkten är lösningens pH 8,70.**

(2/3 p.)

*Felets fortplantning (FF) godkänns inte, om inte de föregående kemiska principerna är korrekta.*

## Uppgift +11

- a) Substansmängden för järnet i titrerprovet är beräknad för de olika proven eller för medelvärdet.

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 5 \cdot c(\text{MnO}_4^-) \cdot V(\text{MnO}_4^-) = 5 \cdot 0,0150 \text{ M} \cdot V(\text{MnO}_4^-) \quad (1 \text{ p.})$$

Massan för järnet i titrerprovet är beräknad för de olika proven eller för medelvärdet.

$$m(\text{Fe})_{\text{titrerprovet}} = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot 55,85 \text{ g/mol} \quad (1/3 \text{ p.})$$

Detta är samma som den genomsnittliga mängden järn i 1 tablett, för om man beaktar utspädningen av provet och mängden tabletter

$$\frac{\frac{m(\text{Fe})_{\text{titrerprovet}}}{50,0 \text{ ml}} \cdot 250,0 \text{ ml}}{5 \text{ tabletter}} = m(\text{Fe})_{\text{titrerprovet}} = m(\text{Fe})_{\text{en tablett}} \quad (1 \text{ p.})$$

	$V(\text{MnO}_4^-)$ [ml]	$n(\text{Fe}^{2+})$ [mmol]	$m(\text{Fe})$ (1 tablett) [mg]
prov 1	16,76	1,2570	70,203
prov 2	16,87	1,2653	70,664
prov 3	16,82	1,2615	70,455

Eftersom resultaten för de parallella proven är nära varandra kan medelvärdet för titrerprovets resultat beräknas

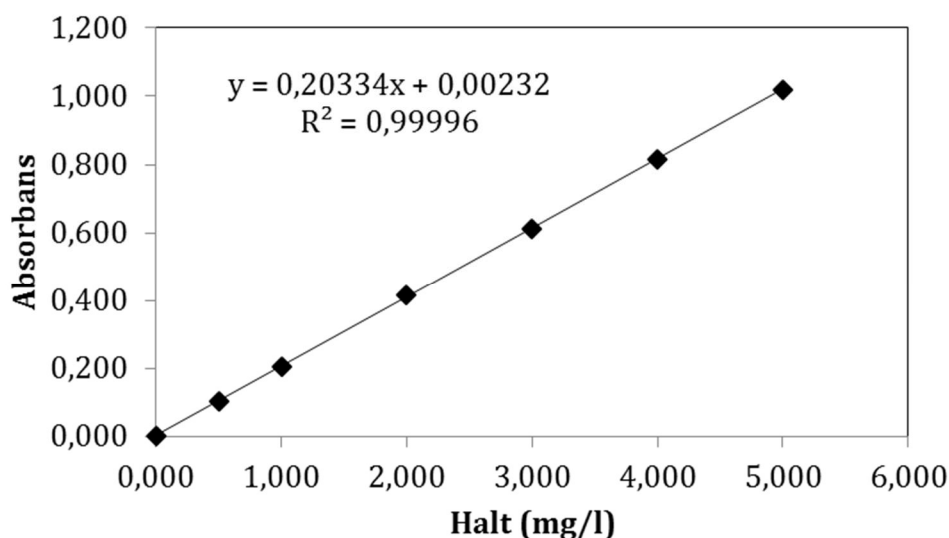
$$(70,203 + 70,664 + 70,455) \text{ mg} / 3 = 70,441 \text{ mg.}$$

**Den genomsnittliga massan järn i en tablett är 70,4 mg.** (2/3 p.)

- b) Standardlinjen har ritats upp eller dess ekvation har bestämts med räknare. (1 p.)

Standardlinjen uppritad med halten som funktion av absorbansen godkänns.

Då är linjens ekvation  $y = 4,91764x - 0,011296$



Fe-koncentrationerna i proven har avlästs på standardlinjen eller beräknats med hjälp av standardlinjens ekvation. (2/3 p.)

Fe-halten i provlösningen gjord på 5 tabletter

$$c(\text{Fe, före utspädningen}) = c(\text{Fe, avläst ur grafen}) \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{100}{5}$$
$$= c(\text{Fe, avläst ur grafen}) \cdot 400 \quad (1 \text{ p.})$$

Den genomsnittliga massan järn i 1 tablett

$$\frac{c(\text{Fe, före utspädningen}) \cdot 250,0 \text{ ml}}{5 \text{ tabletter}} = \frac{c(\text{Fe, avläst ur grafen}) \cdot 0,250 \text{ l} \cdot 400}{5 \text{ tabletter}}$$
$$= c(\text{Fe, avläst ur grafen}) \cdot 20 = m(\text{Fe}) \quad (2/3 \text{ p.})$$

