



PROVET I KEMI 28.3.2019 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.

Med studentexamensprovet utreds om studerandena tillägnat sig de kunskaper och färdigheter som anges i gymnasiets läroplan och uppnått tillräcklig mognad enligt målen för gymnasieutbildningen. Målet för bedömningen i läroämnet kemi är en förståelse för och en tillämpning av den kemiska kunskapen. 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 samt förmåga att dra slutsatser och tillämpa dem.

Vid bedömningen av uppgifterna i kemi läggs vikten vid ett framställningssätt som betonar läroämnets karaktär och vid precision i begreppen och språkbruket. Reaktionsformlerna ställs upp utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillståndet angivna. I organiska reaktionsformler används strukturformler, men aggregationstillståndet 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 korrekt princip eller lag i sin lösning. Av svaret framgår entydigt hur man når slutresultatet, men omfattande mellansteg behövs inte. CAS-program kan utnyttjas i uppgiftens olika skeden. Beteckningssättets betydelse betonas i centrala skeden, som framställning av principer och lagar samt slutresultat och slutsatser. Slutresultaten ges med enheter och med den noggrannhet som utgångsvärdena kräver, och slutsatserna motiveras.

Mätresultat och grafer som ritats utgående från dessa utnyttjas vid analys av data och då man drar slutsatser. Till mätpunkterna anpassas en vederbörlig rät linje eller kurva, till exempel med hjälp av någon anpassningsfunktion. Om mätpunkterna ligger nära varandra behöver en egentlig anpassningsfunktion inte införas, utan det räcker med att förena punkterna. Värdet som ligger mellan mätpunkterna kan interpoleras med ögonmått genom visuell avläsning av grafen eller med ett lämpligt program. Axlarnas namn, enheter och skalan märks ut i grafen. I grafen anges sådana punkter som är väsentliga för slutsatserna, som ekvivalenspunkten för en titreringskurva eller tangenten som används när man beräknar en hastighet vid en given tidpunkt.

I essäsvaret och förklarande svar kompletteras texten vanligen med reaktionsformler, ekvationer eller teckningar. Fenomenen som behandlas beskrivs på makroskopisk, mikroskopisk och symbolisk nivå. Av svaret framgår att det material som hör ihop med uppgiften har använts, tillämpats, analyserats och bedömts i enlighet med uppgiftsgivningen. Ett svar på god nivå är välstrukturerat och innehållsmässigt konsekvent.

Svaren bedöms enligt de kriterier som gäller för respektive uppgift. Utgångspunkten vid be-

dömningen är de förtjänster för vilka poäng ansamlas. Om examinandens svar har delats upp på ett annat sätt än det som uppgiftsgivningen utgår ifrån tas förtjänster, felaktigheter och motstridigheter som omnämns i andra skeden av uppgiften i beaktande vid bedömningen inom ramen för de begränsningar poängfördelningen tillåter. Om en central kemisk princip saknas eller är felaktig avslutas poängansamlingen. Då godkänns inte fortplantning av det felaktiga resultatet (ej-FF). För övriga brister eller fel godkänns fortplantning av det felaktiga resultatet (FF), och då fortsätter ansamlingen av poäng efter bristfälligheten eller felet. I de krävande uppgifterna mot slutet av provet förutsätts en större precision i behandlingen av principer än i de grundläggande uppgifterna i början av provet. Ur kemisk synvinkel inexakt språkbruk, små räknefel eller slarvig användning av närmevärden orsakar avdrag på 0–3 p.

DEL I

1. Flervalsuppgifter från kemins olika delområden (20 p.)

- 1.1. dispersionskrafter (2 p.)
- 1.2. ett 25 ml mätglas (2 p.)
- 1.3. 193 ml (2 p.)
- 1.4. 4 strukturformler (2 p.)
- 1.5. vätebindningar mellan vattenmolekylerna delvis brister. (2 p.)
- 1.6. $0,83 \text{ mol/dm}^3$ (2 p.)
- 1.7. $2,08 \text{ dm}^3$ (2 p.)
- 1.8. dess yta täcks av ett tätt oxidlager. (2 p.)
- 1.9. förändras inte jämviktsläget. (2 p.)
- 1.10. CO_2 (2 p.)

