



## PROVET I KEMI 14.3.2018 BESKRIVNING AV GODA SVAR

Examensämnets censorsmöte har godkänt följande beskrivningar av goda svar.

I kemien är målet för bedömningen förståelsen och tillämpningen av den kemiska kunskapen enligt grunderna för gymnasiet 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 samt förmåga att dra slutsatser och 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 angivna aggregat- ionstillstånd. I organiska reaktionsformler 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 tillämpat rätt princip eller lag i sin lösning. 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.

Grafer uppritas omsorgsfullt och i tillräcklig storlek. Rekommendationen är att man använder millimeterpapper, men det är inte obligatoriskt. I grafen anges namn och enheter för axlarna samt skala. 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 välstrukturerat och innehållsmässigt konsekvent. Det är viktigare att betona centrala aspekter än att framställa spridda detaljer. För högsta poäng i jokeruppgifterna förutsätts en förmåga att tillämpa kunskaper också i vidare sammanhang. Brister i svaret kan i någon mån kompenseras av en mer djupgående behandling av andra aspekter eller av övriga tilläggsförtjänster.

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  $\frac{1}{3}$  poäng och slutsumman avrundas till närmsta heltalpoäng. Ur kemisk synvinkel inexakt språkbruk, slarvigt skrivna formler och små räknefel ger avdrag på 0–1 p.

## Uppgift 1

- a) 3
- b) 4 eller 5
- c) 1
- d) 6
- e) 2
- f) 5

1 p./moment

## Uppgift 2

- a)  $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 10,0 \text{ g} / (44,094 \text{ g/mol}) = 0,22679 \text{ mol}$  (2/3 p.)  
 $n(\text{CO}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 0,22679 \text{ mol} = 0,68036 \text{ mol}$  (2/3 p.)  
 $m(\text{CO}_2) = 0,68036 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 29,943 \text{ g}$  (2/3 p.)

**Det bildades 29,9 gram koldioxid.**

- b) Substansmängden för det syre som behövs för fullständig förbränning är  
 $n(\text{O}_2) = 5 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 5 \cdot 0,22679 \text{ mol} = 1,1339 \text{ mol}$  (2/3 p.)

Volymen för det syre som behövs

$$V(\text{O}_2) = nRT/p = \quad (2/3 \text{ p.})$$

$$(1,1339 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}) / (101\,325 \text{ Pa})$$
$$= 0,027742 \text{ m}^3 = 27,742 \text{ dm}^3 \quad (2/3 \text{ p.})$$

Luft innehåller 20,95 % syre. (1/3 p.)

$$V(\text{luft}) = 27,742 \text{ dm}^3 / 0,2095 = 132,42 \text{ dm}^3 \quad (2/3 \text{ p.})$$

**Volymen för den luft som behövs är 132 dm<sup>3</sup> (0,132 m<sup>3</sup>).**

- c) Vid minusgrader kommer det dåligt med gas ur en flytgasflaska som innehåller butan eftersom butan har kokpunkten  $-0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  och det inte förångas tillräckligt mycket butan till gas. Propan har kokpunkten  $-42,1 \text{ }^\circ\text{C}$ , så det är i gasform också vid minusgrader. (1 p.)

## Uppgift 3

- a) En stark syra protolyseras (enligt Brønsted) närapå fullständigt i vattenlösning. Till exempel är HCl och HClO<sub>4</sub> starka syror. (1 p.)

En koncentrerad syra är en lösning vars syrakoncentration är stor. Av starka eller svaga syror kan man tillverka en koncentrerad eller en utspädd vattenlösning.

Till exempel kan vätekloridsyra användas som en koncentrerad 32-massprocentig lösning vars koncentration är cirka 10,2 M. (1 p.)

- b) Ett rent ämne består enbart av ett grundämne eller en förening. Till exempel guld Au och natriumklorid NaCl är rena ämnen. (1 p.)

En blandning består av två eller flera grundämnen eller föreningar (av rena ämnen). Till exempel i havsvatten är salt upplöst i vatten. (1 p.)

c) Hydrolys är en reaktion där en förening reagerar med vatten så att en (kovalent) bindning bryts eller molekyl spjälkas.

