



## PROVET I KEMI 20.3.2015 BESKRIVNING AV GODA SVAR

De beskrivningar av svarens innehåll och poängsättningar som ges här är inte bindande för studentexamensnämndens bedömning. Censorerna beslutar om de kriterier som används i den slutgiltiga bedömningen.

I kemin är målet för bedömningen förståelsen och tillämpningen 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, säker 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 uppställs utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillstånden 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 samt i sin lösning tillämpat korrekt princip eller lag. I 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.

Graferna uppritas omsorgsfullt och tillräckligt stora. Rekommendationen är att man använder millimeterpaper, vilket dock inte är obligatoriskt. I grafen anges namn och enheter för axlarna. Till mätpunkterna anpassas en vederbörlig rät linje eller en kontinuerlig böjd linje. 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 gott svar är disponerat och innehållsmässigt konsekvent. Det är viktigare att betona centrala saker än att presentera spridda detaljer. För högsta poäng i jokeruppgifterna förutsätts förmåga att tillämpa kunskapsfakta också i vidare sammanhang.

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

Uppgifternas delmoment bedöms med noggrannheten 1/3 poäng och slutsumman avrundas till närmsta heltalpoäng.

1. För varje ämne har två korrekta egenskaper eller begrepp valts. 1 p./moment
- a) C, F
  - b) G, H
  - c) D, H
  - d) A, I
  - e) B, E
  - f) B, J

*Om endast en korrekt egenskap eller ett korrekt begrepp valts,  $\frac{2}{3}$  p. för momentet i fråga.*

*Om egenskap J har valts för de organiska föreningarna (eller uppvärmning har tolkats som förbränning), högst  $\frac{2}{3}$  p. för momentet i fråga.*

*Om fel egenskaper har valts, högst  $\frac{1}{3}$  p. för momentet i fråga.*

2. a)  $n(\text{CaO}) = m/M = 1,9972 \text{ mol}$   
 $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m/M = 4,1875 \text{ mol}$   $\frac{2}{3}$  p.  
Den begränsande faktorn CaO har bestämts och motiverats med hjälp av koefficienterna. 2 p.
- Utifrån reaktionsformeln och den begränsande faktorn  
 $n(\text{NH}_3) = 2 n(\text{CaO}) = 3,9943 \text{ mol}$ , 1 p.  
och  $m(\text{NH}_3) = 68,039 \text{ g}$   
Det bildas **68,0 gram** ammoniak.  $\frac{1}{3}$  p.
- b) I reaktionskärlet finns ett överskott fast ammoniumklorid.  
 $n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} = n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{i början}} - n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{förbrukat}} = 4,1875 \text{ mol} - 3,9943 \text{ mol}$   
 $= 0,1932 \text{ mol}$   
 $m(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} = 10,33 \text{ g}$  1 p.
- I reaktionskärlet finns fast reaktionsprodukt.  
 $n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaO}) = 1,9972 \text{ mol}$  dvs.  $m(\text{CaCl}_2) = 221,65 \text{ g}$   $\frac{2}{3}$  p.
- I reaktionskärlet finns det sammanlagt **232 g** fast ämne efter reaktionen.  $\frac{1}{3}$  p.

3. a) Det är fråga om **optisk isomeri**. Molekylen förekommer som två spegelbildsisomerer som påverkar organismen på olika sätt. 1 p.
- b) Läkemedlet absorberas och verkar snabbare om det är upplöst i en vätska eftersom **upplösningen** av ett läkemedel i tablettform tar tid och verkan således dröjer. 1 p.
- c) Läkemedlet är inte jämnt fördelat i tablett. / Tablettens sammansättning skyddar läkemedlet till exempel från inverkan av magsyror eller syre. / Hastigheten med vilken läkemedlet verkar kan växa för mycket, eftersom reaktionsytan växer om tablett smulas sönder. 1 p.

*Om motiveringen är att läkemedlet smakar illa,  $\frac{1}{3}$  p.*

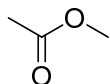
- d) Om läkemedlet är **svårlösligt i vatten** kan det lösas upp i etanol. Etanolmolekylen har en icke-polär kolvätedel och en polär hydroxylgrupp. 1 p.
- e) En enterokapsel **skyddar** läkemedlet från magsäckens saltsyra. 1 p.