	Absorbans	Beräknat ur grafen/ avläst Fe-halten [mg/l]	$c(\text{Fe})$ (5 tabletter) [mg/l]	$m(\text{Fe})$ (1 tablett) [mg]
prov 1	0,709	$3,4754 \pm 0,1$	$1390,2 \pm 40$	$69,510 \pm 2$
prov 2	0,554	$2,7131 \pm 0,1$	$1085,2 \pm 40$	$54,260 \pm 2$
prov 3	0,712	$3,4901 \pm 0,1$	$1396,0 \pm 40$	$69,800 \pm 2$

Resultatet för ett av proven avviker väsentligt från de två övriga och beaktas därför inte i medelvärdet

$$m(\text{Fe}) = (69,510 + 69,800) \text{ mg} / 2 = 69,655 \text{ mg.}$$

**Den genomsnittliga massan järn i en tablett är 69,7 mg  $\pm$  2 mg.** (2/3 p.)  
*En rimlig variation godkänns vid tolkningen av grafen.*

- c) I svaret analyseras de arbetsskedena som ingår i titreringen och i den kolorimetriska bestämningen och de felkällor som hör ihop med arbetsskedena. (2 p.)

I svaret anges tre felkällor av olika typ som beskrivs tillräckligt tydligt (3 x 2/3 p.):

- vid filtreringen har sköljningen inte varit tillräcklig
- då tabletterna upphettats i svavelsyralösningen har järn(II)joner oxiderats
- allt järn i tablett har inte löst sig
- titrerlösningens koncentration har förändrats
- svårigheter i att observera titreringens slutpunkt
- fel vid tillsatsen av reagens i provet, till exempel saknas något av reagensen eller det har tillsatts för litet av något reagens
- kalibreringsfel (fel vid framställningen av standardlösningen, det vill säga ett fel i koncentrationen, har orsakat en felaktig standardlinje)

Övriga felkällor vilka kan kompensera brister (2 x 1/3 p.):

- pipetteringsfel vid framställningen av prov- eller standardlösningarna
- apparaturfel, till exempel fel mätvärde avläst på byretten eller funktionsfel i kalorimetern
- noggrannheten vid uppritande av standardlinjen eller vid avläsningen av grafen
- vägningsfel, avläsningsfel, orenheter i redskapen eller reagensens renhet
- inverkan av orenheter eller fingeravtryck på kyvetten

## Uppgift +12

- a) Av svaret framgår skillnaderna och likheterna i de sällsynta jordartsmetallernas elektronstruktur. Med hjälp av elektronstrukturen beskrivs de sällsynta jordartsmetallernas reaktivitet och oxidationstal. Några egenskaper beskrivs noggrannare med hjälp av elektronstrukturen. De utmaningar som hör ihop med separationen av de sällsynta jordartsmetallerna identifieras. (4 p.)

Den maximala poängmängden (4 p.) kan ansamlas med olika slags förtjänster. Det ansamlas 0–1 p./tema beroende på hur djupgående temat behandlats och hur slutsatser motiverats.

### Beskrivning av elektronstrukturen (0–2 p.)

- Likheter och olikheter i de sällsynta jordartsmetallernas elektronstrukturer
- Exempel på elektronstrukturer (maximalt 3 x 1/3 p.)

### Strukturen används för att förklara egenskaperna (0–2 p.)

- Beskrivning av metallers allmänna egenskaper (maximalt 1/3 p.)
- Reaktiviteten
- Förekomst med olika oxidationstal
- Användning som katalysator
- Magnetiska egenskaper
- Användning som lysämne

### Utmaningarna i att separera (0–2 p.)

- Oxiderna är beständiga och därför är de svåra att reducera.
- Till följd av likartade egenskaper förekommer de i mineraler som salter med likadana proportionsformler och de kan ersätta varandra i kristallstrukturer.
- Salternas reaktioner och lösligheter är likartade.

Till exempel:

De sällsynta jordartsmetallernas atomer har 2 elektroner på den yttersta s-orbitalen och i tur att fyllas är antingen d-orbitalen (Y, Sc, La) eller 4f-orbitalen (Ce-Lu). De har ett fåtal ytterelektroner och de oxideras lätt eftersom **yterelektronerna är långt från kärnan**.

Då de oxideras till oxidationstalet +III ger de vanligen bort två s-elektroner och dessutom antingen en d-elektron (Y, Sc, La) eller en f-elektron (Ce-Lu).

De sällsynta jordartsmetallerna är reaktiva och de förekommer vanligen med oxidationstalet +III. De förekommer i mineraler som salter med likadana proportionsformler. Salternas reaktioner och lösligheter är likartade.