Till exempel i esterhydrolys  $\text{ester} + \text{vatten} \rightleftharpoons \text{alkohol} + \text{syra}$ . (1 p.)

Hydrering är en additionsreaktion i vilken väte adderas till en dubbel- eller trippelbindning i en molekyl eller till en omättad förening.

Till exempel kan väte adderas till dubbelbindningen i en alken under närvaro av en katalysator, och då omvandlas dubbelbindningen till en enkelbindning. (1 p.)

#### Uppgift 4

a) Testosteronmolekylen är **opolär**, så den är **fettlöslig** och kan absorberas genom hudens lipidlager. (1 p.)

b) Vid högt tryck djupt under vattenytan löser sig mera kvävgas i vätskan i vävnaderna. Då dykaren stiger upp mot ytan sjunker trycket. **Då trycket sjunker blir gasens löslighet i vätskan mindre** och den kvävgas som löst sig i vävnadsvätskorna börjar frigöras. Vid en för snabb uppstigning mot ytan sjunker trycket snabbt, och gasens löslighet minskar så fort att det kväve som löst sig i vävnadsvätskorna inte hinner avlägsnas via andningen utan frigörs som gasbubblor. (1 p.)

c) Syremolekylen är en **opolär molekyl** och den löser sig bara i liten mån i **vatten som är ett polärt lösningsmedel**. Svaveldioxid är en **polär molekyl** och den löser sig väl i vatten. (1 p.)

Svaveldioxidens löslighet är större än syrets eftersom **svaveldioxid reagerar med vatten** och bildar svavelsyrslighet. Detta gör att svaveldioxidens löslighet blir större. Syre reagerar inte med vatten. (1 p.)

Man kan också få poäng (högst 1 p.) genom att motivera att ämnena är polära eller opolära till exempel med hjälp av skillnaden i syrets och svavlets elektronegativiteter eller svavelmolekylens V-form.

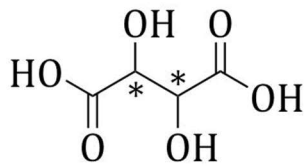
d) Natriumklorid (NaCl) är en **jonförening/förening med jonbindning**. Då saltet upplöses i vatten binds vattenmolekylerna till jonpar med jon-dipolbindningar, och då lossnar jonerna från gittret. Vattenmolekylerna omringar dem, eller med andra ord hydrateras jonerna. (1 p.)

Kiseldioxid (SiO<sub>2</sub>) förekommer till exempel som kvarts i stenarter. Kiseldioxid har ett atomgitter, alltså en **nätformad struktur**, i vilket atomerna binds till varandra med **kovalenta bindningar**. Kiseldioxid är svårlösligt i vatten. (1 p.)

## Uppgift 5

- a) **A** amin eller amingrupp (1/3 p.)  
**B** fenol eller fenolgrupp (1/3 p.)  
**C** ester eller estergrupp (1/3 p.)  
**D** karboxylsyra eller karboxylsyragrupp (1/3 p.)  
**E** alkohol (hydroxysyra) eller alkoholgrupp (1/3 p.)  
**F** karboxylsyra eller karboxylsyragrupp (1/3 p.)

b) I vinsyra finns två asymmetriska centrum, det vill säga en kolatom som är bunden till fyra olika atomer eller atomgrupper.



(2 p.)