*Om motiveringen är att magsäcken inte tål läkemedlet eller att målet för läkemedlet finns i tarmkanalen,  $\frac{2}{3}$  p.*

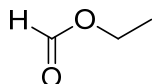
Ett läkemedel som ska injiceras är till sin struktur sådant att det inte **tål matsmältningskanalen**. **Enzymerna** i matsmältningskanalen förstör till exempel läkemedel som till sin karaktär och struktur är **proteiner**. 1 p.

## 4. a) Föreningarnas strukturformler

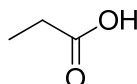
3 x 2/3 p.



X



Y



Z

Föreningarnas namn

3 x 2/3 p.

X: metylacetat eller metyletanat (ättiksyrans metylester)

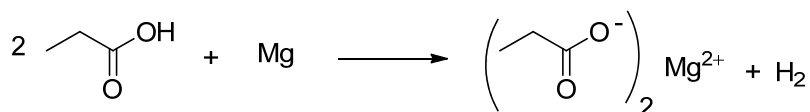
Y: etylformiat eller etylmetanat (myrsyrans etylester)

Z: propansyra (propionsyra)

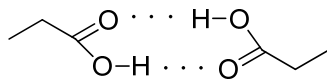
*Olika sätt att ange strukturformlerna godkänns.*

## b)

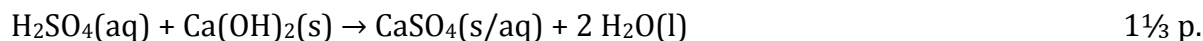
1 p.

*Tillståndsbeteckningar förutsätts inte.**Jonerna kan anges ihop eller separat. Angivning av laddning förutsätts inte om jonerna skrivits ihop. Om en kovalent bindning (–) angetts mellan jonerna, –1/3 p.*

- c) Syror kan dimerisera genom att syramolekylerna bildar **vätebindningar** sinsemellan, och då stiger kokpunkten. Mellan två estermolekyler bildas inga vätebindningar, för i en ester är väte inte bundet till en mycket elektronegativ atom, som t.ex. syre. 1 p.



5. a) Utgångsämnenen är korrekt angivna. 2/3 p.



*Jonerna kan anges ihop eller separat.*

*Om tillståndsbeteckningar utelämnats, -1/3 p.*

b) H<sup>+</sup>-substansmängderna för begynnelse- och sluttillståndet har beräknats var för sig.

1 p.

Vätejonkoncentrationen har beräknats med hjälp av pH (tillämpning av formeln). 1/3 p.

Volymen och dess enhetsomvandling har beaktats i beräkningarna. 2/3 p.

Före neutralisationen

$$pH = 2,5$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-2,5} \text{ mol/l} = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$n(\text{H}^+) = c \cdot V = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ l} = 79,06 \text{ mol}$$

Efter neutralisationen

$$pH = 6,5$$

$$c(\text{H}^+) = 3,162 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

$$n(\text{H}^+) = 7,906 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Vid neutralisationen

$$n(\text{H}^+)_{\text{neutraliserad}} = (79,06 \text{ mol} - 7,906 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) = 79,05 \text{ mol} \quad 2/3 \text{ p.}$$

$$n(\text{OH}^-) = n(\text{H}^+)_{\text{neutraliserad}}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{OH}^-)$$

1 p.

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \cdot 79,05 \text{ mol} \cdot 74,096 \text{ g/mol} = 2928 \text{ g} \approx 3 \text{ kg} (2,9 \text{ kg})$$

Det behövdes **3 kg** kalk.

1/3 p.

*I stället för vätejonen kan man också använda oxoniumjonen.*

*Om neutralisationsberäkningen baserar sig på differensen i pH-värdena, högst 1 p.*

6. a) Metaller har ett metallgitter, en struktur som bildas av metallkationer och fritt rörliga elektroner. I keramer är atomerna bundna med kovalenta bindningar eller jonerna med jonbindningar. 2 x 1 p.