DEL II

2. Neutralisering av avfallsvatten (15 p.)

2.1. (6 p.)

$$n(\text{HCl}) = cV = 0,0302 \text{ M} \cdot 1,05 \cdot 10^5 \text{ dm}^3 = 3,1710 \cdot 10^3 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 0,5 \cdot n(\text{HCl}) = 1,5855 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 1,5855 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 100,09 \text{ g/mol} = 158,69 \text{ kg} \approx 159 \text{ kg}$$

Det behövs 159 kg kalciumkarbonat till neutraliseringen. (5 p.)

2.2. (6 p.)

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 1,5855 \cdot 10^3 \text{ mol} \quad (3 \text{ p.})$$

$$pV = nRT$$

$$V(\text{CO}_2) = nRT/p = (1,5855 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ (Pa} \cdot \text{m}^3)/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 298,15 \text{ K}) / 101325 \text{ Pa}$$

$$V(\text{CO}_2) \approx 38,8 \text{ m}^3$$

Det bildas 38,8 m³ (38 800 dm³) koldioxidgas. (3 p.)

2.3. (3 p.)

Den neutraliserade vattenlösningen leder elektricitet för att den innehåller Ca²⁺- och Cl⁻-joner. (3 p.)

3. Pyretrin (15 p.)

3.1. (5 p.)

Löslighet i vatten:

I svaret har de polära funktionella grupperna (ketongrupp, estergrupp) eller det faktum att molekylerna innehåller polära bindningar identifierats. Polära grupper eller bindningar ökar vattenlösligheten eller bildar vätebindningar tillsammans med vattenmolekyler. (2 p.)

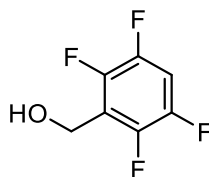
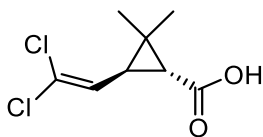
Löslighet i fettvävnad:

I svaret har identifierats att molekylerna innehåller opolära kolvätekedjor eller opolära funktionella grupper (alkenylgrupper) vilka ökar molekylens löslighet i fettvävnad som är relativt opolär. (2 p.)

Som helhet löser sig molekylerna bättre i fettvävnad än i vatten eftersom de innehåller opolära delar vilka är relativt stora i förhållande till de polära grupperna. (1 p.)

3.2. (6 p.)

Hydrolysisprodukternas strukturer har framställts som strukturformler i svaret eller estergruppens spjälkning har beskrivits i ord.



(6 p.)

3.3. (4 p.)

Fördelar:

- Då effektämnet sönderfaller långsammare behöver man använda mindre mängder av det.
- Ämnets effekt bevaras bättre vid olika förhållanden, och då är användningen säkrare.

(2 p.)

Nackdelar:

- Ett långsamt sönderfall leder till att användaren kan exponeras för ämnet under en längre tid även om ämnet skulle användas enligt instruktionerna.

- En längre sönderfallstid kan innebära längre karenstider vid användningen av gift.
 - Vid förgiftningsfall kan ett ämne som sönderfaller långsamt inverka i kroppen under en längre tid.
 - Giftigheten (toxiciteten) för vattenorganismer och husdjur bevaras under en längre tid.
- (2 p.)

4. Hoppresning av fast kopparsulfat och av en bit koppar (15 p.)

4.1. (8 p.)

Kopparsulfat i fast form är skört och smulas till bitar. Det beror på att det har ett jongitter som består av positiva Cu^{2+} -joner och negativa SO_4^{2-} -joner. (3 p.)

I jongittret finns starka jonbindningar mellan anjonerna och katjonerna. Strukturen är hård men skör. Då en kompressionskraft appliceras på gittret rör jonerna på sig. Det leder till att en del av katjonerna drivs bredvid andra katjoner och en del av anjonerna hamnar bredvid andra anjoner. Mellan joner som har samma förtecken på den elektriska laddningen råder starka repulsionskrafter vilka sönder gittret. (5 p.)