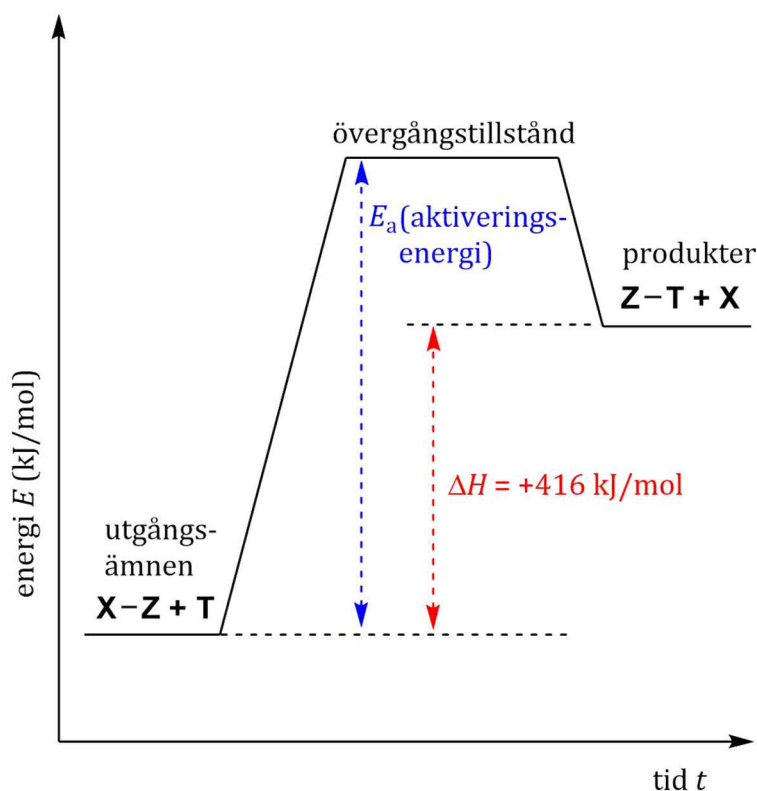
c)



(2 p.)

## Uppgift 6

- a) I grafen  $E(t)$  eller  $H(t)$  har utgångsämnenas energinivå, aktiveringsenergin och produkternas energinivå utmärkts. Som vågrät axel kan reaktionens framskridande anges i stället för tid. Produkternas energi är 416 kJ/mol större än utgångsämnenas.



(2 p.)

- b) Energi går åt till att bryta bindningen  $X-Z$  och energi frigörs då bindningen  $Z-T$  bildas. (1 p.)
- c) Reaktionsentalpin är positiv, det vill säga reaktionen binder energi. Därför går det åt mer energi till att bryta bindningen  $X-Z$  än vad som frigörs då bindningen  $Z-T$  bildas. Därmed är bindningen  $X-Z$  starkare. Skillnaden i bindningsenergi är 416 kJ/mol. (1 p.)
- d) I tabellboken har ifrågovarande bindningstyps genomsnittliga bindningsenergi i olika föreningar uppställts. I en enskild förening avviker bindningsenergin i någon mån från det genomsnittliga värdet. Reaktionsentalpin i uppgiftsgivningen har bestämts experimentellt för just den här reaktionen. De genomsnittliga bindningsenergierna ger enbart en uppskattning av bindningsenergens storlek i ett enskilt fall. Det experimentella värdet är alltså mer tillförlitligt. (2 p.)

## Uppgift 7

- a)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
eller  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
eller  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$   
eller  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$   
Som produkt godkänns också kolsyra  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ .

(1 p.)

b) Vid undersökningen behövs följande mätresultat och utgångsvärden:

- massan för hönsäggets skal
- den tillsatta vätekloridsyrans koncentration
- den tillsatta vätekloridsyrans volym
- koncentrationen för den natriumhydroxidlösning som används i titreringen
- natriumhydroxidlösningens åtgång i titreringen
- kalciumkarbonatets molmassa
- pH-intervallet för indikatorns färgomslag

(2 p.)

*I svaret kan formler och beräkningar användas som motivering, men de krävs inte.*

Titreringsreaktion:  $\text{HCl(aq)} + \text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$

$$n(\text{HCl})_{\text{tillsatt}} = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})_{\text{tillsatt}}$$

$$n(\text{HCl})_{\text{översk}} = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$n(\text{HCl})_{\text{åtgång till upplösningen}} = n(\text{HCl})_{\text{tillsatt}} - n(\text{HCl})_{\text{översk}}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl})_{\text{åtgång till upplösningen}}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3)$$

$$m\% = m(\text{CaCO}_3) / m(\text{hönsäggskalet}) \cdot 100 \%$$

c) Faktorer som orsakar fel eller inexakthet:

- I äggskalet kan det finnas andra ämnen som reagerar i syra-basreaktioner än kalciumkarbonat.
- Det kan finnas andra orenheter i äggskalet (vilka inverkar på massan), till exempel cellhinna.
- Torkningen av skalet har utförts slarvigt.
- Fenolftalein har använts som indikator fast det är fråga om en neutralisering med en stark syra och en stark bas.
- Koldioxid som frigörs ur lösningen kan inverka på mätresultaten.
- Det kan uppstå problem vid hanteringen av provet och vid titreringen, såsom fel i observationen av titrerings slutpunkt, orenheter i redskapen, inexakthet i lösningarnas koncentrationer samt vägnings- och räknepfel.