*För att beskriva strukturerna kan man förutom förklaringar med ord också använda teckningar.*

- b) Tre egenskaper har motiverats med hjälp av strukturen. 3 x 2/3 p.

Egenskap	Strukturell förklaring
formbarhet	Metaller är lättare att bearbeta än keramer. I metallens gitterstruktur kan metallens kationer och de fritt rörliga elektronerna förflytta sig utan att strukturen faller sönder.
korrosionstålighet	Keramer är hållbarare mot korrosion. Metaller oxideras d.v.s. avger elektroner.
slitagetålighet	Keramer håller bättre för slitage. Slitagetålighet har att göra med bindingsstyrka och delvis också med formbarhet.
densitet	Metaller har högre densitet än keramer. Densiteten beror på gitterstrukturen. Ett metallgitter är tätare än en keramstruktur.
smältpunkt	Keramernas smältpunkter är högre än metallernas. En hög smältpunkt beror på bindingsstyrkan hos de bindningar som bryts.
värmeledningsförmåga	Metaller leder värme bra. Metallgittrets fria elektroner bidrar till värmeledningen.

- c) Lämpligheten för respektive användningsändamål har motiverats med två egenskaper. 3 x 2/3 p.

Ytmaterial på knivar:

- Keramerna är kemiskt beständiga.
- Keramerna är slitagebeständiga. / Keramernas form förändras inte.

Konstgjorda leder:

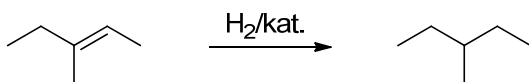
- De keramer som används är bioinerta. / Keramerna är kemiskt beständiga.
- Keramerna är slitagebeständiga. / Keramernas form förändras inte.

Rymdskyttelns värmeisoleringsmaterial:

- Keramerna leder värme dåligt.
- Keramerna tål hög temperatur utan att smälta.
- Keramernas låga densitet är en fördel med tanke på rymdskyttelns vikt.

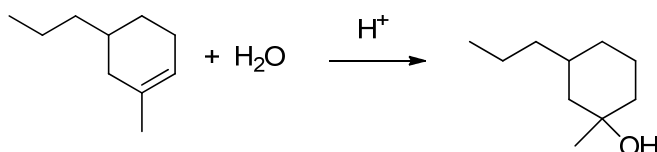
7. Reaktionsformlernas föreningar skrivs med strukturformler. Olika sätt att ange strukturformler godkänns. Om organiska föreningar angetts med en molekylformel, 0 p. för momentet i fråga. Tillståndsbeteckningar förutsätts inte.

- a) Strukturformeln för utgångsämnet är korrekt. 1/3 p.  
Den organiska reaktionsprodukten är korrekt. 2/3 p.

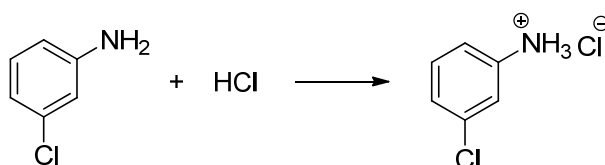


Vätet kan anges ovanför pilen eller som utgångsämne.

- b) Strukturformeln för utgångsämnet är korrekt. 1 p.  
Den organiska reaktionsprodukten är rätt, och Markovnikovs regel har beaktats. 2/3 p. + 1/3 p.

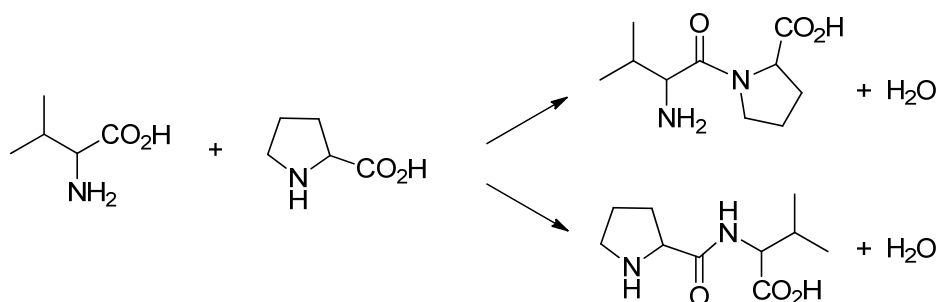


- c) Strukturformeln för utgångsämnet är korrekt. 1/3 p.  
Den organiska reaktionsprodukten är rätt. 2/3 p.