4.2. (7 p.)

Kopparbiten är seg och plattas till under hoppresning. Orsaken är att koppar i det fasta tillståndet har ett metallgitter. (3 p.)

Metallgittret består av Cu-atomer som donerat sina ytterelektroner till gemensamt bruk (det bildas katjoner). Då en kompressionskraft appliceras på gittret rör atomerna i gittret på sig, men tack vare metallbindingens karaktär (de delokaliserade elektronerna) kan atomlagren glida förbi varandra utan att strukturen går sönder. (4 p.)

5. Elektrolytisk rengöring av koppar (15 p.)

5.1. (7 p.)

katodreaktionen: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$

$z = 2$ (3 p.)

$n(\text{Cu}) = It/zF = 180 \text{ A} \cdot 21600 \text{ s} / (2 \cdot 96485 \text{ A}\cdot\text{s} / \text{mol}) = 20,148 \text{ mol}$

$m(\text{Cu}) = nM = 20,148 \text{ mol} \cdot 63,55 \text{ g/mol} = 1280,4 \text{ g} = 1,28 \text{ kg}$ (4 p.)

1,28 kg koppar faller ut på katoden.

5.2. (8 p.)

Då kopparn i råkopparanoden oxideras och löser sig kommer det silver (Ag) och guld (Au) som anoden innehåller att lossna i metallform och falla till elektrolyskärlets botten och bilda ett fast slam (s.k. anodslam).

Orsaken till det är att normalpotentialernas värden för paren Ag^+/Ag och Au^+/Au är större än för paret Cu^{2+}/Cu . Därför oxideras inte Ag och Au vid anoden i elektrolysen. (4 p.)

Då kopparn i råkopparanoden oxideras och löser sig kommer det nickel (Ni) och zink (Zn) som anoden innehåller att lösa sig som Ni^{2+} - och Zn^{2+} -joner i lösningen.

Orsaken till det är att normalpotentialernas värden för paren Ni^{2+}/Ni och Zn^{2+}/Zn är mindre

än för paret Cu^{2+}/Cu . Därför oxideras Ni och Zn vid anoden i elektrolysen men de reduceras inte vid katoden. (4 p.)

6. Fluorider av klor och jod (15 p.)

6.1. (3 p.)



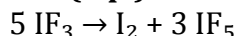
6.2. (4 p.)



Klor kan förekomma med oxidationstalen:



6.3. (4 p.)



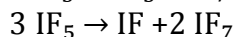
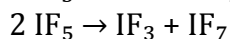
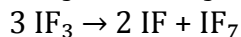
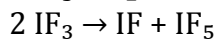
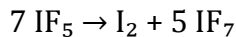
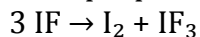
$$\Delta H = [3 \cdot \Delta H(\text{IF}_5) + \Delta H(\text{I}_2)] - [5 \cdot \Delta H(\text{IF}_3)] =$$

$$3 \cdot (-840 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ/mol} - 5 \cdot (-486 \text{ kJ/mol}) = -90 \text{ kJ/mol} \quad (4 \text{ p.})$$

Reaktionsvärmets är **-90 kJ**.

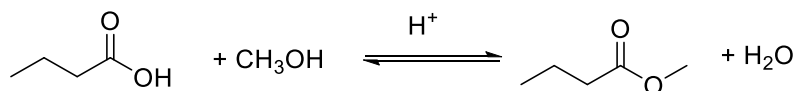
6.4. (4 p.)

Exempel på möjliga reaktionsformler:



7. Framställning av metylbutanat (15 p.)

Reaktionsformeln eller förklaring av reaktionsformeln i ord:



Butansyra och metanol reagerar och det bildas metylbutanat och vatten. Reaktionen är en jämviktsreaktion så det lönar sig att använda överskott, till exempel en dubbel mängd, av metanol i förhållande till butansyra. En liten mängd syra, till exempel HCl eller H_2SO_4 , används som katalysator i reaktionen. (4 p.)