(2 p.)

d) Hönsäggets skal löser sig långsamt i vätekloridsyran, så titreringen skulle ta mycket lång tid.

Eller Upplösningen sker inte nödvändigtvis om syralösningen är utspädd, så då måste man tillsätta mera syra.

Eller Vätskor reagerar bättre sinsemellan än fast ämne och vätska

Eller Då skalet reagerar med saltsyran bildas bubblor vilket försvårar observationen av titrerings slutpunkt.

(1 p.)

### Uppgift 8

a) En ren nickelmetallstång eller en inert elektrod (kol, platina) används som anod. En vattenlösning av ett nickelsalt används som elektrolytlösning (t.ex.  $\text{NiSO}_4$ ). (2/3 p.)

Anoden och katoden nedsänks i ett nickelsalts eller ett annat salts (som inte innehåller joner som lätt reduceras) vattenlösning eller smälta. Spänningen mellan katoden och anoden

justeras så att den blir lämplig med hjälp av en yttre spänningskälla. Metallskivan kopplas till strömkällans negativa pol, alltså som katod i elektrolyscellen. (1 p.)

Då faller nickel ut på metallskivans yta. Katodreaktionen är då:  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$ .

Anodreaktion:  $\text{Ni}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-}$ , om anoden är en nickelstång.  
eller  $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 4 \text{e}^{-}$ , om anoden är en inert elektrod. (1 1/3 p.)

*Som svar kan också ges en tydlig ritning med tillhörande anteckningar.*

b) strömverksamhetsgraden:  $I_{\text{utnyttjad}} = 0,60 \cdot I_{\text{använd}} = 0,60 \cdot 1,00 \text{ A} = 0,60 \text{ A}$  (2/3 p.)  
 $z = 2$

$n(\text{Ni}) = It/zF = 0,60 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} / (2 \cdot 96\,485 \text{ As/mol}) = 0,011193 \text{ mol}$  (2/3 p.)

$m(\text{Ni}) = nM = 0,011193 \text{ mol} \cdot 58,69 \text{ g/mol} = 0,65694 \text{ g}$

**Det bildas 0,657 gram nickel.** (1/3 p.)

Det bildade nicklets volym kan beräknas med hjälp av densiteten

$V(\text{Ni}) = m/\rho = 0,65694 \text{ g} / (8,90 \text{ g/cm}^3) = 0,073814 \text{ cm}^3$  (2/3 p.)

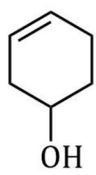
Nickellagrets tjocklek

$h(\text{Ni}) = V(\text{Ni})/A = 0,073814 \text{ cm}^3 / (100,0 \text{ cm}^2) = 7,3811 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 7,38 \mu\text{m}$  (2/3 p.)

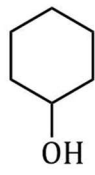
**Nickellagrets tjocklek är 7,38  $\mu\text{m}$ .**

## Uppgift 9

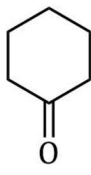
a)



**B**



**C**



**D**

(3 x 2/3 p.)

b)



**E**

(2/3 p.)

Förening **E** är symmetrisk. Den reagerar inte i en hydreringsreaktion eftersom den inte innehåller någon dubbel- eller trippelbindning (som skulle kunna reduceras). (2/3 p.)

Den reagerar inte i en oxidationsreaktion eftersom den inte innehåller någon hydroxylgrupp eller aldehydgrupp som skulle kunna oxideras.

(2/3 p.)

c) I svaret beskrivs hydroxylgruppernas placering ovanför och under planet med ord eller med hjälp av en bild.