Angivning av laddningarna förutsätts inte om jonerna skrivits ihop.  
Om kovalent bindning (–) har angivits mellan jonerna, –1/3 p.

- d) Strukturformlerna för utgångsämnena är korrekta. 1/3 p.  
En dipeptidreaktionsprodukt är rätt. 2/3 p.  
Också den andra dipeptidreaktionsprodukten är rätt. 2/3 p.  
Vatten är reaktionsprodukt. 1/3 p.



Syraanhydrider eller cykliska föreningar är inte möjliga i praktiken, så för dem ges inte poäng. Vatten kan även anges med en molekylformel.

8. a) Lösningens hydroxidjonkoncentration är för liten för att  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ska falla ut. 1/3 p.

Löslighetsprodukterna

$$K_s(\text{CaCO}_3) = 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ (mol/l)}^2$$

$$K_s(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ (mol/l)}^3$$

Salternas utfällning har bedömts enligt de beräknade **lösligheterna**.

1 p.

Sätt lösligheten för  $\text{CaCO}_3$  till  $x$

$$K_s = x \cdot x$$

$$x = \sqrt{K_s} = \sqrt{3,4 \cdot 10^{-9} \text{ (mol/l)}^2} \approx 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

Sätt lösligheten för  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  till  $y$

$$K_s = y \cdot (2y)^2$$

$$y = \sqrt[3]{\frac{1}{4} \cdot K_s} = \sqrt[3]{\frac{1}{4} \cdot 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ (mol/l)}^3} \approx 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

Lösligheten för kalciumkarbonat är mindre än lösligheten för kalciumhydroxid. När koldioxid ur luften upplöses i en basisk lösning bildas karbonatjon, och redan en liten karbonatjonmängd åstadkommer en  $\text{CaCO}_3$ -fällning. 2/3 p.

*Om man använt endast löslighetsprodukten som motivering, maximalt 1 p.*

*Också en noggrannare granskning av koncentrationerna är möjlig. I beräkningen har koncentrationen 0,1 mol/l använts som exempel för kalciumjonen.*

*Kalciumhydroxid faller ut när hydroxidjonkoncentrationen är tillräckligt stor.*

$$K_s(\text{Ca}(\text{OH})_2) = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_s(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{[\text{Ca}^{2+}]}} \approx 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

*Kalciumkarbonat faller ut när karbonatjonens koncentration är tillräckligt stor.*

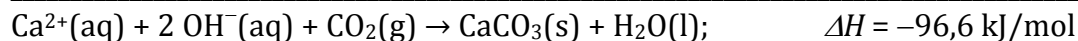
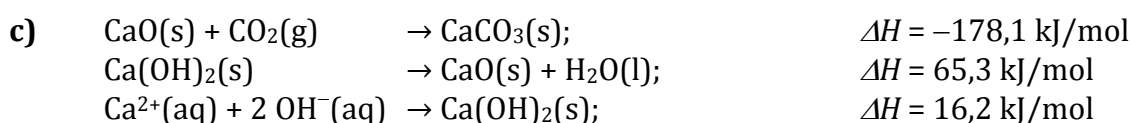
*Hydroxidjonkoncentrationen begränsar bildningen av karbonat.*

$$K_s(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_s(\text{CaCO}_3)}{[\text{Ca}^{2+}]} \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$

*För utfällningen av kalciumkarbonat räcker det med en mycket liten hydroxidjonkoncentration.*

- b) Fällningen upplöses i en syra. Om fällningen är kalciumkarbonat frigörs koldioxidgas, vilket observeras som bubblande. 1 p.



Reaktionens entalpiförändring är **-96,6 kJ/mol**.

2 p.