Syntesen och rengöringen av produkten beskrivs i svaret. (8 p.)

Väsentliga aspekter gällande arbetssäkerheten beskrivs i svaret. (3 p.)

Till exempel:

Utgångsämnen och katalysatorn förenas i en kolv och blandningen återloppskokas eller värms upp. Blandningen hålls i en skiljetratt. Blandningen kan tvättas med vatten eller med NaHCO_3 -lösning. HCO_3^- neutraliserar katalysatorn och butansyran, och då bildas det salter, vatten och koldioxid (butansyrans salter löser sig bättre än butansyra i vatten). Vid tvätten löser sig metanolen och salterna ur metylbutanetet och övergår till vattenfasen. Metylbutanetet separeras till ett skilt lager ovanför vattenfasen. Metylbutanetet tas till vara. Det kan torkas med ett hygroskopiskt torkmedel för att avlägsna kvarblivet vatten. Blandningen kan destilleras för att avlägsna de små mängderna metanol och butansyra som finns i blandningen.

Metanol är en giftig och brännbar vätska och butansyra luktar illa. Därför måste reaktionen utföras i dragskåp. Under arbetet ska skyddshandskar, labbrock och skyddsglasögon användas.

8. Framställning av karbonylklorid (15 p.)

8.1. (6 p.)

$$[\text{CO}]_{\text{i början}} = 0,120 \text{ mol} / 3,00 \text{ l} = 0,0400 \text{ mol/l}$$

$$[\text{Cl}_2]_{\text{i början}} = 0,0593 \text{ mol} / 3,00 \text{ l} = 0,01977 \text{ mol/l}$$

$$[\text{COCl}_2]_{\text{jämv.}} = 0,0570 \text{ mol} / 3,00 \text{ l} = 0,0190 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$K = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]} \quad (1 \text{ p.})$$

Beräkning av jämviktskoncentrationerna:

	CO (g)	+ Cl ₂ (g)	⇌	COCl ₂ (g)
I början (mol/l)	0,0400	0,01977		
Vid jämvikt (mol/l)	0,0400 - x = 0,0210	0,01977 - x = 0,000767		x = 0,0190

(3 p.)

$$K = \frac{0,0190 \text{ mol/l}}{0,0210 \text{ mol/l} \cdot 0,000767 \text{ mol/l}} = 1179,6 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^{-1}$$

Jämviktskonstantens värde är **1180 (mol/l)⁻¹**. (1 p.)

8.2. (6 p.)

Gestaltning av det nya utgångsläget och jämvikten:

Till lösningen tillsätts 0,0999 mol klor, och då blir den framåtskridande reaktionen snabbare och blandningen söker sig mot ett nytt jämviktsläge.

	CO (g)	+ Cl ₂ (g)	⇌	COCl ₂ (g)
Det nya utgångsläget (mol/l)	0,0363	0,0178 + 0,0333 = 0,0511		0,763
Förändring (mol/l)	-x	-x		+x
Den nya jämvikten (mol/l)	0,0363 - x	0,0511 - x		0,763 + x

$$K = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{0,763 + x}{(0,0363 - x) \cdot (0,0511 - x)} = 1179,6 \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2 \quad (3 \text{ p.})$$

$$1179,6 x^2 - 104,097 x + 1,42508$$

$$x = 0,016943 \text{ (eller } x = 0,071305) \quad (1 \text{ p.})$$

Jämviktskoncentrationerna:

$$[\text{CO}] = 0,0363 - 0,01694 = 0,0194 \text{ mol/l}$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,0511 - 0,01694 = 0,0342 \text{ mol/l}$$

$$[\text{COCl}_2] = 0,763 + 0,01694 = 0,780 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

8.3. (3 p.)

Reaktionen är exoterm eftersom $\Delta H < 0$. En höjning av temperaturen förskjuter jämvikten för en exoterm reaktion mot utgångsämnenas riktning.

Då minskar utbytet av karbonylklorid. Utbytet ökas alltså inte. (3 p.)