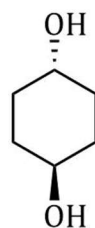


**cis-A**

eller



**cis-A**



**trans-A**

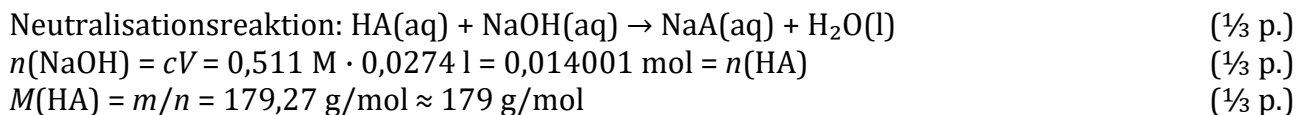
(2/3 p.)

Förening **B** kan uppvisa optisk isomeri (enantiomeri) eftersom den innehåller en asymmetrisk kolatom. (2/3 p.)

Alla föreningar **B-D** kan uppvisa konformationsisomeri. Cykloalkanringen med sex kolatomer kan förekomma i till exempel stol- eller båtform. Bindningen mellan syre och väte i hydroxylgruppen kan vridas i olika ställningar. (2/3 p.)



## Uppgift 10



**Acetylsalicylsyrans molmassa är 179 g/mol.**

Efter tillsatsen av vätekloridsyra är lösningens  $\text{pH} = 3,02$  så vid jämvikt  
 $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 9,5499 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$  (1/3 p.)

Efter neutralisationen finns det i lösningen  
 $n(\text{A}^-) = n(\text{NaA}) = n(\text{NaOH}) = 0,511 \text{ mol/l} \cdot 0,0274 \text{ l} = 0,014001 \text{ mol}$  (2/3 p.)

Till lösningen tillsätts vätekloridsyra:  
 $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{HCl}) = cV = 0,768 \text{ M} \cdot 0,0137 \text{ l} = 0,010522 \text{ mol}$  (1/3 p.)

Reaktionen som sker:  $\text{A}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HA}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$n(\text{A}^-) = 0,014001 \text{ mol} - 0,010522 \text{ mol} = 0,0034798 \text{ mol}$  (1/3 p.)  
 $n(\text{HA}) = 0,010522 \text{ mol}$  (1/3 p.)

$V(\text{tot.}) = V(\text{NaOH}) + V(\text{HCl}) = 27,4 \text{ ml} + 13,7 \text{ ml} = 41,1 \text{ ml} = 0,0411 \text{ l}$  (1/3 p.)

Jämvikt: (1/3 p.)

	$\text{HA}(\text{aq})$	$+ \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\rightleftharpoons \text{A}^-(\text{aq})$	$+ \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
I början	0,010522/0,0411		0,0034798/0,0411	$\approx 0$
(mol/l)				
Vid jämvikt	$(0,010522/0,0411) -$		$(0,0034798/0,0411) +$	$9,5499 \cdot 10^{-4}$
(mol/l)	$9,5499 \cdot 10^{-4}$		$9,5499 \cdot 10^{-4}$	

Vid jämvikt:  
 $c(\text{HA}) = (0,010522/0,0411) \text{ mol/l} - 9,5499 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = 0,25505 \text{ mol/l}$  (2/3 p.)  
 $c(\text{A}^-) = (0,0034798/0,0411) \text{ mol/l} + 9,5499 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} = 0,085622 \text{ mol/l}$  (2/3 p.)

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad (1/3 \text{ p.})$$
$$= \frac{9,5499 \cdot 10^{-4} \cdot 0,085622}{0,25505} = 3,2060 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \quad (2/3 \text{ p.})$$

**Acetylsalicylsyrans syrakonstant är  $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ .**

### ALTERNATIV LÖSNING 1:

Vid jämvikt  $\text{pH} = 3,02$ .