*Som motivering för svaret kan olika slutledningar användas.*

*Som svar godkänns även -96,6 kJ anknuten till reaktionsformeln.*

- d)  $\Delta H < 0$ , reaktionen är således exotermisk. Blandningen uppvärms när reaktionen sker.

1 p.

*Som svar godkänns också en logiskt korrekt slutledning utgående från fel resultat i moment c).*



9. a) Korrekta pH-värden för begynnelsepunkten och ekvivalenspunkten har avlästs.  $\frac{1}{3}$  p.  
 Begynnelsepunkternas pH-värden är korrekt motiverade.  $\frac{1}{3}$  p.  
 Ekvivalenspunkternas pH-värden är korrekt motiverade.  $\frac{2}{3}$  p.  
 Titrerkurvornas protolyter har identifierats korrekt som svaga och starka.  $\frac{2}{3}$  p.

A: Lösningens pH är 11 i början och i 5 ekvivalenspunkten. Det är fråga om titrering av en svag bas med en stark syra, för pH i början motsvarar pH för en svag bas och vid titrering av en svag bas med en stark syra bildas ett surt salt.

B: Lösningens pH är 3 i början och 9 i ekvivalenspunkten. Det är fråga om titrering av en svag syra med en stark bas, för pH i början motsvarar pH för en svag syra och vid titrering av en svag syra med en stark bas bildas ett basiskt salt.

C: Lösningens pH är 13 i början och 7 i ekvivalenspunkten. Det är fråga om titrering av en stark bas med en stark syra, för pH i början motsvarar pH för en stark bas och vid titrering av en stark bas med en stark syra bildas ett neutralt salt vars pH är 7.

- b) För varje titrering har en lämplig pH-indikator valts.  $3 \times \frac{1}{3}$  p.

A: metylrött eller bromkresolgrönt

B: fenolftalein eller tymolblått

C: metylrött eller fenolftalein eller bromtymolblått

- c) När en svag syra och en stark bas reagerar:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$  är produkten ett basiskt salt. I ekvivalenspunkten är  $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH})$ . Det är fråga om protolysjämvikten i den saltlösning som bildats.  $\frac{2}{3}$  p.

Förbrukningen av bas:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{0,0250 \text{ l} \cdot 0,200 \text{ mol/l}}{0,250 \text{ mol/l}} = 0,0200 \text{ l}$$

$$\text{Totalvolymen } V = V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH}) = 0,0250 \text{ l} + 0,0200 \text{ l} = 0,0450 \text{ l}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{V} = \frac{0,0050 \text{ mol}}{0,0450 \text{ l}} = 0,1111 \text{ mol/l} \quad \frac{2}{3} \text{ p.}$$

	$\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$	+	$\text{OH}^-(\text{aq})$
I början (mol/l)	0,1111				0		0
Vid jämvikt (mol/l)	$0,1111 - x$ ( $\approx 0,1111$ approximering)				x		x

$\frac{1}{3}$  p.

$$K_b(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1111 - x}$$

$$\text{eller med motiverad approximering } 5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,1111} \quad \frac{2}{3} \text{ p.}$$

Endast ekvationens positiva rot  $x = 7,888 \cdot 10^{-6}$  är möjlig.

I jämviktsstillståndet  $[\text{OH}^-] = 7,888 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$ .

$$\text{pOH} = -\log(7,888 \cdot 10^{-6}) = 5,103, \text{ och } \text{pH} = \text{p}K_w - \text{pOH} = 8,90.$$

Lösningens pH i ekvivalenspunkten är **8,90**.  $\frac{2}{3}$  p.

10. a) I luft finns 78,08 volym-% kväve och 20,95 volym-% syre.  
1,00 l luft innehåller 0,7808 l N<sub>2</sub> och 0,2095 l O<sub>2</sub>.

Således finns det i 1,00 liter luft:

$$pV = nRT; n(\text{O}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,01325 \text{ bar} \cdot 0,2095 \text{ l}}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15 \text{ K}} = 0,009347 \text{ mol}$$

$$pV = nRT; n(\text{N}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,01325 \text{ bar} \cdot 0,7808 \text{ l}}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15 \text{ K}} = 0,03484 \text{ mol}$$

$$[\text{N}_2] = 0,03484 \text{ mol/l och } [\text{O}_2] = 0,009347 \text{ mol/l}$$

1 p.