DEL III

9. Funktionen hos avgaskatalysatorn hos en bil med bensinmotor (20 p.)

9.1. (10 p.)

I svaret nämns de skadliga ämnen som bildas i bilens bensinmotor. Orsaken till att dessa ämnen bildas ges och hur de omvandlas i katalysatorn beskrivs.

Till exempel

Skadligt ämne/grupp av ämnen	Källa/orsak	Omvandling i katalysatorn
Kvävets oxider NO_x	Kvävet i luften samt det kväve och de kväveföreningar som förekommer som orenheter i bränslet.	Reduktion av kvävet oxider till kväve och syre $2 \text{NO}_x \rightleftharpoons \text{N}_2 + x \text{O}_2$.
Kolmonoxid CO	En del av kolvätena i bränslet förbränns ofullständigt och då bildas det CO.	Oxidation av kolmonoxiden till koldioxid $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2$
Kolväten HC	Kolväteföreningar som inte förbränns	Oxidation av kolväten till vatten och koldioxid $\text{C}_n\text{H}_{n+2} + (1,25n+0,5) \text{O}_2 \rightarrow n \text{CO}_2 + (n+2)/2 \text{H}_2\text{O}$
Koldioxid CO_2	Största delen av kolvätena i bränslet brinner fullständigt och då bildas det CO_2 .	Koldioxiden leds genom katalysatorn utan att reagera alls.

(10 p.)

9.2. (6 p.)

Förhållandet mellan luft och bränsle inverkar på omvandlingsgraden för de reaktioner som sker i katalysatorn, alltså på hur stor del av utgångsämnen som reagerar till produkter. Blandningsförhållandet mellan luft och bränsle måste hela tiden hållas mycket nära det stökiometriska värdet ett, för då sker oxidationen av CO och HC samt reduktionen av NO_x, vilka alla bildas i motorn, effektivt. Av graf 9.C framgår att omvandlingsgraden för kvävet oxiders reduktionsreaktion är låg om luft-bränsleförhållandet är för stort. Då reduceras en del av kväveoxiderna inte i katalysatorn utan blir kvar i avgaserna som lämnar avgasröret. (3 p.)

Om däremot luft-bränsle förhållandet är för litet kommer omvandlingsgraden för kolmonoxidens och kolvätenas oxidationsreaktion att vara liten, och då blir en del av dessa kvar i avgaserna som lämnar avgasröret. (3 p.)

9.3. (4 p.)

Reaktionshastigheten kan hållas så hög som möjligt genom att hålla temperaturen tillräckligt hög, för då har en stor del av de reagerande molekylerna tillräckligt med energi för att över-skrida aktiveringsenergin. Syre är ett utgångsämne i de oxidationsreaktioner som sker i katalysatorn, så oxidationsreaktionerna är desto snabbare ju högre syrehalten är. Syrehalten får dock inte vara för hög, utan den måste optimeras inom ett visst intervall. Om syrehalten är för hög försnabbas också den omvända reaktionen till reduktionen av kvävet oxider. Reaktionsytan och de reagerande ämnens adsorption till katalysatorytan måste maximeras, för det är fråga om heterogen katalys vars hastighet blir större då mer av det reagerande ämnet fås till ytan. Därtill måste man optimera förhållandet mellan substansmängderna av rodium och platina i katalysatorn för att både reduktions- och oxidationsreaktionerna ska ske effektivt.

(4 p.)

10. Framställning av mikonazol (20 p.)

10.1. (7 p.)

Reaktionstyper:

- I: substitutionsreaktion (1 p.)
II: reduktionsreaktion eller additionsreaktion (1 p.)
III: substitutionsreaktion (1 p.)

Funktionella grupper:

- II: hydroxylgrupp (2 p.)
III: etergrupp (2 p.)

10.2. (4 p.)

- I reaktionen bildas också vätebromid HBr, (2 p.)
vilken bildar ett salt med överskottet av X. (2 p.)

10.3. (5 p.)

Båda bensenringarna och den heterocykliska (imidazol)ringen och de atomer som är direkt bundna till dessa är i samma plan, vilket också framgår av material 10.B. De övriga atomerna kan vara placerade på olika sätt eftersom enkelbindningarna kan vridas.