$$[\text{H}^+] = 9,5499 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$V(\text{tot.}) = 41,1 \text{ ml} = 0,041100 \text{ l}$$

$$n(\text{H}^+)_{\text{i lösningen}} = 3,9250 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+)_{\text{tillsatt}} = n(\text{HCl})_{\text{tillsatt}} = 0,76800 \text{ mol/l} \cdot 0,013700 \text{ l} = 0,010522 \text{ mol}$$

$$n(\text{A}^-) + n(\text{HA}) = n(\text{NaOH}) = 0,014001 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+)_{\text{i lösningen}} = n(\text{H}^+)_{\text{tillsatt}} - n(\text{HA})$$

$$n(\text{HA}) = n(\text{H}^+)_{\text{tillsatt}} - n(\text{H}^+)_{\text{i lösningen}} = 0,010482 \text{ mol}$$

$$n(\text{A}^-) = n(\text{NaOH}) - n(\text{HA}) = 0,0035191 \text{ mol}$$

$$\text{Syra konstanten } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{\frac{3,9250 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,0411 \text{ l}} \cdot \frac{0,0035191 \text{ mol}}{0,0411 \text{ l}}}{\frac{0,010482 \text{ mol}}{0,0411 \text{ l}}} = 3,2060 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$K_a \approx 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

### ALTERNATIV LÖSNING 2 (Buffertlösning antagande):

I lösningen råder jämvikt mellan en svag syra och dess korresponderande bas. Vi antar att lösningen är en buffertlösning. Förändringen i vätejonkoncentration då jämvikt inställer sig är betydelselös.

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 9,5499 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$c(\text{A}^-) = (0,014001 \text{ mol} - 0,010522 \text{ mol}) / (0,0411 \text{ l}) = 0,084647 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{HA}) = 0,010522 \text{ mol} / (0,0411 \text{ l}) = 0,25601 \text{ mol/l}$$

### ANTINGEN

$$\text{Syra konstanten } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \approx \frac{[\text{H}^+] \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$$

$$K_a = \frac{(9,5499 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) \cdot (0,084647 \frac{\text{mol}}{\text{l}})}{0,25601 \text{ mol/l}} = 3,158 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$K_a \approx 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

### ELLER

$$\text{Henderson-Hasselbalch: } \text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{p}K_a = \text{pH} - \lg \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 3,02 - \lg \frac{0,084647}{0,25601} = 3,5006$$

$$K_a = 10^{-3,5006} = 3,158 \cdot 10^{-4}$$

$$K_a \approx 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

## Uppgift +11

- a)  $\alpha$ -bisabololets ( $C_{15}H_{26}O$ ) molmassa är 222,358 g/mol. (2/3 p.)

I en milliliter kamomilleextrakt kan det finnas  
minst  $0,03 \cdot 0,91 \text{ g} = 0,0273 \text{ g}$   
och högst  $0,25 \cdot 0,91 \text{ g} = 0,2275 \text{ g}$   $\alpha$ -bisabolol.

$\alpha$ -bisabololets koncentration i kamomilleextraktet  $c = n/V = m/M/V$   
minst  $c = 0,0273 \text{ g} / (222,358 \text{ g/mol}) / (0,0010 \text{ l}) = 0,12277 \text{ mol/l}$   
och högst  $c = 0,2275 \text{ g} / (222,358 \text{ g/mol}) / (0,0010 \text{ l}) = 1,02312 \text{ mol/l}$ . (1 p.)

Efter 30 utspädningar är  $\alpha$ -bisabololets koncentration  
minst  $c = (1/100)^{30} \cdot 0,12277 \text{ mol/l} = 1,2277 \cdot 10^{-61} \text{ mol/l}$   
och högst  $c = (1/100)^{30} \cdot 1,02312 \text{ mol/l} = 1,02312 \cdot 10^{-60} \text{ mol/l}$ .

**Koncentrationen är  $(1-10) \cdot 10^{-61} \text{ mol/l}$ .** (1 1/3 p.)

I en dos på 1,0 ml är  $\alpha$ -bisabololmolekylernas *antal*  $= c \cdot N_A \cdot V$ .

Minst  $1,2277 \cdot 10^{-61} \text{ mol/l} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ st/mol} \cdot 0,0010 \text{ l} = 7,4 \cdot 10^{-41} \text{ st}$   
och högst  $1,02312 \cdot 10^{-60} \text{ mol/l} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ st/mol} \cdot 0,0010 \text{ l} = 6,2 \cdot 10^{-40} \text{ st}$ .