I jämviktstillståndet:

	N <sub>2</sub> (g)	+	O <sub>2</sub> (g)	⇌	2 NO(g)
I början (mol/l)	0,03484		0,009347		
Vid jämvikt (mol/l)	0,03484 - x		0,009347 - x		2x

1 p.

$$K = 1,7 \cdot 10^{-3} = \frac{(2x)^2}{(0,03484-x) \cdot (0,009347-x)}$$

1 p.

$$3,998 x^2 + 7,512 \cdot 10^{-5} x - 5,536 \cdot 10^{-7} = 0$$

Endast ekvationens positiva rot  $x = 3,628 \cdot 10^{-4}$  är möjlig.

Vid jämvikt  $[\text{NO}] = 2x = 7,256 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \approx \mathbf{7,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}}$ .

1 p.

*Ett alternativt sätt att bestämma utgångskoncentrationerna:*

$$\rho(\text{N}_2) = 1,25 \text{ kg/m}^3 = 1,25 \text{ g/l}; \rho(\text{O}_2) = 1,429 \text{ kg/m}^3 = 1,429 \text{ g/l}$$

$$M(\text{N}_2) = 28,02 \text{ g/mol}; M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$m = \rho V_{\text{ren}} \text{ och } c = n/V_{\text{tot}}$$

$$m(\text{N}_2) = 1,25 \text{ g/l} \cdot 0,7808 \text{ l} = 0,976 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = 1,429 \text{ g/l} \cdot 0,2095 \text{ l} = 0,2994 \text{ g}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,976 \text{ g}}{28,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,00 \text{ l}} = 0,03483 \text{ mol/l och } [\text{O}_2] = 0,009356 \text{ mol/l}$$

- b) Enligt tabellboken är bildningsvärmets för kvävemoxid +90,4 kJ/mol, varför reaktionsvärmets är +180,8 kJ. Reaktionen är endotermisk. 2/3 p.

Enligt Le Châteliers princip växer jämviktskonstanten för endotermiska reaktioner när temperaturen växer. 1 p.

$$\mathbf{T_3 < T_1 < T_2}$$

1/3 p.

*Man kan också dra slutsatser av luftens sammansättning för att få rätt ordning på temperaturerna. Om reaktionens jämviktskonstant vore stor i NTP-förhållanden, skulle atmosfärens kväve och syre ha reagerat till kvävemoxid för länge sedan.*

- +11. a) P 1/3 p.  
H, C, N, O, S 2/3 p.

Som motivering kan man använda livsviktiga molekyler som är viktiga för livet som RNA, DNA, aminosyror och vatten. Fosfor kan även motiveras via den infångningsreaktion av en neutron som beskrivs i uppgiftens text. 2 p.

*Andra grundämnen, som viktiga spårämnen, kan godkännas förutsatt att svaret är väl motiverat.*

- b)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$  (etanol) eller  $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$  (dimetyleter) 1/3 p.  
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$  (propanal) 1/3 p.  
 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$  (cyanohexatriyn) 2/3 p.  
 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}\cdot$  (oktatetraynradikalen) 2/3 p.
- (antracen) eller (fenantren) 1 p.



*Namngivning förutsätts inte.  
Olika sätt att ange strukturformlerna godkänns.*

- c) Astrokemister undersöker stjärnor, rymdmoln och materia mellan stjärnorna, exoplaneter, kometer, himlakroppar i vårt eget solsystem och meteoriter. Undersökningarna baserar sig på det vi kan "se" i världsrymden. **Spektrometri är den huvudsakliga undersökningsmetoden.** Endast meteoriter och material som hämtats från månen kan undersökas också på andra sätt. 1 p.

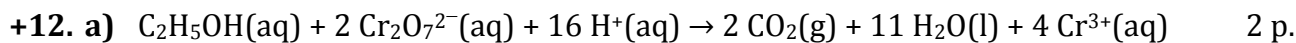
I svaret behandlas någon tillämpbar metod med motiveringar. 2 p.