Grundämne	Elektronstruktur	Skillnader
Sc	$[\text{Ar}]3d^14s^2$	I tur att fyllas 3d, närmaste ädelgasstruktur Ar.
Y	$[\text{Kr}]4d^15s^2$	I tur att fyllas 4d, närmaste ädelgasstruktur Kr.
La	$[\text{Xe}]5d^16s^2$	Inga elektroner på 4f-orbitalerna, utan 5d i tur att fyllas, närmaste ädelgasstruktur Xe.
Ce	$[\text{Xe}]4f^26s^2$ eller $[\text{Xe}]4f^15d^16s^2$	I tur att fyllas 4f. Förekommer <b>också med oxidationstalet +IV</b> , då 4f-orbitalen blir helt tomt och Ce får Xe:s ädelgasstruktur. Många <b>katalysatorer</b> har flera olika oxidationstal.
Pr	$[\text{Xe}]4f^36s^2$	

Nd	[Xe]4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	<b>Opariga 4f-elektroner</b> hör ihop med exceptionella <b>magnetiska egenskaper</b> .
Pm	[Xe]4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	Radioaktivt, inga stabila isotoper.
Sm	[Xe]4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	
Eu	[Xe]4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	<b>Elektronövergångar</b> inom 4f-orbitalen samt mellan 4f- och 5d-orbitalerna ger lantanoiderna <b>unika optiska egenskaper</b> och gör det exempelvis möjligt att använda dem som <b>luminiscenta ämnen</b> .
Gd	[Xe]4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	På 4f-orbitalerna finns opariga elektroner (till hälften fylld f-orbital) och en elektron på 5d.
Tb	[Xe]4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>	
Dy	[Xe]4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	
Ho	[Xe]4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	
Er	[Xe]4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	
Tm	[Xe]4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>	
Yb	[Xe]4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	
Lu	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	4f-orbitalen är fylld och det finns en elektron på 5d.

- b)** I svaret utnyttjas de exempel som nämns i uppgiftsgivningen, examinanderna diskuterar tillräckligheten utgående från ett eller flera samhällsligt betydande delområden och anger olika aspekter på förbättrande av tillgängligheten. Sådana aspekter kan vara till exempel att finna sällsynta jordartsmetaller, att grunda gruvor, separationsprocessen, återanvändning och försäljning på den internationella marknaden. Uppmärksamhet fästs vid eventuella utmaningar.

Den maximala poängmängden (5 p.) kan ansamlas med olika slags förtjänster. Det ansamlas 0–1 poäng/tema beroende på hur djupgående temat behandlat och hur slutsatser motiverats.

**Utnyttjande av exemplen och diskussion om betydelsen (0–2 p.)**

- Magneter diskuteras: samhället fungerar inte utan elmotorer, generatorer och datorers hårddiskivor.
- Lysämnen diskuteras: utnyttjande i energisparande lampor och i IT-apparater.
- Katalysatorer diskuteras: effektivitets- eller miljöaspekter eller diskussion om återanvändning av katalysatorn.

**Diskussion gällande tillräckligheten ur ett samhällsligt perspektiv (0–2 p.)**

- Troligen växer behovet av metaller i framtiden och då är tillräckligheten och åtkomsten av sällsynta jordartsmetaller kritiska.
- Forskning i hur de sällsynta jordartsmetallerna kan ersättas med andra material så att tillräckligheten inte är ett problem.
- Det behövs forskningsfinansiering
- Beroendet av Kinas produktion och försäljning

**Förbättrande av tillgängligheten (0–2 p.)**

- Nya gruvor
- Återanvändning / minskad användning / förlängning av livslängden
- Mer effektiva processer / detaljerad beskrivning av separationsmetoder

Till exempel:

**Magneter** behövs i väldigt många tillämpningar. Det moderna samhället fungerar inte utan elmotorer, generatorer och datorernas hårddiskar.

**Luminiscenta ämnen** behövs i lågenergilampor och i skärmar till mobiltelefoner, pekplattor och datorer.

Användningen av **katalysatorer** är viktig i effektiva och miljövänliga kemiska processer. Katalysatorerna förbrukas ändå inte utan kan tas till vara.

Det moderna samhället behöver sällsynta jordartsmetaller för olika tillämpningar. Behovet av metaller kommer sannolikt att bli större i framtiden. Därför är det av kritisk betydelse att tillgången till dem är tillräcklig. **En miljövänlig teknologi** behöver sällsynta jordartsmetaller exempelvis för vindkraftverk, lågenergilampor och katalysatorer. **Informationsteknologin** behöver sällsynta jordartsmetaller till exempel för datorer, mobiltelefoner och elproduktion. För tillfället forskar man i möjligheten att ersätta sällsynta jordartsmetaller med andra ämnen så att inte bristen på dessa metaller blir ett problem.