I bensenringen är varje kolatom bunden till tre atomer, och då blir bindningsvinkeln 120° . Då är också atomerna som bundits till bensenringen i samma plan. I den heterocykliska (imidazol)ringen finns fem atomer och (delokaliserade) dubbelbindningar. Då är ringen styv och bindningsvinkeln kommer att bli mindre än 120° . Strukturernas plana form kan också motiveras med sp^2 -hybridisering av kolatomerna. (5 p.)

10.4. (4 p.)

För första gången bildas en sådan produkt i skede II. I detta skede bildas en asymmetrisk kolatom i molekyl. (4 p.)

11. pH för vattenlösningar av borax (20 p.)

11.1. (10 p.)

$$n(\text{borax}) = \frac{28,6 \text{ g}}{381,38 \text{ g/mol}} = 0,074991 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{B(OH)}_3) = n(\text{B(OH)}_4^-) = 2 \cdot n(\text{borax}) = 2 \cdot 0,074991 \text{ mol} = 0,14998 \text{ mol}$$

$$V = 1,00 \text{ l}$$

$$c(\text{B(OH)}_3) = c(\text{B(OH)}_4^-) = 0,14998 \text{ mol/l} \quad (3 \text{ p.})$$

	$\text{B(OH)}_3(\text{aq})$	$+ 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{B(OH)}_4^-(\text{aq})$	$+ \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
I början (mol/l)	0,14998			0,14998	
Vid jämvikt (mol/l)	$0,14998 - x$			$0,14998 + x$	x

$$K_a = \frac{(0,14998+x) \cdot x}{0,14998-x} = 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ eller i en buffertlösning } K_a \approx \frac{(0,14998) \cdot x}{0,14998} = 5,8 \cdot 10^{-10} \quad (4 \text{ p.})$$

$$x = 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg x = 9,24$$

Lösningens pH är 9,24

(2 p.)

eller med hjälp av Henderson-Hasselbalch-formeln

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{B(OH)}_4^-]}{[\text{B(OH)}_3]} = -\lg(5,8 \cdot 10^{-10}) + \lg \frac{0,14998}{0,14998} = 9,24.$$

11.2. (10 p.)

$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 0,100 \text{ l} = 0,010 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Efter neutraliseringen är den kvarvarande mängden borsyra:

$$0,14998 \text{ mol} - 0,010 \text{ mol} = 0,13998 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Vid neutraliseringen bildas mer av basen B(OH)_4^- :

$$0,14998 \text{ mol} + 0,010 \text{ mol} = 0,15998 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

$$V(\text{tot.}) = (1,00 + 0,10) \text{ l} = 1,10 \text{ l}$$

De nya utgångskoncentrationerna:

$$c(\text{B(OH)}_3) = 0,13998 \text{ mol}/1,10 \text{ l} = 0,12725 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{B(OH)}_4^-) = 0,15998 \text{ mol}/1,10 \text{ l} = 0,14544 \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

	$\text{B(OH)}_3(\text{aq})$	$+ 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{aq})$	\rightleftharpoons	$\text{B(OH)}_4^-(\text{aq})$	$+ \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
I början (mol/l)	0,12725			0,14544	
Vid jämvikt (mol/l)	$0,12725 - x$			$0,14544 + x$	x

$$K_a = \frac{(0,14544+x) \cdot x}{0,12725-x} = 5,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/l})$$

$$\text{eller i en buffertlösning } K_a \approx \frac{(0,14544) \cdot x}{0,12725} = 5,8 \cdot 10^{-10} (\text{mol/l}) \quad (2 \text{ p.})$$

$$x = 5,075 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg x = 9,29$$

Lösningens pH är 9,29 (1 p.)

eller med hjälp av Henderson–Hasselbalch-formeln:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[\text{B(OH)}_4^-]}{[\text{B(OH)}_3]} = -\lg(5,8 \cdot 10^{-10}) + \lg \frac{0,14544}{0,12725} = 9,29.$$