**I praktiken är sannolikheten obefintlig.** (1 p.)

- b) Med den beskrivna metoden ger 0,20 mg tetradekan upphov till en pik vars yta är 94 430.  
 $x$  mg  $\alpha$ -bisabolol ger upphov till en pik vars yta är 102 765.

Pikens yta är direkt proportionell mot föreningens massa

$$\frac{x \text{ mg}}{0,20 \text{ mg}} = \frac{102\,765}{94\,430} \quad (2/3 \text{ p.})$$

$$x = 0,20 \text{ mg} \cdot (102765/94430) = 0,2177 \text{ mg} \quad (2/3 \text{ p.})$$

$$100 \% \cdot 0,2177 \text{ mg} / (1,00 \text{ mg}) = 21,77 \% \quad (1/3 \text{ p.})$$

**Kamomilleextraktet innehöll 22 %  $\alpha$ -bisabolol.** (1/3 p.)

- c) Produkternas lämplighet för medicinskt bruk kan uppskattas med hjälp av  $ED_{50}$ -värdet.  
För att 50 % av personerna ska ha nytta av läkemedlet behöver mängden  $\alpha$ -bisabolol vara  
 $m_{\text{person}} \cdot 140 \text{ mg/kg}$ .

Med en sådan beräkning är dosen till exempel 9 800 mg för en människa som väger 70 kg.  
Detta talvärde kan användas som utgångspunkt för en uppskattning. Dosen måste dock  
vara större för att över 50 % av personerna ska ha nytta av läkemedlet. (2/3 p.)

I anvisningarna för det homeopatiska "läkemedlet" utspäds  $\alpha$ -bisabolol tills dess koncentration är  $(1-10) \cdot 10^{-61} \text{ mol/l}$ , alltså försvinnande liten. Dosen av det homeopatiska "läkemedlet" borde då vara  $(4-43) \cdot 10^{59}$  liter. Detta är en omöjlig dos. Ur medicinsk synvinkel har  $\alpha$ -bisabololet ingen inflammationslindrande inverkan efter utspädningarna. (2/3 p.)

Kamomilleextraktets dos skulle vara  
 $9800 \text{ mg}/0,03 = 326\,667 \text{ mg} = 330 \text{ g}$ , alltså cirka 360 ml, av 3-procentigt extrakt,  
eller  $9800 \text{ mg}/0,25 = 39\,200 \text{ mg} = 39,2 \text{ g}$ , alltså cirka 43 ml, av 25-procentigt extrakt.  
Det är inte vettigt att använda kamomilleextrakt som läkemedel. Det kan vara svårt att  
dricka en så stor mängd extrakt. Övriga föreningar i extraktet kan leda till skador. (1 p.)

I ren form skulle dosen av  $\alpha$ -bisabolol vara 9 800 mg. Detta är en mycket stor dos jämfört  
till exempel med allmänt använda läkemedel. Till exempel finns det vanligen 500 mg aspi-  
rin i en tablett.

( $\frac{2}{3}$  p.)

## Uppgift +12

- a) En höjning av temperaturen minskar utbytet av ammoniak. Reaktionen är exoterm och re-  
aktionen förskjuts mot den endoterma riktningen då temperaturen stiger. Jämviktskons-  
tanten blir mindre. (1 p.)

En höjning av trycket ökar utbytet av ammoniak. Tryckökningen beror på en minskning i  
volymen eller en ökning i produkternas substansmängd.

En ökning av utgångsämnenas koncentration förskjuter jämvikten mot reaktionsproduk-  
terna. Jämviktskonstanten förblir konstant. (1 p.)

- b) A: Det bildas ammoniak då järn katalyserar reaktionen (1 p.)  
 $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ .  
B: Ammoniak kondenseras till vätska. (1 p.)  
C: Det kväve och väte som inte reagerat återförs till processen. (1 p.)

- c) I svaret analyseras de olika skedena i produktionsprocessen med hjälp av de faktorer som  
påverkar reaktionshastigheten och med hjälp av Le Châteliers princip. (högst 4 p.)