Genom att **upptäcka** nya fyndigheter av sällsynta jordartsmetaller kan man främja tillgången. Det kan vara krävande att identifiera och upptäcka nya lovande fyndigheter eftersom det finns över 200 olika gynnsamma mineraltyper. Totalt sett kan det förekomma rikligt med sällsynta jordartsmetaller i en fyndighet, men ändå kan halten av enskilda metaller vara otillräcklig.

Om fyndigheten innehåller tillräckliga halter och är stor kan man överväga **att anlägga en gruva**. För att anlägga en gruva måste man göra betydande investeringar och behövliga miljökonsekvensbedömningar.

Ur malmen som tagits från gruvan måste de sällsynta jordartsmetallerna **separeras** såväl från sidostenen som från varandra. De sällsynta jordartsmetallerna är reaktiva och förekommer därför som oxider, eller så kan de omvandlas till oxider. Även om de sällsynta jordartsmetallerna inte är särskilt sällsynta behöver man ändå stora mängder malm. De sällsynta jordartsmetallerna förekommer inte separat för sig och de har likartade egenskaper. Dessutom är det mycket krångligt att separera dem från varandra. Processen kräver flera skeden för att man ska kunna öka halten för varje sällsynt jordartsmetall.

Tillgången till de sällsynta jordartsmetallerna kan också förbättras genom att effektivisera **återvinningen**. I teknologiska tillämpningar är mängden sällsynta jordartsmetaller vanligen mycket små. Metallerna i katalysatorer kan relativt lätt tas till vara. Vid återvinning av mobiltelefoner och övriga apparater borde man däremot ta tillvara större mängder.

För närvarande kommer en betydande andel av de sällsynta jordartsmetallerna från Kina. Övriga länder är därför beroende av **Kinas produktion och försäljning**. De begränsningar Kina har infört minskar tillgången i Europa men garanterar en god tillgång för företag som verkar i Kina. Efterfrågan på sällsynta jordartsmetaller kommer antagligen att växa och därmed kan priset stiga betydligt. Detta ökar gruvdriftens lönsamhet och uppmuntrar till att anlägga nya gruvor.

Ett av utgångsvärdena i uppgift 8 i provet i kemi hade trots upprepade granskningar bytts ut mot ett felaktigt värde. Kemisektionen beklagar misstaget. Censorsmötet har godkänt bedömningsriktlinjer som beaktar detta fel i bedömningen av både uppgift 8 och de övriga uppgifterna.

De riktlinjer för bedömningen av uppgift 8 som censorsmötet har beslutat om finns att läsa i de uppdaterade beskrivningarna av goda svar som har publicerats på SEN:s webbplats. Enligt riktlinjerna är det möjligt att uttömmande visa sina kemiska kunskaper också genom att använda det felaktiga värdet. Enligt censorsmötets riktlinjer och de allmänna anvisningarna är det inte möjligt att inkludera papper med svarsutkast i bedömningen. Examinanderna har utnyttjat utkastpapper på olika sätt och det finns inget rättvist sätt att beakta dem i bedömningen.

Censorsmötet har även beslutat om riktlinjer för bedömningen av de övriga uppgifterna. En del av examinanderna har lagt ner tid på uppgift 8, och sedan övergått till att besvara andra uppgifter. I provsituationen måste en examinand alltid avväga sin tidsanvändning och flexibelt omforma sina strategier medan hen fortskrider med uppgifterna. I riktlinjerna för bedömningen har censorsmötet beaktat att det är möjligt att i de övriga uppgifterna förtjäna poäng också med snabbt producerade korrekta kunskaper och slutsatser.

Det är omöjligt att i samband med censorsmötet förutse var poänggränserna kommer att ligga. De slutliga poänggränserna fastställs inte av nämnden förrän censorsbedömningen har avslutats. Felet i uppgiften har berört ett stort antal examinander, vilket innebär att sättet att fastställa poänggränserna bidrar till att utjämna situationen. Riktlinjerna för bedömningen beaktar felet med hänseende till alla examinander. Att höja poängen för enskilda examinander eller en grupp examinander är inte motiverat eftersom avvikande riktlinjer för hur felet beaktas i sin tur skulle inverka på hur poänggränserna slås fast. Om det inte hade funnits ett fel i uppgift 8 kunde poänggränserna ha varit högre än de nu kommer att vara, eftersom många examinander enligt kemisektionens iakttagelser har besvarat uppgifterna i början av provet med goda kunskaper.

Varje examinand har rätt att begära en kontrollbedömning. Kontrollbedömningar leder emellertid inte till ändringar i riktlinjerna för bedömningen. Kontrollbedömningen görs för att kontrollera om det har skett ett fel i bedömningen. De uppdaterade beskrivningarna av goda svar finns publicerade på SEN:s webbplats.