Spektra kan uppmätas såväl i observatorier på jorden som i rymdobservatorier där jordens atmosfär inte orsakar störningar. All spektrometri bygger på att det sker en övergång i ett system (atom, jon, molekyl osv.) mellan två energinivåer. Övergången kan orsakas av att strålning absorberas eller emitteras. Spektrometers funktionsprincip: strålningskälla → prov → detektor → tolkning.

De mest använda strålningsområdena i astrokemin är radio- eller mikrovågor (MW), infraröd strålning (IR) och ultraviolettsynlig strålning (UV-VIS). I MW-spektrometri undersöks molekylernas rotationsspektra. Med hjälp av dem kan man identifiera strukturer för små molekyler. I IR-spektrometri undersöks molekylernas vibrationsrörelser. Med hjälp av IR kan man identifiera funktionella grupper och molekyler. I UV-VIS-spektrometri undersöks elektronövergångar. Utgående från dem kan man identifiera atomer och joner.

Med rymdsonder kan man ofta också göra masspektrometriska (MS) mätningar. Masspektrometers funktionsprincip: strålningskälla → genom magnetfält → detektor → tolkning.

*Andra kemiska analysmetoder godkänns endast om de beskrivs i samband med meteoriter och månstenar.*



- b) Personlig skyddsutrustning används. 1/3 p.  
Provet bör hanteras i ett **dragskåp**. 1/3 p.  
**Avfallet bör insamlas** och skickas till en hanteringsanläggning för problemavfall. 2/3 p.

Arbets säkerhetssynpunkterna motiveras med egenskaperna hos en del av kemikalier och/eller med andra faromoment som hänför sig till arbetet. 2/3 p.

Till exempel:

- Kvicksilversulfat är ett mycket giftigt ämne.
- Kaliumdikromat är ett ämne som orsakar cancersjukdomar.
- Silversulfat är ett frätande och miljöfarligt ämne.
- Svavelsyra är ett ytterst frätande ämne. Utspädning av den med vatten och reaktioner med organiska ämnen utvecklar rikligt med värme.
- Trycket i röret växer när ett slutet provrör upphettas.

- c) Fel kan orsakas av att
- **andra ämnen i vattnet oxideras** (som  $Cl^-$ ), 2/3 p.
  - provet har **kontaminerats** under provtagningen och förvaringen, eller provet **är inte representativt**, d.v.s. fel i provtagningen. 1/3 p.

- d) I vattenprovet tillsattes dikromatlösning

$$n(Cr_2O_7^{2-})_{i\ början} = c \cdot V = 0,150\ M \cdot 10,00\ ml = 0,0015000\ mol$$

I titreringen förbrukas dikromat

$$n(Cr_2O_7^{2-})_{förbrukat} = \frac{c(Fe^{2+}) \cdot V(Fe^{2+})}{6} = \frac{0,250\ M \cdot 32,65\ ml}{6} = 0,0013604\ mol \quad 1\ p.$$

Med organiska föreningar reagerar

$$n(Cr_2O_7^{2-})_{reagerat} = 0,0015000\ mol - 0,0013604\ mol = 1,3958 \cdot 10^{-4}\ mol \\ \approx \mathbf{1,40 \cdot 10^{-4}\ mol} \quad 1\ p.$$

Enligt reaktionsformlerna reagerar **två** mol dikromat eller **tre** mol syre med **en** mol organiskt material. Då är syreförbrukningen

$$n(O_2) = \frac{3}{2} \cdot n(Cr_2O_7^{2-}) = \frac{3}{2} \cdot 1,3958 \cdot 10^{-4}\ mol = 2,0937 \cdot 10^{-4}\ mol \quad 1\ p.$$

$$COD_{Cr} = \frac{2,0937 \cdot 10^{-4}\ mol \cdot 32,00 \frac{g}{mol}}{50,00 \cdot 10^{-3}\ l} = 0,13400\ g/l \approx 134\ mg\ O_2/l$$

Provets COD-tal är **134 mg O<sub>2</sub>/l**. 1 p.