Reaktionshastigheten är som störst vid katalysatorn eller genast efter katalysatorn. ( $\frac{2}{3}$  p.)  
Reaktionen är (nästan) i jämvikt vid katalysatorn eller genast efter katalysatorn. ( $\frac{2}{3}$  p.)

Resten av poängen för detta moment (2  $\frac{2}{3}$  p.) kan ansamlas med olika slags förtjänster. To-  
talt kan 0–2 p./tema ansamlas beroende på hur djupgående temat behandlats.

Faktorer som höjer reaktionshastigheten (0–1 p.):

- en hög koncentration av utgångsämnen eller ett högt tryck,  $\frac{1}{3}$  p.
- uppvärmning av gaserna (vid katalysatorn),  $\frac{1}{3}$  p.
- katalysatorn,  $\frac{1}{3}$  p.
- den porösa katalysatorn garanterar en stor reaktionsyta,  $\frac{1}{3}$  p.

Faktorer som inverkar på jämviktsläget (0–1 p.):

- katalysatorn inverkar inte på jämviktsläget,  $\frac{1}{3}$  p.
- efter katalysatorn hinner inte en ny jämvikt infinna sig i blandningen innan ammoniaken  
kondenseras till vätska,  $\frac{2}{3}$  p.

Faktorer som inverkar på produktionens effektivitet eller som förbättrar utbytet (0–1 p.):

- avlägsnande av ammoniak ur reaktionsblandningen,  $\frac{1}{3}$  p.
- återförande av det kväve och väte som inte reagerat till reaktionsblandningen,  $\frac{1}{3}$  p.
- förklaring av konflikten mellan hastighet och jämviktsläge som följer av den an-  
vända temperaturen,  $\frac{2}{3}$  p.

- ett högt tryck,  $\frac{1}{3}$  p.
- det kan vara tekniskt sett svårt att åstadkomma ett ännu högre tryck,  $\frac{1}{3}$  p.

Till exempel:

Vätgas och kvävgas tillsätts till reaktorn. Utgångsämnenas höga koncentration försnabbar reaktionen och förskjuter jämvikten mot reaktionsprodukterna. Gaserna uppvärms för att reaktionshastigheten ska bli så stor som möjligt. Med hjälp av pumpen (P) justeras trycket för reaktionen så det blir högt för att ge ett stort utbyte av ammoniak. Vid katalysatorn hålls temperaturen hög så att reaktionen ska ske snabbt. Värmeväxlarna och pumpen ger upphov till en sänkning av trycket, och då kyls gasblandningen så att ammoniaken kondenseras till vätska. Genom att ammoniak fortlöpande avlägsnas ur reaktionsblandningen förbättras utbytet. Det väte och kväve som inte reagerat återförs till processen, vilket förbättrar utbytet.

Ammoniakreaktionen är exoterm, det vill säga den producerar värme. Då fortskrider reaktionen längre om en så låg temperatur som möjligt används. En låg temperatur leder dock till att reaktionen blir långsammare och det tar längre tid att nå jämvikt. Den valda temperaturen leder till att reaktionens utbyte är mindre än vad det teoretiskt skulle kunna vara.

Katalysatorn försnabbar den framåtskridande och den bakåtskridande reaktionen genom att sänka reaktionens aktiveringsenergi. Då kan jämvikt snabbt uppnås. Katalysatorn påverkar inte jämviktsläget. Vid katalysatorn är trycket cirka 200 atm. Man använder ett högt tryck i processen för att utbytet ska bli så stort som möjligt. Det kan vara dyrt eller tekniskt sett svårt att åstadkomma ett ännu högre tryck. Då katalysatorn består av ett poröst material garanteras en stor reaktionsyta, vilket försnabbar reaktionen.

Reaktionen är i jämvikt eller nära jämvikt vid katalysatorn. Vid en hög temperatur och under inverkan av katalysatorn kan jämviktsläget uppnås snabbt. Efter katalysatorn och då temperaturen sjunker minskar hastigheten mycket. Blandningen hinner inte uppnå en ny jämvikt innan ammoniaken kondenseras till vätska.